

- Beispielhafter Auszug aus der digitalisierten Fassung im Format PDF -

# Das Mikroskop

---

Richard Julius Petri

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.

# Das Mikroskop.

Von seinen Anfängen bis zur jetzigen Vervollkommnung  
für alle Freunde dieses Instruments

von

Regierungsrath Dr. med. **R. J. Petri,**

ordentl. Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamtes und Vorstand des  
bakteriologischen Laboratoriums daselbst.

Mit 191 Abbildungen im Text und 2 Facsimiledrucken.



Berlin 1896.

Verlag von Richard Schoetz.

Luisenstrasse No. 36.

# Das Mikroskop.

Von seinen Anfängen bis zur jetzigen Vervollständigung  
für alle Freunde dieses Instruments

von

Regierungsrath Dr. med. R. J. Petri.

ordentl. Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamtes und Vorstand des  
mikroskopischen Laboratoriums in Berlin.

Mit 191 Abbildungen im Text und 2 Facsimilabildern.



Berlin 1896.

Verlag von Richard Scherz

Unter den Eichen No. 10.

Alle Rechte vorbehalten.

VI d 60



# **Friedrich Löffler,**

**Geheimem Medizinalrath, ordentl. öffentl. Professor der Hygiene,  
Direktor des hygienischen Instituts der Universität Greifswald**

**freundschaftlichst**

**gewidmet**

**vom**

**Verfasser.**

Minima quaeque, qui inter mortales felix videri cupit, observare non tantum decet, quam necessarium est.

**Cardanus** († 1576) „De subtilitate“, Lyon 1663.

Die Beobachtung aller winzigen Dinge (Mikroben) ziemt sich nicht nur für denjenigen, welcher unter uns Sterblichen den Anschein des Glücklichseins erwecken will, sondern sie ist vielmehr unerlässlich.

Von Jo. Zahn in der ersten Auflage des oculus artificialis 1685 citirt am Schlusse des Cap. III (des Syntagma III) nach Aufzählung der wichtigsten, damals schon bekannten, mikroskopischen Beobachtungen; der Satz ist also in gewissem Sinne vorahnend noch vor Erfindung des Mikroskopes und vor der Entdeckung der Mikroben — hier gleichwerthig mit „minima“ gedacht — geschrieben!

## Lieber Löffler!

Als Du mir vor neun Jahren ein Exemplar Deiner „Vorlesungen über die geschichtliche Entwicklung der Lehre von den Bakterien“ schenktest, da gab dies die Gelegenheit zu wiederholtem Meinungs-austausch über den Nutzen des historischen Studiums der Vorgeschichte und der Geschichte nicht nur der Bakteriologie, sondern aller auf vornehmlich experimenteller Basis aufgebauten „modernen“ Wissenschaften. Wir bedauerten, dass gerade unter den jungen Bakteriologen der Drang, auf „Entdeckungen“ und Bereicherungen der „neuen“ Methodik auszugehen, dem historischen Aufbau des Wissens hinderlich sei. Wir kannten schon damals typische Beispiele von Prioritätsstreitigkeiten, in denen — Keiner von Beiden „Recht“ hatte, denn die „Methode“ war schon längst bekannt und „stand“ womöglich schon im Leeuwenhoek. Die glänzende Aufnahme, welche Deine Vorlesungen auch in den Kreisen jüngerer Fachgenossen fanden, erregte die Hoffnung, dass in jener Vernachlässigung der Leistungen früherer Geschlechter allmählich Wandel eintreten würde. Leider habe ich bisher wenig davon verspürt, hoffentlich hast Du bessere Erfahrungen zu verzeichnen. Während nun unsere damaligen Erwägungen vornehmlich auf eine gerechtere Würdigung der „Alten“ hinsichtlich der mikrobiologischen Forschungen einschliesslich der Methodik und Technik sich bezogen, bin ich inzwischen noch einen Schritt weiter ins „Detail“ gegangen und habe mir unser vornehmstes Berufsinstrument, das Mikroskop, in den Fokus historischer Studien eingestellt. Du hast ja auch in Deinen „Vorlesungen“ dies Gebiet, soweit für Deine Zwecke nöthig, bearbeitet, und wirst, wie ich zuversichtlich hoffe, die Ansicht theilen, nach welcher solche Studien nicht nur interessant, sondern für das Vertrautwerden mit unserem Mikroskop und seinen Leistungen äusserst förderlich sind. Die Entwicklungsgeschichte des Mikroskopes interessirt weitere Kreise als den der Hygieniker und Bakteriologen. Du hast sie ja selbst schätzen gelernt und gelehrt, jene Herren aus allen Ständen und Berufen, die,

sei es als Zunftgenossen, sei es als Dilettanten, an und mit dem Mikroskop vor uns gearbeitet haben! Fürwahr, es müsste eine zwar „gemischte“, aber höchinteressante Versammlung geben, wenn es einem der modernen Spiritisten gelänge einmal die Geister jener Männer zu „materialisiren“ und in einen Raum zusammenzubringen. Ob sie sich wohl vertragen würden, der ewig junge und wissensdurstige vor-malige Schnittwaarenhändler und nachherige Privatgelehrte aus Delft, Antoni van Leeuwenhoek, mit seinem Widerpart in Sachen der generatio spontanea, dem nicht minder berühmten Jesuitenpater Athanasius Kircher aus Rom? Wie würden die hochgelehrten Ordensbrüder Kirchers, die Herren patres Gaspar Schott, Philippus Bonanni, Joannes Zahn, sich freuen, die persönliche Bekanntschaft mit den nicht minder gelehrten Herren aus England, Robert Hooke, Thomas Moufetus und John Marshall zu machen. Wie sonderbar würde der mystisch angehauchte Kapuziner Antonius Maria Schyrleus de Rheita neben Renatus Des Cartes, dem klaren Philosophen sich ausnehmen! Und nun die etwas jüngere Gesellschaft, der Herr Justizrath Ledermüller, der Reiss-Oberstallmeister Freiherr von Gleichen genannt Russworm, Herr auf Greifenstein, Bonnland, Ezelbach etc. etc., Hochfürstlich Brandenburg-Culmbachischer Geheimer Rath etc., der geniale Italiener Amici und der schneidige Amsterdamer Reiteroberst Beeldsnyder, nicht zu vergessen des eleganten Professors Joblot und des vornehmen Capucin P. Cherubin d'Orléans, sowie des gelehrten Nürnberger Professors Johannes Christophorus Sturm. Daneben die genialen Geister Newton, Huyghens, dann der weitgereiste Nürnberger Griendl von Ach, der Koburger Schlossprediger Johann Michael Conradi — kurz, eine bunte und hochansehnliche Gesellschaft. Ich bitte Dich, lieber Freund, in Erinnerung an unsere damalige gemeinsame Arbeitsstätte in der Klosterstrasse 36 die Widmung dieses Werkchens annehmen zu wollen als einer Beihülfe und Anregung für die historische Würdigung des Mikroskopes, dem wir so Vieles verdanken. In alter Gesinnung etc.

Berlin, April 1896.

Dein

**Petri.**



## V o r w o r t.

---

Die Bedeutung des Mikroskopes ist durch das mächtige Emporblühen der Wissenschaften, welche sich dieses Werkzeuges als Hauptmittel der Forschung bedienen, in gleichem Maasse wie diese Wissenschaften selbst gewachsen. Während vor noch etwa einem Menschenalter der Besitz einigermaßen vollständig ausgerüsteter Mikroskope vornehmlich auf Institute und Laboratorien beschränkt war, hat heutzutage fast jeder Arzt, jeder Naturforscher, ja selbst jeder Studierende der Medizin sein Mikroskop. Die Zahl der Werke über die Anwendung des Mikroskopes in den verschiedenen Gebieten der Wissenschaft wächst in gleicher Weise täglich und doch kommt das Mikroskop selbst dabei in gewissem Sinne zu kurz. Das moderne Instrument wird ausreichend beschrieben, sein Gebrauch dem jeweiligen Zwecke der Spezialwissenschaft entsprechend auseinandergesetzt. Das mag dem hastenden Vorwärtseilen von Entdeckung zu Entdeckung genügen, aber der Forscher, der sein Hauptwerkzeug lieb hat, sollte, wie ich meine, wohl einmal Ruhe und Zeit finden, auch dem Mikroskop als dem Endgliede einer durch mehr als drei Jahrhunderte zurückreichenden Entwicklung einige Aufmerksamkeit zu schenken. Wer, wie der Verfasser, diesem Bedürfnisse genügen will, der sieht sich in der modernen Literatur, speziell der mikrobiologischen Fächer, nach einem Wegweiser für diese Art des Studiums vergebens um. Und doch bietet dieses Rückwärtsschauen auf die Arbeit unserer Vorfahren so viel des Interessanten und Belehrenden, dass es sich wohl lohnt. Die Welt im Kleinen ist durch dies Instrument dem Verständniss und der Beeinflussung von Seiten des Menschen genau in dem Maasse erschlossen worden, wie das Instrument selbst an Schärfe und Zuverlässigkeit gewann. Wir verdanken dem Mikroskop z. B. die besten Waffen gegen jene nimmer rastenden Feinde der Menschheit, die winzigen Keime der Infektionskrankheiten. Die zahllosen Heerschaaren jener verderbenbringenden Mikroben zogen

heimlich und ungesehen auf unerkannten Pfaden gegen den ahnungslosen Menschen zu Felde, sie entfalteten ihre heillose Thätigkeit im Verborgenen und rafften Tausende und Abertausende von Menschenleben dahin, ohne dass man auch nur ahnte, wer der Feind sei und von woher er anrückte. Da kam das Mikroskop und mit ihm wurde es Licht in jenem Dunkel. Jetzt kennt man den Feind, und von Tag zu Tage wird der Kampf aussichtsvoller, der Sieg gewisser. Mithin erfüllen wir auch eine Forderung der Pietät gegen die vorangegangenen Geschlechter, wenn wir ihrer Arbeit an der Vollendung des Mikroskopes nachgehen.

Was Du ererbt von Deinen Vätern hast,  
Erwirb es, um es zu besitzen. —

Dies Wort des Dichters eignet sich wie kein anderes als Motto für eine monographische Bearbeitung der Entwicklung des Mikroskopes, geschrieben für einen Leserkreis am Ende des neunzehnten Jahrhunderts, desjenigen Jahrhunderts, welches vor seinen Vorgängern das voraus hat, dass noch vor seinem Schluss das Stadium der Ernte beginnt auf dem grossen Gebiete der naturwissenschaftlichen Arbeit, auf dem nicht die Spekulation, sondern die im zielbewussten Experiment gipfelnde nüchterne Beobachtung souverain ist.

Die historischen Studien, deren Ergebniss der Verfasser allen Freunden des Mikroskopes hier darbietet, datiren zum grossen Theil längere Jahre zurück. Die Drucklegung derselben war zunächst gar nicht beabsichtigt. Wenn sie trotz ihrer an vielen Stellen skizzenhaften Form dennoch erfolgt, so geschieht dies in der Voraussetzung, dass man von dem Werkchen nicht mehr verlangt, als es eben leisten will: allen Freunden des Mikroskopes Anregung und Wegweiser zu sein für das Studium der Entwicklungsgeschichte des Mikroskopes. Eine lückenlose, vollständige Geschichte des Mikroskopes zu schreiben, lag dem Verfasser fern. Dazu hätte die ganze Anlage, vor Allem auch der Rahmen des Werkchens viel grösser gewählt werden müssen. Eine solche Geschichte fehlt allerdings. Seit dem vortrefflichen Buche von Harting, dessen deutsche Originalausgabe von Theile 1866 in zweiter Auflage erschien und im dritten Bande auf 426 Seiten zusammengedrängt eine wahre Fundgrube für die Geschichte des Mikroskopes bis zu jener Zeit darstellt, ist nichts Aehnliches wieder erschienen. Eine Ergänzung bis auf die Neuzeit fehlt, zudem ist das Buch vergriffen und in seinen anderen Theilen längst überholt. Sein Gesamtumfang dürfte unseren heutigen Fachmikroskopikern auch wohl zu gross sein. Das war mit ein Grund, der mich zur Veröffentlichung einer kleineren, beschränkte Ziele ins Auge fassenden Arbeit bewog.

Die mehr skizzenhafte Form des Büchleins kam auch dadurch zu Stande, dass der Verfasser an einzelnen Stellen sich eine breitere Ausführung gestattete, als dies die Gleichmässigkeit des Ganzen vielleicht erheischt hätte. Er liess sich dabei von dem Spezialinteresse leiten, welches der Bakteriologe den betreffenden Entwicklungsphasen entgegenbringt. Mögen die anderen Freunde unseres Werkzeuges dies entschuldigen. Auch das Hineinziehen von Dingen aus der mikroskopischen Technik oder gelegentliche historische Exkurse in das Gebiet der mikrobiologischen Forschung, wie in dem Kapitel von Leeuwenhoek, bitte ich in diesem Sinne milde zu beurtheilen.

Zur Form der Darstellung sei noch bemerkt, dass die Vertheilung auf einzelne Kapitel, deren jedes in sich wenigstens in gewissem Sinne abgeschlossen ist, für die Bequemlichkeit des Lesers gewählt wurde. In gleicher Weise war es auch die Rücksicht auf den Leser, welche die Aufnahme relativ zahlreicher Abbildungen herbeiführte. Das Büchlein sieht nun zwar fast wie ein Bilderbuch aus, aber da der Verfasser bemüht war, die Abbildungen möglichst nach den alten Originalvorlagen zu gestalten, zumal das dankenswerthe Entgegenkommen des Verlegers ihn darin unterstützte, hofft er damit keinen Missgriff in der Ausstattung des Textes gethan und eine Förderung der Anschaulichkeit herbeigeführt zu haben.

Nach Harting unterscheidet man in der Geschichte des Mikroskopes vier Perioden:

Die erste umfasst die Vorgeschichte bis etwa zum Jahre 1300, bis wohin die konkaven und konvexen Linsen in allgemeine Aufnahme gekommen waren.

Die zweite Periode schliesst ab mit etwa dem Jahre 1600, bis wohin das neuerfundene zusammengesetzte Mikroskop anfang in Gebrauch zu kommen.

Die dritte Periode geht bis 1824, dem Jahr der Vorlage des ersten achromatischen Objektivs durch Selligue vor der Akademie zu Paris.

Von da ab datirt Harting die vierte Periode bis zur Gegenwart (1866).

Seitdem ist die Entwicklung des Mikroskopes in ungeahntem Masse fortgeschritten. Die Nachwelt dürfte es nicht für unbescheiden halten, wenn wir glauben, dass die mit den Namen Abbe, Zeiss und Schott verknüpften Erfindungen der homogenen Immersion und vor Allem der Apochromasie gleichfalls den Anfang einer neuen, also der Zahl nach fünften Periode in der Entwicklungsgeschichte des Mikroskopes bedeuten.

Was wird uns und den nachkommenden Geschlechtern diese Periode noch bringen? Hoffentlich weiteren Fortschritt auf unserem Gebiete, noch vollkommener und fehlerfreie Mikroskope.

... und die nächsten 10 Seiten ...  
... and the next 10 pages ...

fundamentum mathematico-dioptrium handelt von den gläsernen Linsen der Teleskope und Mikroskope und den Gesetzen der darauf bezüglichen Optik. In den ersten drei Kapiteln des syntagma III dieses Theiles wird die Theorie der einfachen und zusammengesetzten Mikroskope gegeben. Das dritte fundamentum practico-mechanicum, für die Technik des Mikroskopbaues hochinteressant, bringt ausführliche Vorschriften nebst Abbildungen dazu über die Anfertigung der Linsen, deren Zusammenstellung im Fernrohr wie im Mikroskop, Bereitung der Tuben, die Verfertigung von allerhand optischen Apparaten zur Projektion von Bildern (*lucerna magica* etc.), optische „Zauber“-Apparate, und vieles Andere. Zunächst interessiren uns hier die Mikroskope. Eine Zusammenstellung von sechs derselben giebt die in Fig. 111 abgebildete, etwas verkleinerte Tafel „*iconismus*“ aus der ersten Auflage des *oculus artificialis*, pag. 99. In der zweiten Auflage ist diese schöne Zusammenstellung durch weit schlechtere Abbildungen im Text ersetzt. Die optische Einrichtung der Mikroskope 1 bis 5 der Tafel wird ebenso wenig wie der Name der Verfertiger oder das Alter vom Autor angegeben. Es werden Mikroskope mit zwei oder drei Linsen gewesen sein. Das geht aus dem Zusammenhang hervor. Fig. 6, ein englisches Mikroskop, ist genauer beschrieben. Ueber die verschiedenen Stative, die *structura seu fabrica externa* dieser Mikroskope, insbesondere über die Einstellvorrichtungen, bringt Zahn ziemlich ausführliche Angaben. Bei Mikroskop 1 und wahrscheinlich auch 2 und 4 kann der runde Objektisch, die „*patella*“, durch eine Schraube gehoben oder gesenkt werden, deren Griff an der Unterfläche der Fussplatte hervorragte. Natürlich musste dabei das Instrument jedesmal von seinem Standort aufgehoben und nach der Einstellung wieder hingestellt werden. Gewiss ist das recht unbequem gewesen. Entschieden praktischer war die Einstellung des Tubus selbst, wie bei dem Hooke'schen Instrument, Fig. 106. Diese Einstellung hatten, wie die Tafel zeigt, die Mikroskope 2, 3 und 6. Bei Fig. 5 der Tafel geschah die Einstellung durch Heben und Senken der grossen Objektscheibe und Feststellung mittelst der unterhalb sichtbaren, mit einer Nase versehenen Mutter, welche sich in den Schraubengängen des Stativs bewegen liess. Die Mikroskoprohre der Instrumente 2 und 3 konnten für Beobachtungen von der Seite schief gestellt werden. Dies geschah bei 3 durch Drehung von E F um seine Achse und darauf folgendes Feststellen mittelst der Mutterschraube G. Natürlich beschrieb dabei die Objektivlinse einen Kreisbogen in entgegengesetztem Sinne, wie das Okular. Der Objektisch war deshalb, ähnlich wie beim Hooke'schen Mikroskop, so eingerichtet, dass er auf der Fussplatte verschoben und durch die Klemmschraube an der Führungsgabel fixirt werden konnte. Bei

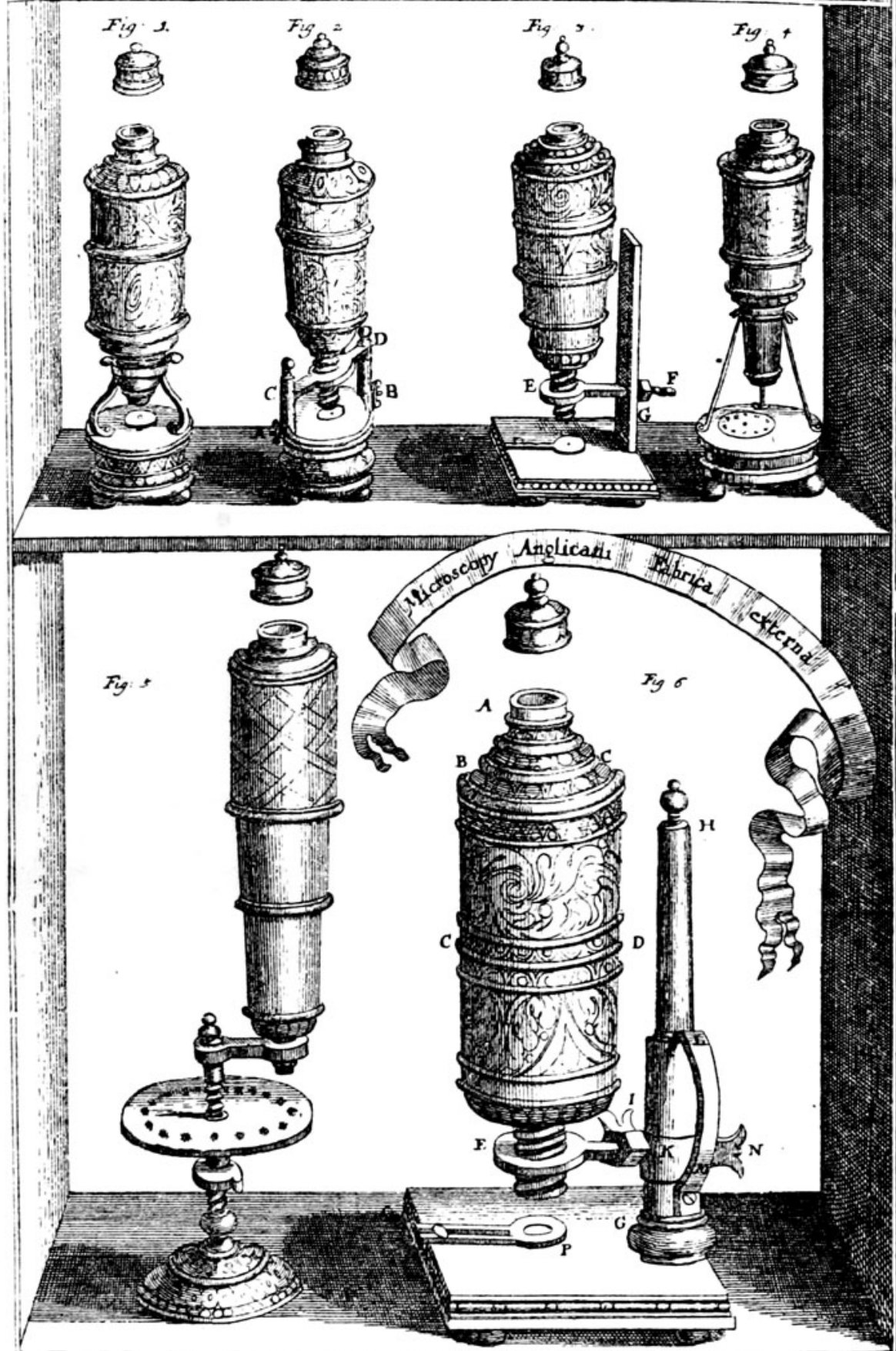


Fig. 111. Zusammenstellung von sechs Mikroskopen nach Zahn, 1685.  
Petri, Mikroskop.

Fig. 2 geschah die Neigung des Mikroskops um eine durch A B gelegte Achse, die Fixirung durch Anziehen der Schrauben A und B. Die Objektische liessen sich um einen mittleren Dorn drehen. Dieser lag bei 4 ausserhalb der Vertikalachse des Instrumentes, wie auch bei 5, wo die grosse Objektscheibe um die Stativsäule gedreht wurde, um so der Reihe nach die an der Peripherie angebrachten kleinen Gegenstände Revue passiren zu lassen. Am vollkommensten war augenscheinlich die Einrichtung des englischen Mikroskopes, Fig. 6. Dasselbe hatte drei Linsen: unten das Objektiv, bei C D ein Mittelglas und bei B C das Okular. Die obere Oeffnung konnte, wie auch bei den anderen Mikroskopen, durch eine Staubkappe geschlossen werden. Die grobe Einstellung geschah durch Verschieben des Messingringes K,

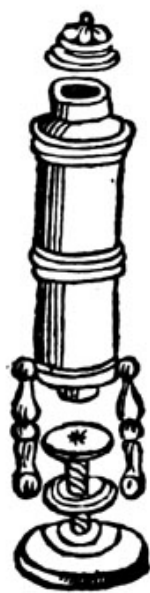


Fig. 112.



Fig. 113.

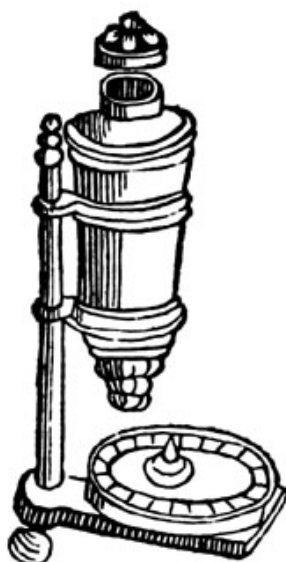


Fig. 114.

Drei zusammengesetzte Mikroskope nach Zahn (1701, 2. Aufl. von oculus artificialis).

feststellbar durch die Schraube N. Durch die Vorrichtung bei J konnte das Mikroskoprohr schräg gestellt werden; P ist der mehrerwähnte Objektisch, M L eine stählerne Feder. Neben diesen Mechanismen konnte auch noch das Ein- und Ausziehen der Tuben für die Einstellung verwerthet werden. Etwas anders im Stativ waren die drei Mikroskope Fig. 112, 113 und 114, deren Skizzen der zweiten, 1701 erschienenen Auflage von Zahns oculus artificialis entnommen sind (p. 537). Die Mechanik des Objektisches bei Fig. 112 und 113 war etwas vollkommener und aus Fig. 115 ohne weitere Beschreibung verständlich. Bei Fig. 113 ist die dritte Stütze des nach Art des Griendl'schen Mikroskopes gebauten Stativs fortgelassen. Die innere Einrichtung auch dieser Instrumente dürfte wie bei den vorigen gewesen sein. Zahn giebt übrigens für verschiedene Mikroskope mit zwei, drei und vier Linsen deren Brennweiten, Durchmesser und zweck-

mässige Entfernungen in mehreren Tabellen ganz genau an, Vieles aus des Dechales Dioptrica entlehrend.

Schliesslich sei von den Mikroskopen bei Zahn noch das aus der 2. Auflage des oculus artificialis in Fig. 115 abgebildete erwähnt, das vier Linsen enthielt und welches er selber konstruirt hat. Er sagt, es sei „eximiae bonitatis“. Die Zusammensetzung des Stativs erhellt ohne Weiteres aus der Figur. Die Einstellungsmechanismen sind: die Schraubengänge der Säule N O, die Bewegungen des Objektisches P Q und die Schraubengewinde an dem Theil B des kurzen Tubus. Das Objektiv bestand aus einer unteren Bikonvexlinse von  $\frac{10}{100}$  röm. Fuss Durchmesser, und einer unmittelbar darüber, mit der Konvexität nach unten gerichteten Plankonvexlinse von gleichem Durchmesser, war also ein Doublet; etwa in der Mitte des Tubus

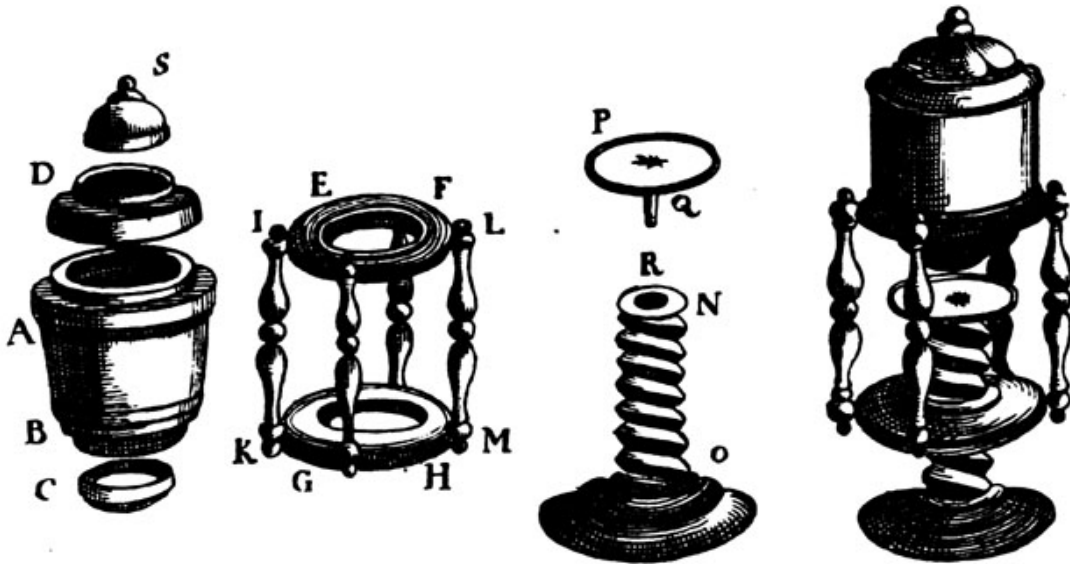


Fig. 115. Mikroskop des Joh. Zahn, nach eigener Angabe verfertigt, mit vier Linsen (1701).

war eine bikonvexe Kollektivlinse von  $\frac{20}{100}$  röm. Fuss Durchmesser und oben ein mit der Konvexität nach unten sehendes,  $\frac{30}{100}$  bis  $\frac{35}{100}$  röm. Fuss breites Okular eingesetzt. In der hohlen Säule konnten allerhand kleine Instrumente untergebracht werden, die an Stelle des planen Objektisches oder auf demselben zur Fixirung geeigneter Gegenstände, wie kleiner lebender Thiere etc., dienten.

Wie man sieht, waren die Stative der damaligen Mikroskope recht mannigfach in Form und Anordnung der einzelnen Theile. Sie unterscheiden sich von dem ältesten Instrumente Janssens und von ihren Nachfolgern der nächsten Jahrhunderte auch noch durch das Material, aus welchem sie verfertigt wurden. Einzelne Theile, wie Schrauben, Klemmhülsen, Federn u. ä. waren aus Messing, Kupfer, Eisen oder Stahl. Die Linsen wurden häufig durch federnde Drahringe festgehalten. Für die Fussplatten, Stativsäulen, Schrauben kam gewöhnlich hartes Holz zur Verwendung. Die Endfassungen der Rohre, die



Deckel, Objektischchen etc. machte man aus Ebenholz, Buchsbaum, Horn, Elfenbein, Knochen etc. Die Tuben selbst verfertigte man aus Pappe, zusammengeleimtem Carton oder Papier, und überzog sie öfter mit Stoffen, mit Leder oder auch mit dünnen Metallfolien. Dieselben Materialien waren für die älteren Fernrohre in Gebrauch. Zahn widmet dieser Technik in dem vielcitirten Buch *fundamentum III, syntagma III*, das zehnte Kapitel, p. 612—629, in welchem auch die Firnisse, Klebemittel, Farben etc. genau abgehandelt werden.<sup>1)</sup>

Zahns Mikroskope waren gegenüber denen aus dem Anfang des siebzehnten Jahrhunderts unzweifelhaft vollkommener. Allerdings erstrecken sich die Verbesserungen vornehmlich auf das Stativ und auf gewisse, von seinen Vorgängern eingeführte Linsenkombinationen. Wir können ferner wohl annehmen, dass Zahns *oculus artificialis*, besonders die zweite Auflage von 1701 den Stand der damaligen Kenntnisse und Erfahrungen über die Mikroskope, deren Bau und über

---

<sup>1)</sup> Dass die Technik des Mikroskopbaus auch zur Poesie begeistern kann, beweisen nachstehende Distichen, welche Zahn auf das Mikroskop (und Fernrohr), als das „*donum nobile vitrum magnificum, amoris candidi illustre Symbolum*“ etc. verfasst und der Vorrede seines Werkes vorausgeschickt hat:

Practica selectis Neptuni e littore arenis  
Et minimo magnum pulvere format opus  
Jam vitrum curvat lectis informe lapillis,  
Perfectoque rudes aptat in aere globos  
Jam calcem exusti stanni, Tripolisve terendo  
Admoven et tenui vitra serenat humo.  
Mox alia facit arte tubum, quem cingit eburnus  
Cortex, aut caesi cornua trunca bovis.  
Vel flavo buxus circumligat undique serto  
Junctave viscoso glutine charta premit.  
Dy! quanta in simili miracula clausa canali  
Attonitos hominum mentem, oculosque tenent!  
Namque ubi crystallo propiori lumine vultum  
Apponis, coelum, terraque tota patet.

Deutsch etwa:

Emsig verfertigt die Kunst aus Sand vom Gestade des Meergott's  
Aus unscheinbarem Staub kühn ein herrliches Werk!  
Krümmung verleiht sie dem Glas, dem rohen, durch passenden Schleifstein,  
Fügt die Linse dann ein sorgsam geglättetem Erz,  
Fördert durch Asche vom Zinn und durch Reiben mit Tripel die Glättung,  
Giebt durch unfühlbaren Staub schliesslich dem Glas Politur.  
Dann wird der Tubus gemacht und mit Elfenbein aussen umrandet,  
Oder mit Säumen von Horn, stammend vom Schädel des Rind.  
Auch wird der Tubus umgürtet mit gelblichem Holze vom Buxbaum;  
Fest hält dieses vereint Pappe mit Kleister und Leim.  
Gott! welche Wunder erschliesst ein so verfertigtes Rohr nicht!  
Staunen ergreift den Geist, bannet das menschliche Aug'.  
Denn wenn das Auge du hältst an die oberste Linse des Rohres  
Thut sich der Himmel dir auf, schaust du die Wunder des All!

die Theorie ihrer Bilder wiedergibt. Es erscheint daher am Platze, einige Sätze der Zahn'schen Auffassung über die Mikroskope etc. kurz anzuführen. Man wird erkennen, dass Manches davon auch heute noch gilt.

In dem mathematisch-optischen Abschnitt giebt er die Regeln zur Konstruktion von einfachen und zusammengesetzten Mikroskopen an. Von den zusammengesetzten Mikroskopen berücksichtigt er solche mit zwei, drei und vier Linsen besonders eingehend. Ueber diese Instrumente mit mehreren Linsen stellt er am Schluss von Kap. III die Sätze auf:

1. Je mehr Linsen kombiniert werden, desto reiner und durchsichtiger soll das Glas sein.

2. Die Apertur der kleinen Objektivlinsen darf nicht zu gross bemessen werden, weil Strahlen, welche mehr als 20 Grad von der Achse abweichen, nicht mehr „probe uniuntur“ und bei zu weiter Oeffnung die Bilder regenbogenfarbene Säume haben.

3. Die Objekte müssen kräftigst beleuchtet werden; durch die starke Vergrösserung wird die so wie so geringe Lichtmenge, welche die kleinen Gegenstände aussenden, derart „auseinandergezogen“ (valde distrahi ist der Ausdruck), dass die Bilder kaum kräftig genug für das Auge werden.

4. Die Anpassung des Mikroskops für die verschiedenen Augen kann geschehen durch Verschieben des Okulars oder des Objectes.

5. Die beste Entfernung der Linsen von einander ist praktisch auszuprobiren.

Im praktisch-mechanischen Theil finden sich noch folgende Sätze (zum Theil das Vorige wiederholend):

1. Bei den Mikroskopen aus zwei Linsen wird durch Vergrösserung des Abstandes beider das Bild zwar grösser, aber auch um so „obscurior“, durch Annäherung kleiner, aber „clarior“.

2. Im Allgemeinen haben die zusammengesetzten Mikroskope ein kleines Gesichtsfeld. Die Benutzung eines Okulars aus zwei Linsen vergrössert dasselbe. Die richtige Stellung des Okulars ist auszuprobiren. Die „lens media“ soll einen grösseren Durchmesser und eine stärkere Krümmung haben als die eigentliche Okularlinse.

3. Die Objektivlinse darf keine zu grosse Apertur haben; vgl. das vorhin Gesagte.

4. Das Object soll etwas über oder unter dem Brennpunkt der Objektivlinse stehen, je nach dem Mikroskop.

5. Die Okulare dürfen nicht etwa so angebracht werden, dass sie die Unvollkommenheiten der Mittellinse aufdecken; ihre richtige Stellung ist vorsichtig auszuprobiren.

Nun folgen Zahlenangaben über die Brennweiten, Durchmesser und Entfernungen der Linsen für die einzelnen Mikroskope. Wie schon erwähnt, ist das Meiste von Dechales entlehnt.

Die Armirung eines Mikroskopes mit mehreren Objektiven verschiedener Stärke zum Wechseln scheint Zahn nicht gekannt zu haben, obschon diese Praktik schon von Sturm 1672 in seinem Collegium experimentale beschrieben wurde und Zahn das betreffende Instrument oder ein demselben fast gleiches abbildet. Allerdings erwähnt Zahn, dass es nicht zweckmässig sei, starke aber lichtschwache Vergrösserungen für Objekte anzuwenden, die man deutlicher mit schwächeren Vergrösserungen sehen könne.

Die Mittheilungen Sturm's über diese Art, die Mikroskope mit verschiedenen Objektiven auszurüsten, beziehen sich auf ein englisches Mikroskop und zwar dasselbe, welches Zahn auf der Fig. 111 wiedergegebenen Tafel unter No. 6 abbildet. Sturm beschreibt in dem schon früher citirten tentamen XV seines collegium experimentale der Reihe nach die von ihm bei seinen Demonstrationen benutzten Instrumente, deren zunächst drei an der Zahl waren, das alte, einfache, in Fig. 18 nach Ledermüller von mir reproduzirte, ferner ein zusammengesetztes mit drei Linsen: bikonvexes Objektiv, plankonvexes Mittelglas, plankonvexes Okular, und drittens ein zusammengesetztes, gleichfalls mit drei Linsen, von denen nur das Mittelglas plankonvex, die anderen beiden bikonvex waren. Sturm giebt Grössen, Brennweiten und Entfernungen der Linsen genau an, einschliesslich der Leistungen, welche bei dem letzterwähnten die besten gewesen sein sollen. Später lernte Sturm aber ein Mikroskop kennen, welches ihm augenscheinlich mehr imponirte und deshalb in seinem Werk in natürlicher Grösse abgebildet sowie eingehend beschrieben wurde. Es ist dies das vorerwähnte englische Instrument mit einem Satz von vier verschiedenen Objektivlinsen. Sturm fand das Mikroskop im Privatkabinet seines vornehmen Mitbürgers Georg Friedrich Behaim, damaligen Senatoren und Scholarchen von Nürnberg.<sup>1)</sup> Der zusammengesetzte Tubus mass vom Scheitel der Okularkappe bis zur Objektivlinse nahezu 30 Centimeter, war also grösser als das vorerwähnte Hooke'sche Instrument, Fig. 106. Die Zahn'sche Abbildung stimmt mit der Sturm'schen ziemlich überein, nur fehlt daran unten bei E das an dieser Stelle angeschraubte verjüngte Objektivröhrchen; auch die Vorkehrung zum Umlegen des Mikroskops ist bei Sturm etwas anders. Der horizontale Arm, welcher an einem Ende den Ring E zur Aufnahme des Tubus trägt, ist bei Sturm rund

---

<sup>1)</sup> Nachkomme des berühmten, durch das Denkmal in seiner Vaterstadt verewigten Martin Behaim.

und steckt, um seine Achse drehbar, bei J in dem Hohlstück. Sturm rühmt die solide und elegante Ausstattung des Instrumentes. Die Fussplatte war aus Holz, die Stativsäule aus Eisen und daran verschiebbar die Messinghülse K, welche in jeder Stellung sowohl durch die stählerne Feder M L wie durch die Schraube N fixirt werden konnte. Der Obertheil des Mikroskopes, die beiden Mittelringe bei C D und der Untertheil bis zur Schraube waren aus Ebenholz gedreht. Die Zwischenstücke des Tubus waren aus Pappe mit Pergament überzogen und aussen schön verziert. Eingeschoben war der Tubus überall doppelt und konnte sowohl oben wie in der Mitte ausgezogen werden. Die Okularlinse war bikonkav und bei BC eingesetzt. Der darüber befindliche Theil des Aufsatzes konnte abgeschraubt werden. Das Mittelglas, plankonvex, die Konvexität nach unten, lag bei CD und wurde nach Abschrauben der oberen Tubushälfte freigelegt. Auf dem Boden des (nicht mit abgebildeten) abschraubbaren Objektivröhrchens wurde nun je nach Bedarf eine der vier Objektivlinsen eingesetzt, von denen zwei plankonvex, zwei bikonvex waren und verschiedene Vergrößerungen lieferten.<sup>1)</sup> Bemerkenswerth ist, dass bei allen Linsen dieses Mikroskopes die Randpartie senkrecht (also parallel der optischen Achse) abgeschliffen war. Uebrigens soll der Effekt des Mikroskopes bei Anwendung der stärksten bikonvexen Objektivlinse sich nach Sturm von dem seines dritten Mikroskopes wenig unterschieden haben. Beim Experimentiren mit diesen kleinen Linsen kam Sturm, wie er schreibt, auf den Gedanken, zwei derselben zu einem Doublet zu kombiniren, und zwar schaltete er über der stärksten bikonvexen die schwächste plankonvexe ein, um so die stärkste Vergrößerung mit der grössten Lichtstärke zu vereinen. Da der Erfolg einigermaßen zufriedenstellte, that er dasselbe auch bei seinen eigenen Mikroskopen mit zwei Bikonvexlinsen verschiedener Krümmung. Der Erfolg soll nach Vergrößerung und Schärfe überraschend gewesen sein.<sup>2)</sup> Den Verfertiger dieses englischen Mikroskopes nennt Sturm nicht, jedoch geht aus dem Zusammenhang und dem index rerum hervor, dass es ebenfalls der berühmte Hooke gewesen sein soll.<sup>3)</sup>

Auf Zahn's und Sturm's Angaben für die Prüfung der Mikroskope und ihrer Vergrößerungen komme ich an anderer Stelle zurück.

Wenn man bedenkt, dass die Benutzung des einfachen Mikroskops zum Arbeiten mit durchfallendem Licht damals längst be-

---

<sup>1)</sup> Hinsichtlich dieser sowie der genauen Angaben über Dimensionen, Brennweiten etc. der Linsen verweise ich auf das Original.

<sup>2)</sup> l. c. p. 145 unter phaenom. VI.

<sup>3)</sup> Unter M: *microscopii cujusdam Anglicani ab Hooekio fabrefacti peculiaris descriptio ac delineatio*. Hooke erwähnt l. c. dies Instrument aber nicht.

kannt war, dann erscheint es schwer begreiflich, weshalb nicht auch die zusammengesetzten Mikroskope für diese Beobachtungsweise allgemein eingerichtet wurden. Das nächste Kapitel soll über die Weiterentwicklung des zusammengesetzten Mikroskopes auch nach dieser Richtung Angaben bringen.

---

## Achtes Kapitel.

---

### **Das zusammengesetzte Mikroskop im siebzehnten Jahrhundert.**

(Fortsetzung.)

Es lässt sich nicht genau bestimmen, wann und wo die von Zahn abgebildeten und im vorigen Kapitel beschriebenen Mikroskope gefertigt wurden; Angaben darüber fehlen. Einige der Instrumente dürften wohl bis in die ersten Jahrzehnte des siebzehnten Jahrhunderts zurückreichen, während das kurze, von Zahn selbst angegebene Instrument, Fig. 115, in die 80er Jahre gehört. Auch bei den jetzt zu schildernden Mikroskopen fehlt die genaue Zeitbestimmung. Obschon dieselben, wie wir sehen werden, im Vergleich zu denen bei Zahn mehrere nicht unwesentliche Verbesserungen aufweisen, müssen wir doch die Möglichkeit zugeben, dass sie gleichzeitig neben den unvollkommeneren entstanden und gebraucht sind.

Schon im vorigen Kapitel erwähnte ich, dass die Einrichtung des zusammengesetzten Mikroskopes zu Beobachtungen mit durchfallendem Licht von Tortona eingeführt und von Bonanni<sup>1)</sup> zu einer gewissen Vollkommenheit gebracht wurde. Carolus Antonius Tortona,<sup>2)</sup> nach Bonanni Alexandri VIII Summi Pontificis extra muros camerarius, demonstirte 1685 ein neues, etwa vier Zoll<sup>3)</sup> langes Mikroskop, welches zu Beobachtungen im durchfallenden Licht eingerichtet war, was, wenigstens für das zusammengesetzte Mikroskop, damals für neu galt.<sup>4)</sup> Hieronymus Ambrosius Langenmantel veröffentlichte 1688 in den zu Nürnberg gedruckten *miscellanea curiosa*

---

<sup>1)</sup> Bonanni, *micrographia curiosa*, Romae 1691 (vgl. Literatur-Verzeichniss).

<sup>2)</sup> Nach Bonannis Schreibweise: Tortoni.

<sup>3)</sup> *Parvum Microscopium, longitudinis unciarum quatuor Romani palmi.* (*Miscellanea curiosa etc. decur. II. ann. 7 1689, p. 444* — vgl. Lit.-Verz.)

<sup>4)</sup> l. c. „Hoc novum Artificii genus opticeorum vitrorum opifices ad similia struenda incitavit“. — Diese neue Art von Kunstwerk regte die Inhaber optischer Werkstätten an, ähnliche Instrumente zu verfertigen.

der Kaiserlichen academia Leopoldina die Abbildung und ausführliche Beschreibung des Tortona'schen Instrumentes, Fig. 39 und 40 der faksimilirten Tafel Fig. 116. Dasselbe besass zwei bikonvexe Linsen

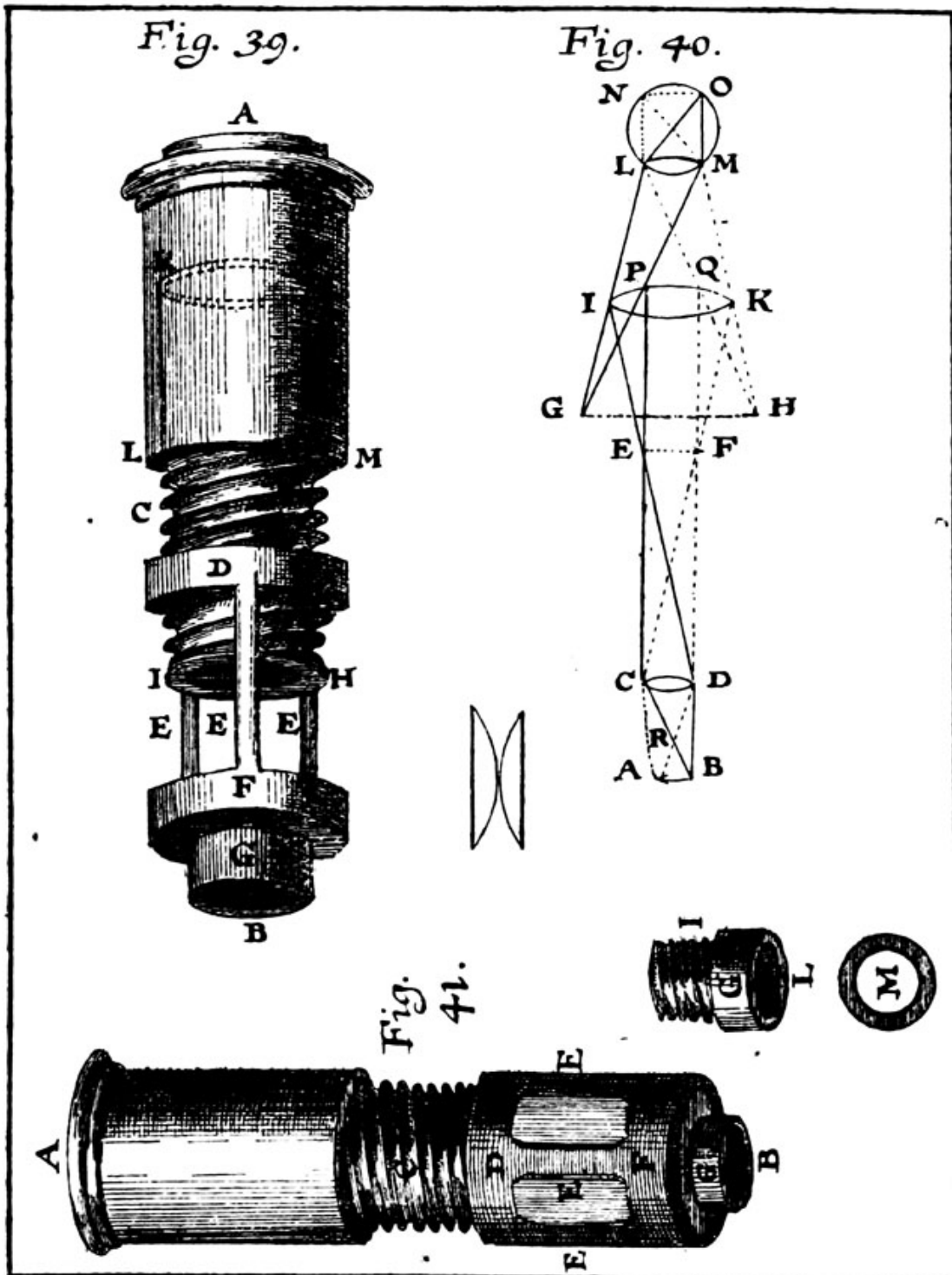


Fig. 116.

Fig. 39. Mikroskop des Tortona  
 Fig. 40. Dessen innere Einrichtung  
 Fig. 41. Mikroskop des Campana } nach Langenmantel, 1685/89.

(Fig. 40/116), ein Objektiv C D, Krümmungshalbmesser beiderseits  $\frac{10}{100}$  röm. Fuss, ein Okular J K ( $\frac{20}{100}$  bis  $\frac{25}{100}$ ). Langenmantel schlägt vor, um die farbigen Bildsäume zu vermeiden, statt dessen