

Die Mikroskope und ihr Gebrauch, oder, Vollständiges Handbuch der Mikrographie : erhaltend eine Beschreibung der neuesten Methoden und Apparate zu mikroskopischen Beobachtungen / von Charles Chevalier ; bearbeitet und mit Anmerkungen, sowie mit einer Abhandlung über die katadioptrischen Linsen versehen von Friedr. Sylv. Kerstein.

Contributors

Chevalier, Charles, 1804-1859.
Kerstein, Friedr. Sylv.

Publication/Creation

Ouedlinburg : Basse, 1864.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/dy3mnzzx>

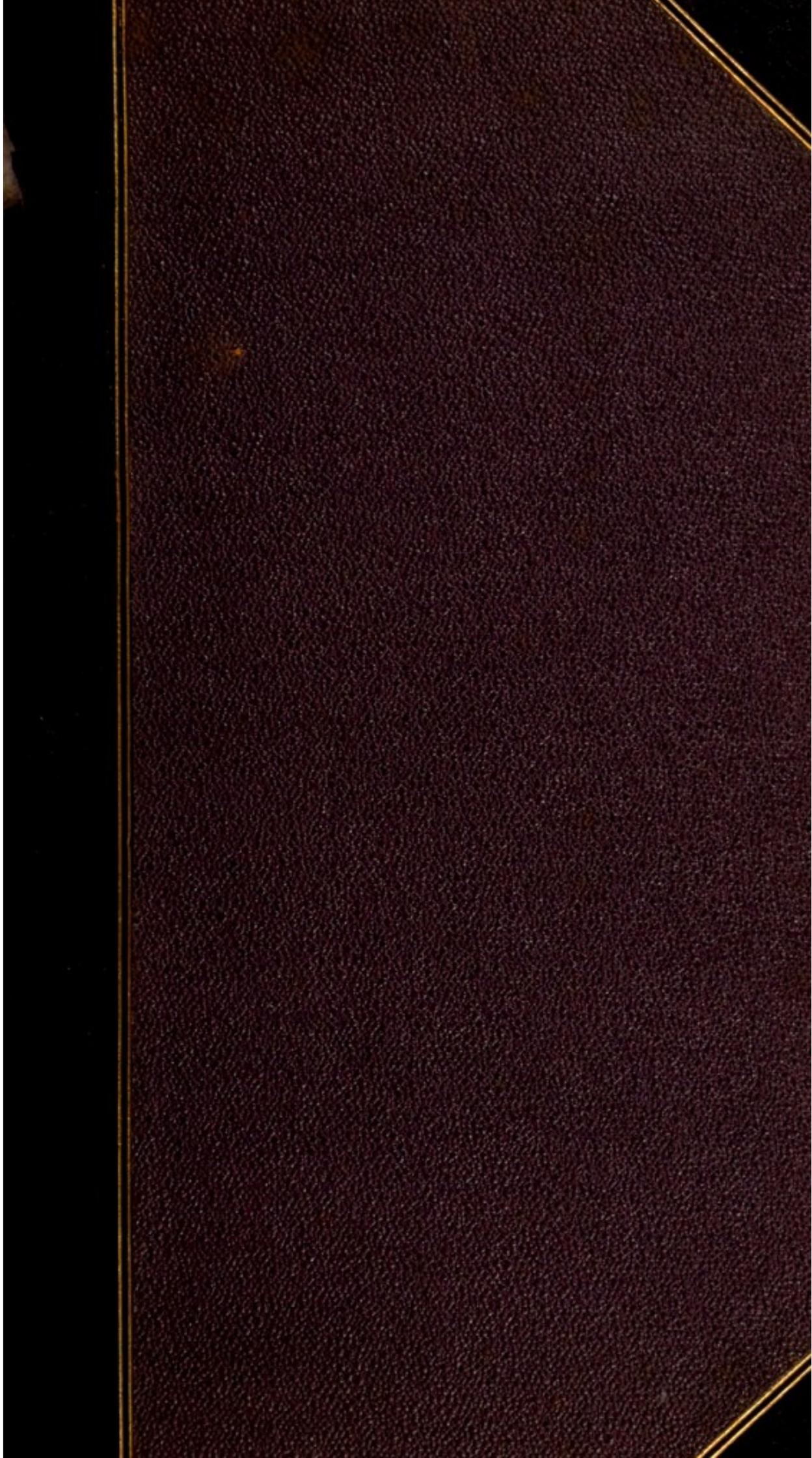
License and attribution

This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.

**wellcome
collection**

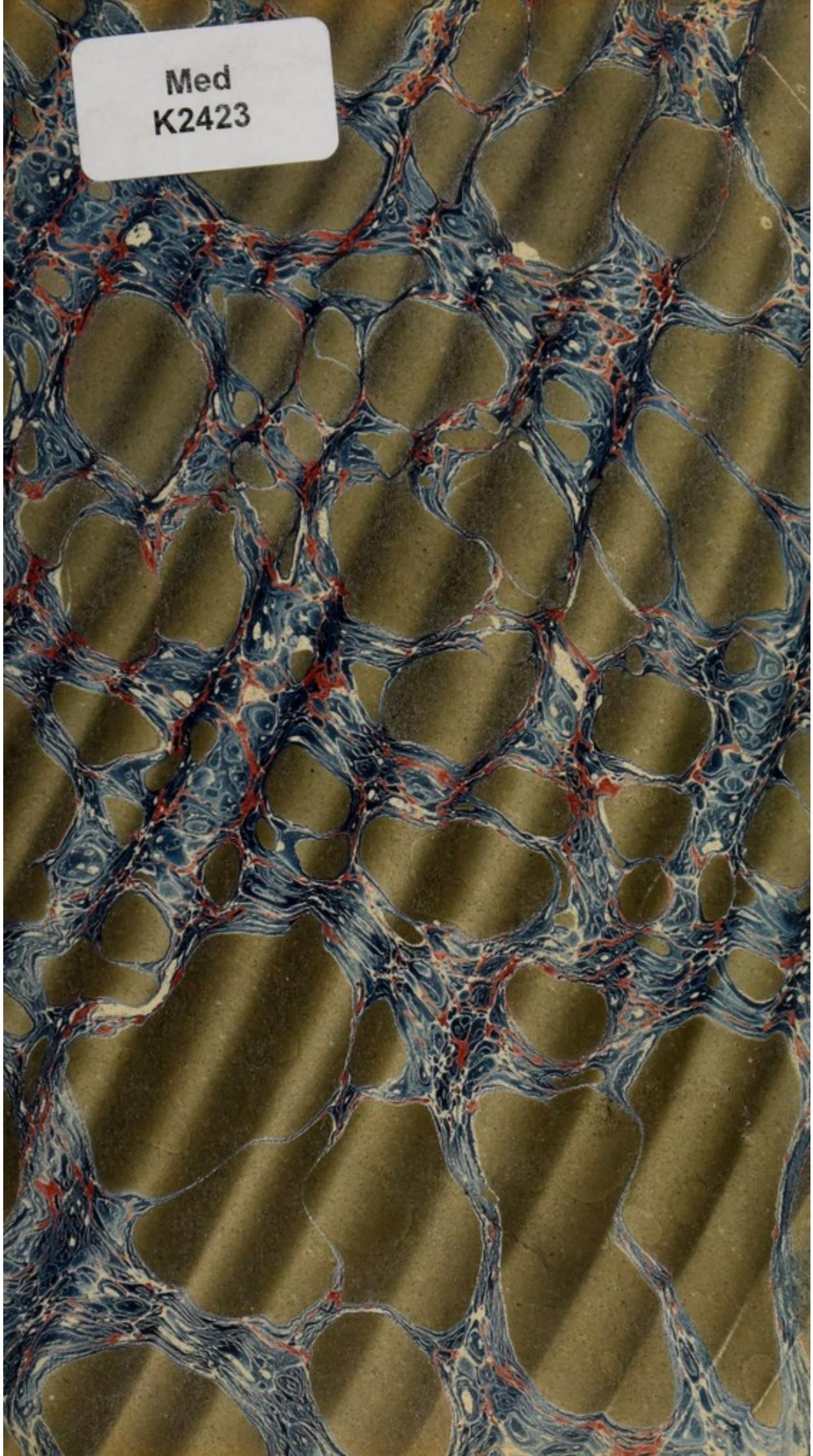
Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
<https://wellcomecollection.org>



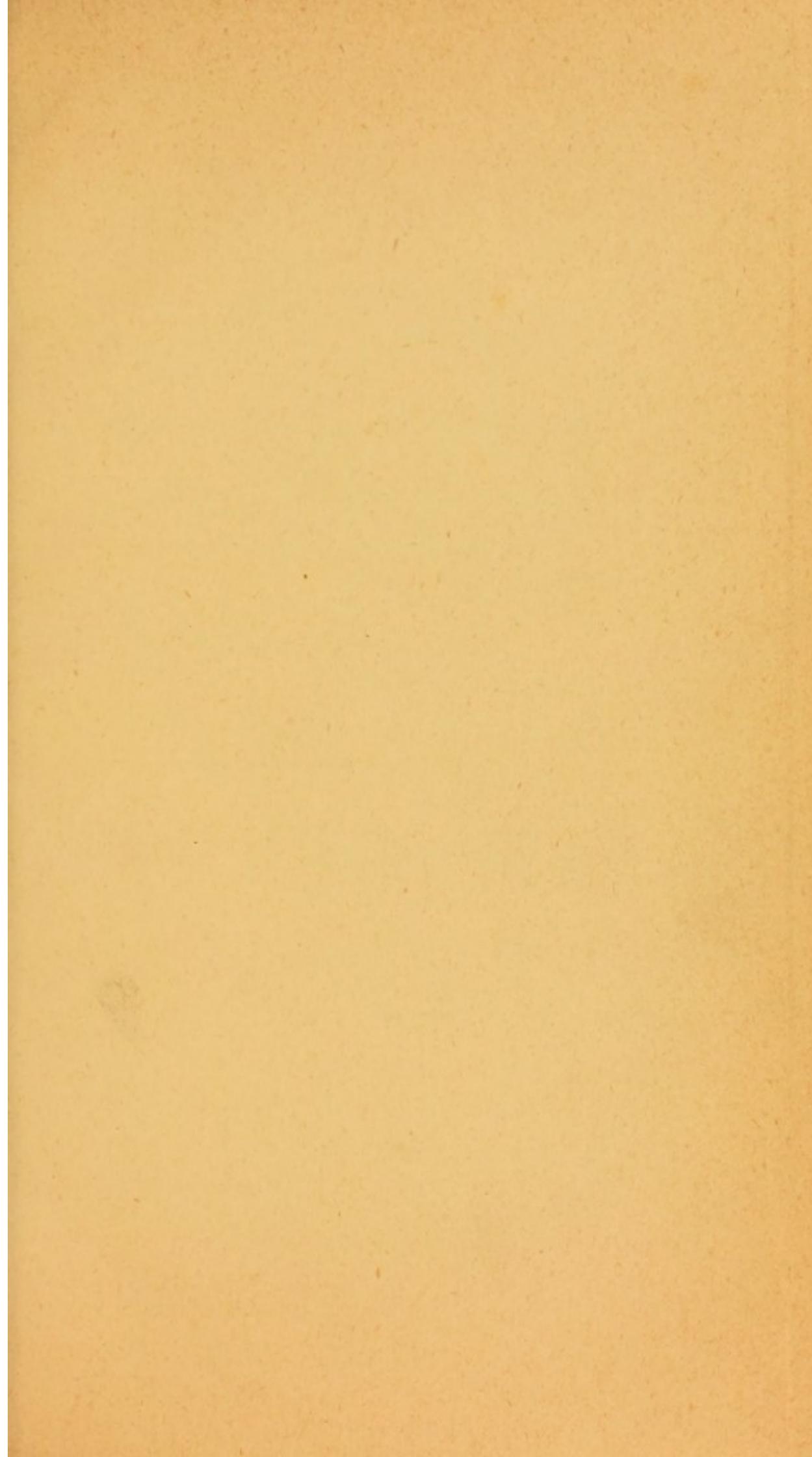


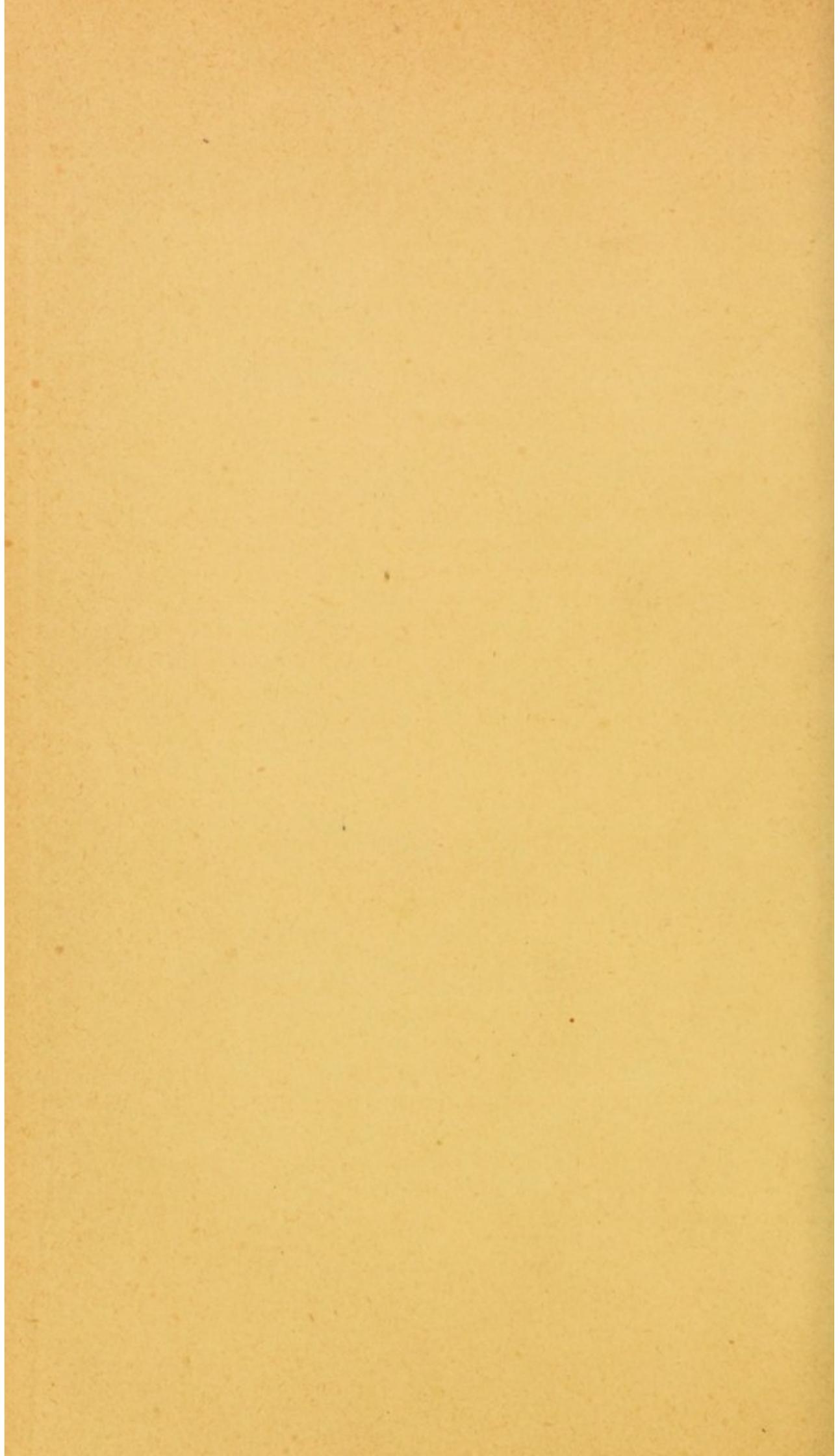
22102075393

Med
K2423



23





76743

Die Mikroskope

und ihr Gebrauch.

Oder

vollständiges Handbuch der Mikrographie,

enthaltend

eine Beschreibung der neuesten Methoden und Apparate zu
mikroskopischen Beobachtungen.

Von

Charles Chevalier,

Ingenieur · Optikus, Mitglied der Société d'Encouragement u. s. w.

Bearbeitet und mit Anmerkungen, sowie mit einer Abhandlung
über die katadioptrischen Linsen versehen

von

Friedr. Sylv. Kerstein, Dr. phil.,

Architect, Polytechniker, geprüfem Lehrer für das höhere Lehrfach der Mathem. und
Naturwissenschaften in Hildesheim.

Zweite Ausgabe.

Mit 6 Tafeln Abbildungen.

Quedlinburg.

Druck und Verlag von Gottfr. Basse.

1 8 6 4.

Die Mikroskopie

aus der Schweiz

1940/556.

Vollständiger Band der Mikroskopie

4792

Charles G. Schindler

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY	
Coll.	welMOrnec
Call	
No.	QH.

Vorrede des Uebersetzers.

Charles Chevalier, bekannt als höchst ausgezeichnete praktischer Optiker, besonders rücksichtlich der Vervollkommnung der Mikroskope, der Verrfertiger der Instrumente, womit Ehrenberg (siehe Anhang) seine schönen Entdeckungen über die vollkommene Organisation der Infusorien, Dujardin die der von allen andern Beobachtern übersehenen peitschenförmigen Filamente derselben machte, und deren die ersten Physiker und Naturforscher sich gegenwärtig bedienen, hat in diesem Werke eine Anweisung zum Gebrauche des Mikroskops gegeben, die von einem wissenschaftlichen Praktiker ausgegangen, auch wirklich praktisch ist. Der Vortrag ist im höchsten Grade deutlich, eine Eigenschaft, der man gern eine übertriebene Eleganz oder Correctheit opfert; auch nicht die geringsten Details der Manipulation sind vergessen, so daß der Leser durch dieses Buch ohne weitere Anweisung in den Stand gesetzt wird, selbst die schwierigsten mikroskopischen Untersuchungen anstellen zu können.

Ohne Uebertreibung kann man deshalb behaupten, daß dieses Werk alle sonst unter ähnlichen Titeln erschienenen so sehr übertrifft, daß selbst ein Laie bei der Vergleichung diese Thatsache bestätigt finden wird.

Der berühmte De Brébisson hat durch seine schätzbare Abhandlung dem Werke einen besondern Werth gegeben.

Was meinen Antheil betrifft, so bin ich bei der Uebersetzung in der Regel streng dem Originale gefolgt; wo es mir nöthig schien, habe ich die fehlende Literatur beigelegt, und Auszüge oder Anführungen aus deutschen Schriftstellern nicht zurück übersehen mögen, dieselben vielmehr ausführlicher nach den Originalen selbst bearbeitet; auch manche eigene Erfahrung enthalten die Noten.

Die beigelegte Abhandlung über die Katadioptrischen Linsen enthält theils eine weitere Ausführung mehrerer im Buche selbst vorkommender Sätze, theils einen Gegenstand, der, meines Wissens, noch in keinem Lehr-

buche der optischen Wissenschaften behandelt ist, und für die Praxis noch von Wichtigkeit werden kann. —

Die Correctur und Revision des Druckes habe ich nicht selbst vornehmen können.

Hildesheim, den 1. November 1842.

Dr. Kerstein.

V o r r e d e .

Seit dem Ende des sechszehnten Jahrhunderts bis auf die gegenwärtige Zeit, seit der Kindheit dieses Instruments, bis zu dem Zustande von Vollkommenheit, welchen es jetzt erreicht hat, sind zahlreiche Abhandlungen und mehr oder minder wichtige Werke über die Einrichtung und Anwendung der Mikroskope erschienen. Einige von diesen Werken haben die berühmtesten Gelehrten zu Verfassern, alle, im Allgemeinen, sind von durch ihre Gelehrsamkeit ausgezeichneten Männern.

Wenn der Leser diese Zeilen überblickt, wird ihm ein sehr natürlicher Gedanke in den Sinn kommen. In der That, wenn so viele Arbeiten über die Mikroskope vorhanden sind, wenn sie der Welt sich mit dem Siegel eines glänzenden Rufes geschmückt darstellen, wozu dieses neue Werk, welchen Zweck hat dieses Buch?

Dieser Einwurf hätte mich sogleich zurückschrecken müssen, als ich die Feder ergriff. Keinesweges; aus dem Gegenstande selbst will ich ihn beantworten, damit man mich nicht des Eigendünkels beschuldige, denn, weit entfernt, kühnlich zu behaupten, mit meinen Meistern in die Schranken treten zu wollen, habe ich mir die bescheidenste Aufgabe vorbehalten; ich habe die gewählt, welche sie zu verschmähen geschienen haben.

Eine sorgfältige Prüfung der zahlreichen Mikrographien, denen ich ein besonderes Studium gewidmet habe, hat mir bewiesen, daß alle diese ausgezeichneten Arbeiten eine mehr oder minder große Lücke zeigen. Deffnet man die Mikrographien, die mikroskopischen Cabinets u., durchläuft die verschiedenen Capitel, schließt das Buch und stellt sich dann an ein

Mikroskop, so sind augenblicklich tausend Schwierigkeiten vorhanden, deren Lösung man vergebens in der zum Führer gewählten Abhandlung sucht.

Täglich wird die Wahrheit dieser Behauptung durch neue Proben bekräftigt.

Hat man eine gute Anleitung zum Gebrauche der Mikroskope?

Giebt es eine sichere Anleitung, welche lehrt, das Instrument vor den anzustellenden Beobachtungen in den gehörigen Stand zu bringen? Wenn die Grundlage unvollständig und fehlerhaft ist, so muß sicher die erwartete Wirkung mit darunter leiden. Ich habe es gesagt, täglich richtete man diese Fragen an mich, und eben so oft war ich unfähig, sie zu beantworten. Fordert man von mir Erklärung über diese Thatsache, so muß ich erwiedern: — Die Schriftsteller, welche über das Mikroskop geschrieben haben, haben uns zwar die optische Theorie des Instruments und ins Einzelne gehende Bemerkungen über den mechanischen Theil desselben gegeben; aber sobald man den wissenschaftlichen oder experimentalen Theil des Werkes in's Auge faßt, so haben sie gerade unterlassen, uns den Weg zu zeigen, dem wir folgen müssen, um zu den Resultaten zu gelangen, welche sie uns mit so vieler Sorgfalt vorzeigen. —

In einigen alten Werken findet man oft genaue Angaben, aber wer würde wol die Geduld haben, mehrere oft sehr seltene Werke durchzublätern, um einige unvollständige Wahrnehmungen zu finden, welche unter einem unverständlichen Wortschwallen begraben sind. Die Alten waren nicht Freund davon, ihre Geheimnisse mitzutheilen, oder sie übergaben sie der Neugierde des Publikums eingehüllt in ein mystisches Gewand, womit die cabbalistischen Studien die meisten Productionen jener Zeit bekleideten; anderweitig aber würden auch diese Unterweisungen bei unseren neuen Instrumenten und ihrem Zubehör nicht mehr genügen. Unter den neuern Schriftstellern giebt es zwar welche, die ihre Aufgabe besser gefaßt haben, aber ihre Lehren sind nicht in einem einzigen Worte vereinigt, bald lassen sie sich zur Bewunderung, bald zur Kritik hinreißen; sie führen uns eine Menge von Combinationen vor, welche sich am Ende verwirren, gegenseitig verdunkeln und in unserm Geiste ein ungeordnetes Chaos und ein peinliches Gefühl hinterlassen. Wenn aber dennoch Jemand Ausdauer genug besitzt, wenn sein Verstand diesen Kampf siegreich besteht; zu welchem Resultate wird er gelangen? . . .

Diese Gedanken haben mich lange Zeit beschäftigt; ich hatte Mühe, das ungeduldige Verlangen, welches zur Vollendung dieses Werkes trieb, zu unterdrücken; die Materialien häuften sich immer mehr an, und bald konnte ich nicht mehr widerstehen. — Das Verlangen nach Unterweisung ward immer

dringender; man drang in mich, die Resultate meiner Nachforschungen zu veröffentlichen, und ich gab endlich nach, auf der einen Seite den Vorwurf des Egoismus befürchtend, auf der andern bedroht, daß mein Versuch als zu ehrgeizig und über meine Kräfte angesehen werden möge.

Der dem Werke vorangehende historische Theil hat lange und sorgfältige Nachforschungen erheischt; ich habe deswegen eine große Zahl wenig bekannter und schwer zusammen zu bringender Werke durchsehen müssen; man wird aber auch gewiß nirgend eine so vollständige Geschichte des Mikroskops als diese finden. Diese Nachforschungen bilden meines Erachtens die zweckmäßigste Einleitung. Die Capitel über das einfache und zusammengesetzte Mikroskop enthalten interessante Details über die Apparate und ihre Theorie, und am Schlusse den modus agendi oder die Handgriffe bei den Operationen.

Die Beleuchtung schien mir ein besonderes Capitel zu verdienen. Dieser für den Erfolg der Beobachtungen so wichtige Theil ist erst seit Kurzem behandelt, und meine Arbeit wird einen genauen Begriff von den neuern Versuchen und ältern Erfahrungen geben.

Die Polarisation, die Zubereitung der Objecte, die Beobachtungs-Methoden, die Wahl der Prüfungsobjecte (Test-objects), die Mikrometrie, die Zeichnung der Objecte u. s. w. vervollständigen das Werk.

So ist denn diese Arbeit dem Richterstuhle der Publicität übergeben; wenn sie glücklichen Erfolg erlangt, wenn sie die Wissenschaft gemeinverständlicher macht, so bin ich für meine Mühe genügend entschädigt; würde sie aber unglücklicherweise unter die Zahl der unnützen Werke kommen, so werde ich das Urtheil mit Muth ertragen, und neue Studien lassen mich vielleicht dahin gelangen, diesen ersten Mißgriff wieder gut zu machen.

I n h a l t.

	Seite
Vorrede des Uebersetzers.	III
Vorwort.	IV
Historische Untersuchungen über den Ursprung und die Fortschritte des Mikroskops.	1
Vorbegriffe.	13
Vom Lichte. Von der Katoptrik oder den Gesetzen der Reflexion des Lichtes. Reflexion ebener Flächen. Reflexion concaver Flächen. Von der Dioptrik oder dem Durchgange des Lichts durch durchsich- tige Körper. Von den Glaslinsen. Refraction des Lichts in den Menisken. Von der Entstehung der Bilder durch die Linsen, und ihrer Vergrößerungskraft. Von der sphärischen Aberration. Vom Achromatismus oder der Aufhebung der Farbenzerstreuung.	—

Erstes Capitel.

Vom einfachen Mikroskope.

Theorie des Instruments. Linsen von Flüssigkeiten. Geschmolzene Glaskügelchen und ihre Verfertigung. Biconvexe Linsen. Linsen von Diamant und andern Edelsteinen. Wollaston's periskopische Doublette. Brewster's mit einer Hohlkehle versehene Glaskugeln. Coddington's Bogelauge. W. Chevalier's Coniopsiden. Wolla- ston's mikroskopische Doublette. Chevalier's Doublette. Des- sen einfaches Mikroskop, Mikroskop für Anatomen, Mikroskop für Augenärzte.	28
---	----

Zweites Capitel.

Das Sonnenmikroskop. — Das Gasmikroskop.

Erfindung des Sonnenmikroskops von N. Lieberkühn. Bervollkomm- nungen von Guff, Nepinus, Zeiher, B. Martin. Adam's Längenmikroskop. Apparate zum Zeichnen in Verbindung mit dem Mikroskope, vom Baron von Gleichen und Dr. Goring. Mi- kroskop zum Durchzeichnen von Vinc. und Charles Cheva- lier's. Der Megagraph. Beschreibung des Sonnenmikroskops. Theorie desselben. Anwendung einer Concavlinse und eines Pris- ma's. Gebrauch des Instruments. Verschiedene Arten, den Schirm zu construiren. Anwendung des Sonnenmikroskops auf Daguerre's Erfindung. Das Gasmikroskop. Gefährlichkeit des ersten Appa- rats. Neue Einrichtung desselben von Hrn. Galy-Gazalat und Charles Chevalier. Anwendung desselben als Gebläse.	38
--	----

Drittes Capitel.

Vom zusammengesetzten Mikroskope.

Seite

Allgemeine Bemerkungen. Vom dioptrischen zusammengesetzten Mikroskope. Dessen Theorie. Achromatismus des Oculars. Historische Details, den Achromatismus betreffend; die Versuche von Charles, Brewster und Fraunhofer. Euler's achromatisches Objectiv. Selligues Zusammenstellung. Das Zusammenleimen der Linsen. Die ersten Objective von Vinc. und Charl. Chevalier und Amici. Das Universal-Mikroskop von Charl. Chevalier. Dessen Vorzüge, Beschreibung und Gebrauch. Von den verschiedenen Stellungen desselben. Chemischer Apparat. Das kleinere Mikroskop, Beschreibung und Gebrauch desselben. Vertikale Mikroskope.

47

Viertes Capitel.

Das katadioptrische Mikroskop.

Newton's Erfindung, die erstern Constructionen von J. Hadley und Robert Baker. Verbesserungen von Smith und William Herschell. Bervollkommnungen von Amici und Dr. Goring. Theorie. Schwierigkeiten der Construction. Die letzten Bervollkommnungen von Dr. Goring und Guthbert. Vernachlässigung dieses Instruments von den Erfindern selbst.

60

Fünftes Capitel.

Von der Beleuchtung.

Allgemeine Bemerkungen. §. 1. Beleuchtung durchsichtiger Objecte. Mehr oder minder durchsichtige Körper. Beobachtung bei verschiedener Beleuchtung. Die 3 verschiedenen Arten der Beleuchtung mit natürlichem oder künstlichem Lichte. Reflectirtes Licht; Aufstellung des Mikroskops, Stellung des Spiegels, Mittel zur Modification des Lichts, ebene und Hohlspiegel, Methode des Hrn. Schulz. Anwendung des Sonnenmikroskops, gefärbte Gläser. Directes und gebrochenes Licht, erste Beleuchtungsart des Dr. Brewster und Wollaston's, Modificationen derselben von Brewster und Goring. §. 2. Von der Beleuchtung undurchsichtiger Objecte. Directes, gebrochenes und reflectirtes Licht. Lieberkühn's Spiegel. Vorzüge des künstlichen Lichtes. Stellungen des Mikroskops bei den verschiedenen Beleuchtungsarten.

63

Sechstes Capitel.

Vom polarisirenden Mikroskope.

Erste Anwendung desselben von Talbot und Brewster. Polarisirende Apparate für einfache und zusammengesetzte Mikroskope. Nicol'sche Prismen. Neue Einrichtung von Charl. Chevalier. Polarisflop zu öffentlichen Vorträgen.

74

Siebentes Capitel.

Von der Anwendung der Camera clara beim Mikroskope.

Seite

Camera clara für das horizontale Mikroskop. Instrumente von Wollaston, Sömmering und Amici. Vorzüge des letzten vor den übrigen. Camera clara für das vertikale Mikroskop. Von der Vertheilung des Lichts.

76

Achtes Capitel.

Die Mikrometrie.

Erklärung der Figuren zur Mikrometrie. Von der Messung der Vergrößerung der Mikroskope und der wirklichen Größe der Objecte. Die Methoden von Leeuwenhock, Jurin und Dr. Hooke. Verschiedene Mikrometer mit Zeigern, das von Fraunhofer. Alle diese Methoden finden keine Anwendung mehr. Anwendung der Camera clara zur Mikrometrie von Amici. Auf Glas getheilte Mikrometer von Le Baillif und Seguiet. Ausmittlung der Vergrößerung und wirklichen Größe der Objecte nach der Methode von Charl. Chevalier. Ausführung derselben beim Sonnen- und einfachen Mikroskope. Messung der Vergrößerung, beim horizontalen und beim vertikalen Mikroskope. Goniometer. Le Baillif's Mesurateur. Mikroskope zur Messung feiner Fäden.

80

Neuntes Capitel.

Vom Zubehör des Mikroskops.

Der Tisch. Veränderliches Objectiv und das Umkehrungsprisma von Charl. Chevalier. Verschiedene Compressorium's oder Quetscher von Purkinje, Valentin und Schick. Der electriche Conductor. Die Zugplatine. Durchsichtige Kapseln mit ebenen Flächen. Der Fanglöffel und verschiedenes anderes Zubehör.

91

Zehntes Capitel.

Von der Auswahl eines guten Mikroskops.

Test-objects, Probeobjecte.

Eigenschaften des Mechanismus eines Mikroskops, und des optischen Theils. Die Test-objects des Dr. Goring. Von der Penetration und Definition Goring's. Unterscheidende Merkmale der Test-objects von Goring und der Prüfungsobjecte von Charl. Chevalier. Der Codex des Dr. Goring. Die Abbildungen der Test-objects auf Taf. 5.

96

Elfte Capitel.

Vorsichtsmaßregeln bei der Beobachtung.

Zubereitung der Objecte.

Reinheit der Gläser. Die Methoden der Zubereitung der Objecte von Swammerdam, Lyonet und Hooke. Allgemeine Regeln für

Historische Untersuchungen

über

den Ursprung und die Fortschritte des Mikroskops.

Schwer würde es sein, das Erstaunen zu malen, welches den Menschen ergreifen mußte, als er zum ersten Male die Körper der, wenn auch unvollkommensten, mikroskopischen Untersuchung unterwarf. Da wo seine Augen nichts sahen, als eine Vereinigung kleiner Theile, da wo seinen gröbern Sinnen nicht die geringste Organisation erschien, da stellten sich plötzlich die verschiedenartigsten Formen dar, die feinsten Gewebe, ein dunkles Gewölk schien sich zu öffnen und die bewunderungswürdigsten Geheimnisse der Natur zu entschleiern.

Bald wurde die Bewegung im Innern des Unbeweglichen entdeckt, die träge Materie beseelte sich, alles dieses wurde offenbar, und der Mensch konnte glauben, daß der Tag endlich gekommen wäre, wo nichts mehr seiner brennenden Forschbegierde übrigbleiben würde; neue Seiten wurden dem Buche der Natur hinzugefügt.

Die Fortschritte der Wissenschaften und Künste ließen den fruchtbaren Einfluß fühlen, die Wißbegierde bereicherte sich mit den neuen Entdeckungen, und bald wollte man die Hindernisse übersteigen, welche den Weg versperrten. Die Instrumente wurden vervollkommenet, und in unsern Tagen ist man dahin gelangt, daß man nicht mehr absehen kann, wo das Ziel ist, an dem die menschliche Beharrlichkeit scheitern wird.

Setzt sich ein geschäftiger Beobachter an das Mikroskop und bewundert die merkwürdigen Schauspiele, welche seine Blicke hinreißen, so wird er bald die Begeisterung uns verzeihen, welche diese Betrachtungen uns in die Feder gab; vielleicht gar könnte er uns für kalt und gleichgültig halten.

Es ist rein unmöglich, die Zeit der Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops genau angeben zu können. Italien und Holland streiten sich darum, und vielleicht sind ihre Behauptungen von der einen oder andern Seite gerecht. In der That, mehr als einmal trat dieselbe Entdeckung gleichzeitig aus der Mitte zweier oft weit von einander entfernten Nationen hervor, alsdann gab der geringste Unterschied in der Zeit einen oft furchtbaren Grund ab, der wie ein Apfel der Zwietracht unter die Gelehrten geworfen ward, welche

langweiligen Streitigkeiten die Zeit opferten, die sie den Fortschritten der Wissenschaft hätten widmen sollen. Erhaben, wenn sie die Weisheit lehrten, fielen sie aus ihrer hohen Sphäre in die niedere Gemeinheit herab, denn die Leidenschaft bemächtigte sich ihrer, und die Uneinigkeit stürzte ihre Kraft.

Betrachtet man das Mikroskop in seiner ersten Einfachheit, d. h. als ein Instrument aus einer einzigen Glaslinse bestehend, so dürfte sich sein Ursprung bis in's entfernteste Alterthum verlieren. »Unter den Arbeiten der Alten, welche bis zu uns gelangt sind, findet man welche,« sagt Adams, »bei denen die Ausführung so zart ist, daß man schwer begreifen kann, wie sie ohne ein Vergrößerungs-Instrument haben hergestellt werden können. Ohne ein solches Mittel würden selbst die kunstliebenden Besitzer solcher Arbeiten die Vollkommenheit der Details und selbst des Ganzen nicht haben bewundern können.«

In der *Histoire de l'Académie des Inscriptions* t. I, p. 333. findet man die Beschreibung eines gestochenen Siegels, welches dem Auge nichts als ein verwirrtes Bild, ein unlösbares Räthsel darstellt, sich aber, sobald es unter das Mikroskop gebracht wird, in eine bewunderungswürdige Arbeit verwandelt.

Plinius, Seneca, Plutarch geben uns Beweise von dem Alterthume der Vergrößerungsgläser. Seneca lehrt uns, daß sehr kleine und wenig bestimmte Charaktere, mit Hülfe einer mit Wasser gefüllten gläsernen Kugel, viel größer erscheinen und von reinerer Gestalt gesehen werden. Aristophanes giebt in den Wolken die Beschreibung einer Brennkugel; Plinius redet von zündenden Glaskugeln; Lactantius legt dieselbe Eigenschaft einer mit Wasser gefüllten Kugel bei. Die Vestalinnen gebrauchten Gläser, um das heilige Feuer an den Sonnenstrahlen anzuzünden. Einige alte Chirurgen machten von den Brenngläsern Gebrauch durch Anwendung in der Heilkunde.

Bis ins elfte Jahrhundert war die Optik fast gänzlich in Vergessenheit gerathen; Alhazen brachte diese Wissenschaft von den Arabern, und erkannte die Vergrößerungskraft der Kugeln, doch gab er davon eine ganz falsche Theorie.

Diese Bemerkungen, aus verschiedenen optischen Schriften geschöpft, hätten noch viel zahlreicher sein können, aber es genügt uns, einige Beweise von dem Alterthume der Vergrößerungsgläser gegeben zu haben.

Wir wollen gegenwärtig sehen, ob es leichter ist, den Ursprung des zusammengesetzten Mikroskops zu finden. Gewöhnlich wird die Erfindung dieses Instruments dem Cornelius Drebbel, einem holländischen Alchimisten, gestorben 1664, zugeschrieben; allein es scheint gewiß zu sein, daß er das Instrument des Holländers Zacharias Jansen nachmachte, welcher 1590 das erste Mikroskop verfertigte. Von ihm erhielt der Erzherzog Carl Albrecht von Oesterreich eins, welcher es Drebbel gab. Dieser Alchimist, Astronom Jacobs I., brachte es nach England 1619 und zeigte es W. Boreli¹⁾ und mehreren andern Gelehrten. Adams glaubt nicht, daß dieses Instrument geradezu ein Mikroskop, vielmehr eine Art von mikroskopisi-

¹⁾ De vero telescopii inventore 1655, p. 35. D. uebs.

schem Teleskop, etwa dem ähnlich, welches *Aepinus* in seinem Briefe an die Akademie der Wissenschaften in Petersburg ²⁾ beschreibt, gewesen sei.

Dem sei wie ihm wolle, der Apparat bestand aus einem vergoldeten kupfernen Rohre von 6 Fuß Länge und einem Zoll Durchmesser, getragen von drei Delphinen ebenfalls von Kupfer und auf einer Platte von Ebenholz befestigt, auf welche die Objecte gelegt wurden, die man betrachten wollte.

Drebbel machte 1621 in London Mikroskope, und galt für den Erfinder.

Der Neapolitaner *Fontana*, 1646, war der Erste, welcher eine Beschreibung dieses Instrumentes in seinem Werke *Novae terrestrium et coelestium Observationes*, gab. Er behauptet, die Erfindung 1618, ein Jahr früher, ehe *Cornelius Drebbel* sie nach England brachte, gemacht zu haben. Indessen *Syrteurus*, ein Mailänder, welcher 1618 ein Werk über die Erfindung und Einrichtung der Teleskope schrieb ³⁾, sagt kein Wort von dieser Erfindung, und man kann doch schwerlich annehmen, daß er die behauptete Entdeckung des *Fontana* würde mit Stillschweigen übergangen haben. Unseftwegen mag *Drebbel* sich mit *Fontana* um die Priorität streiten, wir nehmen an, daß *Zacharias Jansen* die ganze Ehre der Erfindung gebühre.

Wir wollen nicht vergessen, daß die Bildung und der Gebrauch der Worte Teleskop und Mikroskop ⁴⁾ von *Demisianus* herrührt. Ein merkwürdiger Name, ein versprechender Titel, sind wichtiger als man glaubt, wir leben in einer Zeit, wo diese Wahrheit unbestreitbar geworden ist.

Allein hier entsteht eine neue Verwirrung. *Roger Bacon*, geboren 1214, gestorben 1292, hatte in seinem *Opus majus* Grundsätze angegeben, welche vollkommen auf das Mikroskop anwendbar erscheinen, und *Record* in seinem *Chemin de la science* 1551 berichtet, daß *Bacon* zu Oxford ein Glas geschliffen habe, wodurch man so merkwürdige Dinge gesehen habe, daß man allgemein dessen Wirkung einer diabolischen Macht zugeschrieben habe.

Man hat *Bacon* die Erfindung der Teleskope, der Lesebrillen und des Schießpulvers zugeschrieben, man könnte ihn nun auch wol noch mit der Erfindung des Mikroskops bereichern. Hierauf kommt *Viviani*, welcher in seinem Leben *Galiläi's* erzählt, dieser große Mann sei auf die Erfindung der Mikroskope durch die der Teleskope geführt, und daß er 1612 eins an *Sigismund*, König von Polen, geschickt habe; er fügt hinzu, dieser Philosoph habe 20 Jahre lang an der Vervollkommnung seines Apparates gearbeitet.

Wir wollen uns ein wenig von dieser langen mikroskopischen Genealogie ausruhen, und ein Histörchen anhören, welches uns *Caspar Schott* erzählt ⁵⁾:

²⁾ Description des nouveaux microscopes inventées p. Mr. *Aepinus* à St. Petersb. 1784. D. Uebs.

³⁾ Hieronym. *Sirturi* Telescopium Francofurti 1618. D. Uebs.

⁴⁾ Teleskop von τῆλε fern, und σκοπέω ich sehe; Mikroskop von μικρός klein und σκοπέω. Anmerk. d. Verf.

⁵⁾ *Magia universal. naturae et artis*, Lib. X. Die Anekdote ist hier treuer nach *C. Schott* erzählt. D. Uebs.

Man mache kleine Büchsen, am einen Ende mit einem flachen Glase verschlossen, worauf ein Floh geklebt worden, am andern Ende mit einer Glasperle versehen; es sei nun ein gelehrter und durch seine Schriften wohlbekannter Mann von einem Boten begleitet aus Bayern durch Unterösterreich in Tirol gereiset, unterwegs vom Fieber befallen und in einem Dorfe gestorben, als nun vor dem Begräbniß die Beamten dessen Nachlaß durchgesehen, hätten sie ein derartiges Flohbüchlein gefunden. Der Schulze und alle Anwesenden, welche in das Flohbüchlein gesehen, hätten sich entsetzt, und geglaubt, der Verstorbene habe einen Teufel in die Büchse eingesperrt bei sich getragen, und ihm deßhalb ein ehrliches Begräbniß verweigert. Der Streit habe lange gewährt, bis man endlich bei Eröffnung der Büchse gewahr geworden, daß es ein Floh sei, den man für den Teufel gehalten.

Man erlaube, daß wir alles dasjenige, was in *Porta* erzählt wird, den Einige auch für den Erfinder des Mikroskops halten, mit Stillschweigen übergehen; die Hypothesen sind schon zahlreich genug, wir wollen zu positiven Thatsachen übergehen.

Jedermann weiß, daß es zwei Arten von Mikroskopen giebt: einfache und zusammengesetzte; vielfachen Veränderungen sind diese beiden Werkzeuge unterworfen, ehe sie den Grad von Vollkommenheit erreicht haben, den sie gegenwärtig besitzen. Das einfache Mikroskop, diese Bezeichnung auf alle Instrumente zur Vergrößerung von Objecten angewandt, war Anfangs eine gläserne Kugel, hohl und mit Wasser angefüllt, dann kam in einem schwer zu bestimmenden Zeitraume, die geschliffene Glaslinse, deren Erfindung dem dreizehnten oder vierzehnten Jahrhundert angehört, zwischen 1280 und 1311; denn in diese Zeit fällt nach dem Gelehrten *François Rédi* die Erfindung der Lesebrillen. Die Linsen waren anfänglich biconvex und die Abweichung der Lichtstrahlen wegen der Sphäricität so bedeutend, daß, wenn man daran gedacht hätte, Gebrauch von Blendungen (*Diaphragmen*) zu machen, die centrale Oeffnung der Linse kaum hinreichend gewesen sein würde, um dem Lichte den Durchgang zu erlauben, und das Gesichtsfeld sehr beschränkt gewesen sein würde ⁶⁾.

Die Betrachtung ist wirklich merkwürdig, daß die einfachsten Sachen oft erst nach den verwickeltsten Verbindungen herausgebracht werden; diese Thatsache bestätigt die Wichtigkeit neuer Forschungen über einen Gegenstand, welcher schon lange Zeit den Scharfsinn der Gelehrten beschäftigt hat. Es ist wahr, oft läßt der Zufall allein die einfachsten und leichtesten Verfahrensarten finden, aber wenn die Geister nicht gespannt, wenn die Aufmerksamkeit nicht auf den einen Punkt gerichtet gewesen wäre, der Zufall selbst wäre wirkungslos gekommen. — Eine Wissenschaft vereinfachen heißt sie bereichern. —

Hartsoecker erzählt uns in seiner *Physik*, daß er eines Abends, im Jahre 1665, als er mit einem Glasfaden in einer Lichtflamme spielte, wahrgenommen habe, daß das Ende des Glasfadens sich abrunde. »Da ich nun

⁶⁾ Die ersten Künstler, welche sich in der Bearbeitung der Gläser auszeichneten, waren zwei Italiener, *Eustachio Divini* zu Rom, und *Campani* zu Bologna, der letztere vor Allen führte bemerkenswerthe Arbeiten aus. D. Verf.

schon wußte,« sagt er, »daß eine Glaskugel die in ihren Focus gebrachten Gegenstände vergrößert, so nahm ich augenblicklich zwei kleine Bleiplatten, und als ich meine kleine Glaskugel zwischen beide gelegt, auch einige Haare in ihren Focus gebracht hatte, wie ich von Leeuwenhóck⁷⁾, als ich mit meinem Vater bei ihm war, hatte thun sehen; so hatte ich alle erdenkliche Freude, mich mit so wenigen Kosten im Besiß eines guten Mikroskops zu sehen. Bewunderungswürdig ist es, daß bis auf Leeuwenhóck Niemand darauf gekommen ist, sich kleiner Glaskügelchen zu bedienen, um gegen das Licht gehaltene durchscheinende Objecte zu betrachten.«

Hartsoecker fällt hier in einen mehreren Schriftstellern gemeinsamen Irrthum: Leeuwenhóck wandte bei seinen Mikroskopen keine Glaskügelchen an. Baker belehrt uns, nachdem er die, der Königlichen Societät in London, von diesem berühmten Naturforscher, bei seinem Tode vermachten Mikroskope in Händen gehabt, er könne versichern, daß die 26 Instrumente dieser Sammlung, alle aus biconveren Linsen, aber keinesweges aus Kügelchen oder Kugeln, zusammengesetzt gewesen wären. Außerdem ist die Entdeckung derselben von gewissen Autoren dem Doctor Hooke beigelegt, welcher die Art und Weise ihrer Verfertigung, in der Vorrede seiner *Micrographia illustrata*, herausgegeben 1656, dem Geburtsjahre Hartsoeckers, beschrieben hat. Es würde schwer halten, dem Dr. Hooke hier die Priorität abzusprechen, während gewisse Anzeichen in Werken, welche diesem letztern vorhergegangen sind, uns schon daran denken lassen, daß seinen Vorgängern die Glaskügelchen nicht unbekannt gewesen sind.

Hartsoecker besaß einen sehr glänzenden Namen, wenn es wahr ist, daß er 1674, achtzehn Jahr alt, die Existenz der Samenthierchen entdeckte, welche er mit Hülfe seiner Glaskügelchen dargethan hatte; demungeachtet nimmt aber doch Leeuwenhóck die Ehre dieser Entdeckung in Anspruch.

In dem Artikel über das einfache Mikroskop werde ich das Verfahren zeigen, wie die Glaskügelchen nach der Methode gemacht werden, welche Hr. Lebaillif von einem seiner Freunde, Hr. Lalligant, erhalten hat. Hooke, De la Torre, Butterfield, Siwright⁸⁾, haben verschiedene viel complicirtere Mittel angegeben, welche doch viel weniger zufriedenstellende Resultate liefern.

Stephen Gray bemerkte Flecken im Innern dieser Kügelchen, und fand sie bedeutend vergrößert, wenn er das Glas dem Auge näherte, er dachte, wenn man durch einen, minder durchsichtige Gegenstände enthaltenden Wassertropfen sehe, er dasselbe Resultat geben müsse, und sein Versuch wurde mit glücklichem Erfolge gekrönt⁹⁾. Hooke war der erste, welcher das Verfahren, die Glaslinse und die zu betrachtende Flüssigkeit in Berührung mit ein-

7) Anton von Leeuwenhóck, geb. 1632 zu Delft, starb 1725, zeichnete sich sehr durch Verfertigung von Mikroskopen und mikroskopische Entdeckungen aus; seine Werke, ursprünglich in holländ. Sprache, sind ins Latein. übersetzt unter dem Titel *Arcana naturae detecta*, auch hat man seine Briefe an die Königl. Societät zu London, deren Mitglied er war, und an andere Gelehrte, in einem Bande herausgegeben. D. Uebsf.

8) *Philosoph. transact.* n. 141. D. Uebsf.

9) *Philosoph. transact.* Vol. IV. D. Uebsf.

ander zu bringen, erfann; dieses ist die erste Idee der aus festen und flüssigen Körpern zusammengesetzten Linsen. Einfache Mikroskope mit biconveren Glaslinsen waren es, womit Leeuwenhock, Swammerdam, Lyonet und Ellis ihre Beobachtungen machten, und ungeachtet der großen Mängel ihrer Instrumente, beschenkten sie die gelehrte Welt mit den schönen Entdeckungen, die wir noch heute bewundern. Es ist so oft von den Mikroskopen Leeuwenhock's und Lieberkühn's die Rede, daß es uns nöthig scheint, davon eine kurze Beschreibung zu liefern.

Die Instrumente Leeuwenhock's, welche er der Königl. Societät vermacht hat, sind ganz ausnehmend einfach, sie bestehen aus einer sehr kleinen biconveren Glaslinse, welche zwischen zwei genau verbundene und mit einer kleinen Oeffnung versehene Metallplättchen gefaßt ist. Das Object wird auf einem silbernen Stiele, oder auf einer Nadel befestigt, welche durch zweckmäßig angebrachte Schrauben, in jeder Richtung bewegt werden kann. Jedes Instrument war besonders zur Untersuchung eines oder zweier Objecte bestimmt, und Leeuwenhock hatte beständig hunderte zu seiner Disposition. Wir bemerken hier noch, daß dieser berühmte Naturforscher, welcher seine Instrumente um 1668 verfertigte, zur Beobachtung undurchsichtiger Körper einen Reflector von polirtem Kupfer anwandte. Priestley hat einen abzeichnen lassen (*History of vision etc.*) und es ist wahrscheinlich, daß Lieberkühn von diesem Instrumente Kenntniß hatte, als er das seinige verfertigte, indessen wird er doch gemeinlich für den Erfinder angesehen. Dem sei wie ihm wolle, es war eine richtige Verbesserung, denn die undurchsichtigen Körper, bis dahin schwierig zu untersuchen, kamen alle dadurch in die Gewalt des Mikroskops und erweiterten die Grenzen der Beobachtung.

Lieberkühn hatte wie sein Vorgänger für jedes Object ein Mikroskop. Er wandte ein sehr kurzes kupfernes Rohr an, am Ocularende die Vergrößerungs-Linse im Mittelpunkte eines Hohlspiegels von polirtem Silber enthaltend, und am andern Ende mit einer planconveren Linse versehen, bestimmt die Lichtstrahlen auf den Spiegel zu sammeln. Das Object kam in die Mitte des Rohrs, und ein sehr einfacher Mechanismus gestattete, es leicht in den Focus zu bringen.

Alle diese Mikroskope wurden mit der Hand gehalten und hatten keinen reflectirenden Spiegel für die durchsichtigen Objecte. In dem Artikel über das einfache Mikroskop wird man sehen, daß man erst nach einer gewissen Zeit darauf kam, das Instrument auf einer festen Unterlage zu befestigen. Die sonst allgemein gebrauchten einfachen Mikroskope waren die von Wilson¹⁰⁾ gegen 1702 und die von Cuff. Mehrere Schriften geben uns die Beschreibung des ersteren, das zweite ist beschrieben in der von Ellis 1755 herausgegebenen Geschichte der Corallen¹¹⁾; es ist übrigens noch heute im Gebrauche, nur hat es den Namen gewechselt, Einige nennen es das Mikroskop oder die gefaßte Loupe (*Loupe montée*) des Hrn. Raspail. Bald unternahm es die ausgezeichnetsten Physiker, das einfache Mikroskop zu

¹⁰⁾ *Philosop. transact.* Vol. XLVIII. p. 190. D. Uebsf.

¹¹⁾ *Essay towards a natural history of Corallines.* London 1755. D. Uebsf.

vervollkommen, ihre Nachforschungen hatten vorzüglich zum Ziele, bei Vergrößerung der Schärfe der Linsen, die von der Gestalt der Linsen herrührende Abweichung der Lichtstrahlen zu vermindern. Die Lösung dieses Problems bot genug große Schwierigkeiten dar, aber entfernte, sich dadurch zurückschrecken zu lassen, schöpft der Mann, welcher sich den Wissenschaften gewidmet hat, daraus neue Thatkraft, und selbst die Schwierigkeit des Erringens vermehrt das Vergnügen, welches den günstigen Erfolg begleitet. Wollaston, Herschel, Brewster, Goring u. u. widmeten sich den sinnreichsten Nachforschungen, und aus der Lectüre ihrer Schriften schöpfte ich die erste Idee meiner mikroskopischen Doubletten (*doublet microscopique*)¹²⁾; ich muß aber gestehen, meine Aufmerksamkeit war besonders auf die Arbeiten des berühmten Wollaston gerichtet. Das Siegel eines großen Genies ist den geringsten Werken dieses englischen Physikers aufgedrückt, und von den ersten Schritten in dieser Laufbahn an, habe ich diesen großen Kenntnissen eine Art von Verehrung gewidmet. Indessen, entfernt sei von meinen Gedanken eine Andere ausschließende Bewunderung, jedem nach seinen Werken!

Gegenwärtig ist die Schärfe und Vollkommenheit des einfachen Mikroskops nicht zu bestreiten, und bisweilen bedauert man, daß ein solches Instrument nicht zur Zeit der uns vorhergegangenen berühmten Mikrographen schon da gewesen ist. Nichts destoweniger verschwindet dieser vorübergehende Gedanke, sobald man sieht, daß die mikroskopische Wissenschaft einen neuen Schwung nimmt, und ein mächtiger Hebel in den Händen der Ausgezeichneten unserer Zeit geworden ist.

Die Geschichte des zusammengesetzten Mikroskops kann in zwei wohl von einander getrennte Theile zerlegt werden: 1) die der Anwendung der achromatischen Objectivlinsen vorhergehende Epoche; und 2) die, wo man dahin gelangt ist, sie achromatisch zu machen und durch eine passende Anordnung die Aberration, welche von der Gestalt der Gläser herrührt, verschwinden gemacht hat.

In der ersten Epoche findet man bisweilen sinnreiche Versuche, sie verdienen die Aufmerksamkeit Derer, welche sich für die Geschichte der Wissenschaften interessiren.

Von der Entstehung dieses Instruments ist schon die Rede gewesen, jetzt noch einige Worte über dessen verschiedene Zusammensetzungen.

Unter den ersten zusammengesetzten Mikroskopen bemerkt man die des Doctor Hooke, des Eustachio de Divinis und Philipp Bonanni¹³⁾. Das des Hooke hatte 3 Zoll im Durchmesser und 7 in der Länge, es konnte durch 4 in einander steckende Röhren verlängert werden, ein kleines Objectiv, ein Collectivglas (*verre de champ*), und ein scharfes Ocular machten den optischen Theil aus. Wenn Dr. Hooke ein großes Gesichtsfeld haben wollte, gebrauchte er die 3 Gläser; aber wenn es sich darum handelte, kleine Gegen-

¹²⁾ Aus zwei auf einander gelegten Linsen bestehend, siehe Capitel I. Vom einfachen Mikroskope; der Name ist von den sog. Doubletten, nachgemachten Edelsteinen, welche aus zwei durch einen farbigen Kitt verbundenen Platten bestehen, hergenommen. D. Uebf.

¹³⁾ Siehe den Artikel des zusammengesetzten Mikroskops. D. Verf.

stände genau zu untersuchen, dann ließ er das Collectivglas weg, und erhielt dadurch mehr Licht und eine größere Reinheit.

Das Instrument des Eustach. de Divinis (1668) bestand aus einem Objective, einem Collectivglase und einem Oculare gebildet aus zwei planconvergen Linsen, welche sich in dem Centro ihrer Krümmungen berührten. Diese Zusammenstellung vergrößerte das Gesichtsfeld, verminderte die sphär. Aberration ¹⁴⁾ und vermehrte die Vergrößerungskraft. Das Rohr hatte einen Umfang wie ein Mannschenkel, und das Ocular war so groß wie eine Hand, und das ganze Mikroskop hatte eine Länge von 16 Zollen. Die Vergrößerung wechselte mit Hülfe der Auszüge von der 41fachen bis zur 143fachen.

Von dem Mikroskope des Philipp Bonanni (1698) ¹⁵⁾ findet man in dem Artikel über das zusammengesetzte Mikroskop eine kurze Beschreibung. Dieses letztere und das des Hooke schienen mir so sinnreich, daß ich dem Verlangen, sie kennen zu lernen, nicht widerstehen konnte; die Figuren 2. und 3. der Tafel 2. geben die genaue Abbildung. Bis gegen 1736 blieb die mikroskopische Wissenschaft auf demselben Standpunkte, und dieses dioptrische Instrument machte keine Fortschritte. Wir wollen diesen Zwischenraum benutzen, um hier einige aus der zweiten Ausgabe des Werkes von Johann Zahn (*Oculus artificialis teledioptricus etc.*, Nürnberg 1702) gezogene Details einzuschreiben.

Dieser gelehrte Prämonstratenser Mönch stellt wahrhaft bemerkenswerthe Grundsätze auf, welche hier wörtlich folgen:

1. In einem einfachen Mikroskope erscheint das Object um so größer, je kleiner die Kugel ist, von welcher die Linse abstammt.

2. Wenn man keine Linse von genügend starker Krümmung besitzt, so kann man statt derselben zwei Linsen nehmen, deren Krümmung halb so stark ist.

3. Bringt man das Object in den Focus der Linse, so wird es dem gewöhnlichen Auge sichtbar sein, aber für Fernsichtige muß es etwas weiter entfernt, und für Kurzsichtige etwas näher als der Focus gebracht werden.

4. In den aus mehreren Linsen zusammengesetzten Mikroskopen darf das am meisten convere Objectivglas keine zu große Deffnung haben u. s. w., ungefähr 40 Grad.

5. Je mehr Linsen in einem Mikroskope sind, um desto reiner muß das Glas sein, woraus sie verfertigt sind.

6. Das, dem im Tubus entstehenden Bilde gegenüberstehende Glas, welches dasselbe dem Auge zuzuführen bestimmt ist, muß das größte sein.

7. Damit das Object deutlich erscheint, muß es gehörig beleuchtet werden.

8. Wenn in einem zusammengesetzten Mikroskope nur ein Objectivglas ist, so muß das Object etwas jenseits des Focus desselben gestellt wer-

¹⁴⁾ Die von der Gestalt der Linsen herrührende Abweichung der Lichtstrahlen, *aberratio ex figura*, wollen wir der Kürze wegen künftig mit den Worten *sphärische Aberration*, bezeichnen. D. Uebs.

¹⁵⁾ *Micrographia curiosa adjunct. observat. circa viventia etc.* Romae 1691. D. Uebs.

den, indessen darf die Entfernung nicht das Doppelte der Brennweite betragen.

9. Wenn man 2 Objectivlinsen gebraucht, so muß das Object zwischen die Objectivlinse und ihren Focus gebracht werden.

10. Wenn nur eine Ocularlinse vorhanden ist, so muß für ein gesundes Auge sie so gestellt werden, daß das Bild in ihren Focus kommt.

11. Sind 2 Oculare da, so muß das Bild dem erstern näher gebracht werden als dessen Focus.

Diese Lehrensätze sind sehr trefflich; die Stellung für verschiedene Augen, die Verbindung mehrerer Gläser bei dem einfachen Mikroskope, die Beleuchtung, Lage des Objects u. s. w., kurz der Verfasser hat in diesen 11 Artikeln nichts von Wichtigkeit vergessen, und diese Sätze finden auch noch bei unsern jetzigen Instrumenten ihre Anwendung. Außerdem vervollständigt er noch seine Anweisungen, indem er von der Construction zusammengesetzter Mikroskope redet und ganz besonders die Wichtigkeit der Centrirung der Linsen hervorhebt. Die Lectüre dieses Werks beweiset uns offenbar, daß unsere Vorgänger eine tiefe Kenntniß von den Mikroskopen hatten. Derselbe Schriftsteller giebt auch eine Beschreibung, wie die Glaskügelchen nach der Manier des Marius Bettinus und des Friedrich Schrader gemacht werden. Der Letztere schlägt vor, dieselben platt zu machen, so daß sie eine planconvexe Linse bilden, wodurch man einen größern Zwischenraum zwischen derselben und dem Objecte erhält, auch leichter die der Beobachtung unterworfenen Körper beleuchten kann.

Johann Zahn beschrieb mehrere zusammengesetzte Mikroskope, das von Dechales, von Monconys und unter andern auch zwei Binocular-Mikroskope ¹⁶⁾, die Einrichtung des einen ist von Hieronymus Langemantel angegeben. Zugleich liefert er auch die Einrichtung des Mikroskops von Griendel, von dem wir eine *Micrographia curiosa*, Nürnberg 1687, besitzen ¹⁷⁾, aus diesem sehr seltenen Werke ist die Figur 1. der Taf. 2. genommen.

Sind diese über einandergelegten planconvexen Linsen nicht bemerkenswerth? Ist es nicht ein Anfang zur Bervollkommnung, und der erste Ursprung der Mittel zur Abhülfe der Aberration? Unglücklicherweise giebt Griendel keine Auskunft darüber, welchen Zweck er durch diese Anordnung zu erreichen suchte. Die Anzahl der Gläser, welche man in die Mikroskope gesetzt hat, ist verschieden nach den Einfällen ihrer Zusammensetzer, Einige nehmen nur zwei, Andere 5, Griendel hat deren 6. Wenn man diese Mikroskope mit denen vergleicht, welche wir jetzt haben, so erkennt man am Ende

¹⁶⁾ *Microscopes binocles*, zwei neben einander befindliche vollkommen gleiche Mikroskope, um mit beiden Augen zugleich, mit jedem durch eins der Mikroskope sehen zu können. D. Lieb.

¹⁷⁾ Es ist wahrscheinlich, daß Griendel die Form seines Instruments von dem Pater Cherubim von Orleans (*dioptrique oculaire*, 1671) entlehnt hat; aber die Disposition der Gläser gehört ihm, und das ist doch das Wesentliche. Auch die Schraube auf dem Rohre, welche noch in unserer Zeit von Einigen angewandt ist, rührt von ihm her. Der Pater Cherubim hat auch in seiner *Vision parfaite*, 1681, ein Binocular-Mikroskop seiner Erfindung beschrieben. D. Verf.

doch sogleich, daß aller Bemühungen unserer Vorgänger ungeachtet, nur die Anwendung des Achromatismus bei sehr kleinen Linsen das einzige Mittel war, zur Vollkommenheit zu gelangen.

Bei den Abänderungen, welchen man 1736 die Spiegelteleskope unterwarf, kam man natürlicherweise auch auf den Gedanken, dieses System bei den Mikroskopen anzuwenden. Der unsterbliche Newton war der erste, welcher die Möglichkeit davon begriff, bald darauf kamen die Doctoren Robert Baker und Smith. Die mikroskopische Wissenschaft schien aus der Art von Erstarrung erwachen zu wollen, worin sie fast 60 Jahre lang versunken gewesen war; 1738 erfand Lieberkühn das Sonnenmikroskop, welches eine große Sensation erregte, und auch noch den Eifer unserer Gelehrten anspornt. Auch sah man um dieselbe Zeit das berühmte System der organischen Moleculen entstehen, welches Buffon seine mikroskopischen Studien eingegeben hatten.

Von 1738 bis 1770 ein neuer Stillstand, dem die Untersuchungen der Doctoren Hill, Hooke und Custance folgten. Die letzten Beiden machten viele Versuche, um das Gesichtsfeld durch Vervielfältigung der Ocularen zu vergrößern, und die Beleuchtung durch das Licht sammelnde Linsen zu vervollkommen, der Erfolg entsprach ihren Erwartungen.

Adams der Vater veröffentlichte 1771 in seiner Mikrographie mehrere neue Verfahrensarten, hauptsächlich für Sonnenmikroskope anwendbar. Lieberkühn vervollkommnete sein Instrument, indem er es auch zur Beobachtung undurchsichtiger Körper brauchbar machte. Nevinus¹⁸⁾, Zeiher¹⁹⁾ und B. Martini²⁰⁾ beschäftigten sich mit demselben Gegenstande, der Letztere übertraf alle seine Mitbewerber²¹⁾. Um dieselbe Zeit erfand Georg Adams das Lampenmikroskop, welches er in seinem Werke dargestellt hat.

Noch im Jahre 1774 brachte Euler²²⁾ die achromatische Zusammenfassung für die Objectiven der Mikroskope in Vorschlag; es gebührte auch diesem Gelehrten, der zuerst im Jahre 1747 die Construction der achromatischen Gläser hervorgerufen hatte, das Problem zu lösen, welches seit langer Zeit England, Holland, Italien und Frankreich beschäftigte.

Selbst Dollond, der 1757 achromatische Teleskope gefertigt hatte, machte bei seinen, übrigens nach dem Muster des von Cuff zusammengesetzten Instruments gefertigten Mikroskopen keine Anwendung von diesem Sy-

¹⁸⁾ Emend. microscopii solaris in Nov. comment. Petropolit. tom. IX. pag. 316.

¹⁹⁾ Zeiher Descriptio duplicis microscopis solaris apparatus objectis opacis adaptata. In nov. Comment. Petropol. Tom. X. pag. 299.

²⁰⁾ Martini Description and use of an opaque solar microscope. London 1774. D. Uebs.

²¹⁾ Wegen der weitern Einzelheiten der Geschichte des Sonnenmikroskops verweise ich auf das Capitel 2., weil ich zu viel Gewicht auf die Geschichte des zusammengesetzten Mikroskops lege, als daß ich die Aufmerksamkeit des Lesers an dieser Stelle davon leiten möchte.
D. Verf.

²²⁾ Sur la perfection des verres objectifs des lunettes. Mém. de l'Acad. roy. des Scienc. de Prusse 1747. pag. 274. D. Uebs.

stem, und es war erst lange Zeit, nachdem Euler die Möglichkeit, das Objectiv zu achromatisiren bewiesen, und aufs deutlichste die Principien der Construction gegeben hatte, als man die Möglichkeit der gänzlichen Vervollkommnung des Mikroskops begriff. Die Pflicht des Geschichtschreibers erfordert auch hinzufügen, daß nach einigen Autoren ein Gelehrter in Esser, Hr. Chester More Hall, 1729 die Entdeckung des Achromatismus gemacht und 1733 achromatische Objective für Fernröhre verfertigt haben soll. Ist dieses Factum wahr, so gebührte ihm die Priorität vor Euler und Dollond.

Ungeachtet der genauen Angaben des gelehrten Euler, construirte dennoch Dellebarre 1777 ein Mikroskop, welches weit davon entfernt war, die nöthigen Bedingungen zu erfüllen, denn es war nicht achromatisch, und sein Mechanismus hatte zahlreiche Unvollkommenheiten.

Um 1784 versuchte Lepinus, das achromatische Prinzip anzuwenden, aber seine Anstrengungen waren beinahe fruchtlos, und wenn er auch rücksichtlich der Farbenzerstreuung zu einigen Resultaten gelangte, so hat er doch mehr die Kraft des Apparates vermindert als vermehrt. Wenn ich nicht irre, so sagt Adams²³⁾ von diesem Instrumente: »Der Apparat des Lepinus ist mehr ein mikroskopisches Teleskop als ein Mikroskop.« Hierauf kam Charles, Mitglied des Instituts, von 1800 bis 1810, aber auch er wandte seine Linsen nicht bei seinem Mikroskope an. Wenn man das dritte Capitel dieses Werkes liest, wird man bald einsehen, daß die Unvollkommenheiten dieser Linsen deren Anwendung rein unmöglich gemacht haben würden. Gegen 1816 war Fraunhofer viel glücklicher, er verfertigte dicke achromatische Objective, von mittlern Durchmesser und großer Brennweite, die beiden neben einander stehenden Gläser waren nicht zusammengeklebt.

Dieses Werk war beinahe gänzlich vollendet, als ich ein Schreiben von Hrn. Domet zu Mont, einen ausgezeichneten Kunst-Liebhaber, der sich seit langer Zeit mit Erfolg mit der Vervollkommnung der achromatischen Gläser beschäftigt. In diesem Briefe reclamirt Hr. Domet die Priorität der Herstellung kleiner achromatischer Linsen für Frankreich (von 1821 bis 1823). Wenn ich aber die Mittheilungen des Hrn. Domet recht verstanden habe, so sind seine Linsen niemals bei Mikroskopen gebraucht, wohl aber als Oculare für Ferngläser; dieser Umstand zeigt schon zur Genüge, daß diese Objective, nicht wie die von Fraunhofer, für das Mikroskop scharf genug waren, und dessen Wirkung vergrößern konnten. (Diese Gläser hatten 20 bis 24 Linien Brennweite und 6 Linien Durchmesser, und Hr. Domet legte sie paarweise zusammen.)

Hr. Biot schrieb 1821 in seiner Physik, daß die Optiker es für unmöglich hielten, ein gutes achromatisches Mikroskop zu verfertigen, und in der That, man hatte noch kein hinreichend kräftiges achromatisches Instrument verfertigt, und die einzigen von den Gelehrten in dieser Zeit gebrauchten Apparate waren die dioptrischen, nicht

²³⁾ Essay on the microscope. p. 23. D. Uebsf.

achromatischen, Mikroskope von Adams, von Charles und das katabiotrische von Hrn. Amici. Um 1824 stellte Hr. Le Baillif sein Mikroskop von Charles ins erste Glied, und Hr. Dumas gab dem von Adams den Vorzug, welches er und Hr. Prevost bei ihren Versuchen gebrauchten. Selbst das von Fraunhofer, wovon man so viel aus Deutschland rühmte, wurde wenig von Fremden gebraucht und in Frankreich fast gar nicht, denn seine geringe Vergrößerungskraft wurde nicht durch die Reinheit der Objecte ersetzt. — Es blieb noch viel zu thun übrig. — In dem Capitel vom zusammengesetzten Mikroskope wird man eine Erzählung der Versuche finden, welche ich 1823 unternahm, und welche von dem vollkommensten Erfolge gekrönt wurden. Ich hoffe, daß die Veränderungen und Vervollkommnungen, denen ich sowohl den mechanischen als optischen Theil des Apparates unterworfen habe, ein Mikroskop bilden, welches zu allen Arten von Beobachtungen tauglich ist, da der Beifall, den es gefunden, sich noch alle Tage mehr verbreitet hat; aber weit entfernt nach diesen Erfolgen mich der Ruhe zu überlassen, stelle ich beharrlich neue Nachforschungen an. Die Neigung, welche ich zu meinen Lieblingsarbeiten habe, und der gute Rath, mit dem mich die ausgezeichnetsten Gelehrten unterstützen, bringen vielleicht noch glückliche Verbesserungen an den Tag; mein heißestes Verlangen ist es.

In diesen historischen Untersuchungen habe ich nicht von allen den Mikroskopen geredet, welche in den verschiedenen Epochen verfertigt sind; ich wollte ja auch kein detaillirtes Verzeichniß von allen den Apparaten geben, wol aber die Geschichte der Fortschritte, der Verbesserungen, welche das Mikroskop Schritt vor Schritt, schwach und beschränkt wie es war, in eine mächtige Waffe verwandelt haben, welche dem Menschen gestattet, seine Untersuchungen in eine dem bloßen Auge unsichtbare Welt hinüber zu führen. Es mußten jedoch die vorzüglichsten Leistungen angegeben werden, um welche die Nachahmungen zusammengestellt werden können, und Vervollkommnungen von geringerer Wichtigkeit, welche zwar selbst nicht als Denkmäler gelten können, wol aber den Uebergang aus einer Epoche zur andern bezeichnen.

Die Nachforschungen sind gewissenhaft gewesen und die sichern Materialien verhüteten Fehler, ja es bedurfte einiger Philosophie, um dem verführerischen Verlangen zu widerstehen, gelehrte Anmerkungen zu machen. Welche unbeschreibliche Lust für einen armen Mikroskopomanen (man verzeihe den Ausdruck), gewissenhaft aus ihrem ehrwürdigen Leichentuche von Staub das Universalmikroskop des Baron von Gleichen, den Apparat des Milchmeyer, welcher Ledermüllern bei seinen Untersuchungen diente, hervorzuziehen zu können; mit der kleinlichsten Sorgfalt die von Burucker und Mann, das von Joblot, das Instrument von Marshall oder Härtel mit seinem langen Rohre und zwei Spiegeln, zu beschreiben, dann das Mikroskop von Kulpeper und Scarlet mit seiner Loupe, welche über eine Lichtflamme gestellt ist, welche das Glas bald verderben würde, folgen zu lassen; und zum Schlusse zu erzählen, wie Michael Steiner, Uhrmacher und Opticus in Zürich, seinen Universalapparat nach dem Handmikroskope von Wilson oder dem Taschermikroskope von Kulpeper gemacht hat; er würde auch noch sagen, wie Galiläi sein erstes Fernrohr mit einer alten Orgelpfeife

zu Stande gebracht hat, oder wol gar noch die langweilige Geschichte der Nachkommen Janfens erzählen, dergleichen ist ganz und gar merkwürdig, aber wahrlich nicht vom geringsten Nutzen.

Vorbegriffe.

Das Verständniß der verschiedenen Theile dieses Buchs erfordert die vorhergehende Kenntniß der hauptsächlichsten Grundsätze der Optik. Von dieser Wissenschaft soll jedoch nichts vorgenommen werden, als was unbedingt nothwendig ist, um die im Laufe des Buches vorkommenden Phänomene erklären zu können. Dieses hier ist durchaus keine Abhandlung über Optik, sondern nur der Schlüssel zur Abhandlung über die Mikroskope.

Das Licht ist eine Emanation (Ausströmung), oder wenn man will, ein Erzeugniß der Körper, wodurch wir sie mit Hülfe unserer Augen sehen können.

Alle sichtbaren Körper können in zwei Klassen getheilt werden: ursprünglich leuchtende, und nicht leuchtende Körper.

Ursprünglich leuchtende Körper, als die Sonne, die Sterne, die Flammen aller Art, die Körper, welche leuchten, wenn sie erhitzt oder gerieben werden, sind diejenigen, welche selbst die Eigenschaft besitzen, Licht auszustrahlen.

Nicht leuchtende Körper sind diejenigen, welche diese Eigenschaft nicht haben, aber das von den leuchtenden Körpern auf sie geworfene Licht zurückwerfen (reflectiren).

Ein nicht leuchtender Körper kann das Licht von einem andern nicht leuchtenden Körper erhalten, und es auf einen dritten zurückwerfen; aber in allen diesen Fällen muß das Licht doch ursprünglich von einem selbst leuchtenden Körper herkommen.

Wenn eine angezündete Kerze in ein dunkles Zimmer gebracht wird, so wird vermöge des von der Flamme ausgehenden Lichts die Gestalt der Flamme selbst gesehen; aber die Gegenstände im Zimmer werden nur sichtbar, weil sie das Licht von der Kerze erhalten, und es in die Augen des Beschauers zurückwerfen. Die Objecte, welche in demselben Zimmer auch nicht direct von der Kerze beleuchtet werden, werden darum doch eben sowohl gesehen durch das von der Decke, den Wänden oder andern Theilen des Zimmers reflectirte Licht, welche direct beleuchtet werden. Alle Körper, leuchtende oder nicht leuchtende, reflectiren oder strahlen nur ein Licht von der Farbe aus, welche sie selbst besitzen. Eine rothe Flamme, ein erhitzter oder rother Körper, geben rothes Licht; ein Stück rothes Tuch reflectirt rothes Licht, ob schon es durch das weiße Sonnenlicht erleuchtet wird. Das Licht wird von allen Punkten des leuchtenden oder beleuchteten Körpers ausgestrahlt oder reflectirt.

Das Licht bewegt sich in geraden Linien und besteht aus getrennten unabhängigen Theilen, welche man Strahlen nennt. Wenn man das

Sonnenlicht durch ein kleines Loch in eine dunkle Kammer fallen läßt, so wird es auf der Wand oder dem Fußboden einen Punkt erleuchten, welcher genau der Sonne gegenübersteht; die Mitte des erleuchteten Flecks, die Mitte des Lochs und die Mitte der Sonne liegen genau in einer geraden Linie; wenn in dem Zimmer Staub oder Rauch ist, wird man die Richtung der geraden Linie sehr deutlich sehen können. Wenn man das Loch immer mehr und mehr verkleinert, so wirkt dieses nicht auf die Theile der Wand, welche beleuchtet bleiben, sie behalten dasselbe Ansehen. Der allerkleinste Theil des Lichtes, welches man in Gedanken könnte durchgehen lassen, ist das, was man eigentlich Lichtstrahl nennt. Alle Oeffnungen, welche man machen kann, haben aber immer noch, verglichen mit der außerordentlichsten Zartheit eines Lichtstrahls, eine beträchtliche Größe, und es ist deshalb alles Licht, welches durch eine beliebige Oeffnung zugelassen wird, das, was man einen Strahlenbüschel nennt. In der Theorie bedienen wir uns dessenungeachtet des Lichtstrahls in abstracto, d. h. des als isolirt angesehenen Lichtstrahls, denn durch die Erforschung des Weges des einen Strahls lernen wir auch die der andern Strahlen, welche eine oder mehre Strahlenbüschel bilden, kennen.

Das Sonnenlicht, so wie das Licht der andern leuchtenden Körper, ist nicht homogen, d. h. es ist aus verschiedenen Arten von Licht zusammengesetzt, welche sich durch eigenthümliche Farben von einander unterscheiden, nämlich: violet, indigoblau, hellblau, grün, gelb, orange, und roth²⁴⁾. Alle diese verschiedenen Farben vereinigt geben das weiße Sonnenlicht, welches durch verschiedene Ursachen getrennt wird; die eine ist, wie wir später sehen werden, die Refraction, eine Erscheinung, welche sich beim Durchgange des weißen Lichts durch einen durchsichtigen Körper zeigt; die andere ist die Absorption, ein Phänomen, welches durch die Eigenschaft, bestimmte Lichtarten zu absorbiren und die andern zu reflectiren, welche gewisse Körper besitzen, erkannt wird. Diese Eigenschaft ist es, welche die besondern Farben jedes Körpers bestimmt; so ist ein Körper roth, weil er alle andern Farben absorhirt, ausgenommen die rothe, welche er folglich reflectirt. Ein Körper ist weiß, weil er wenig oder gar kein Licht absorhirt und alles auf ihn fallende reflectirt. Im Allgemeinen reflectiren die polirten Körper das Licht besser als diejenigen, welche nicht polirt sind.

Von der Katoptrik oder den Gesetzen der Reflexion des Lichtes.

Wenn ein Lichtstrahl auf eine reflectirende Fläche fällt, so bildet die Richtung, der er nach der Zurückwerfung folgt, mit einer auf die Fläche, worauf er eingefallen ist, errichteten senkrechten Linie eben einen solchen Winkel, als er mit diesem Einfallslothe vor der Reflexion machte, oder mit andern Worten, der Reflexionswinkel ist dem Incidenzwinkel gleich. Dieses Gesetz ist allgemein und gilt von allen reflectirenden Flächen, sie seien eben, concav oder convex, weil der Punkt, worauf der Strahl fällt, als ein

²⁴⁾ Die Reihenfolge der Farben dem Gedächtniß einzuprägen, behalte man die französischen Benennungen derselben, welche einen Alexandriner bilden: **Violet, Indigo, Bleu, Vert, Jaune, Orange, Rouge.** D. Uebs.

Theil einer Ebene betrachtet werden kann, welche in der Tangente dieses Punktes der reflectirenden krummen Oberfläche liegt. Hiernach kann man leicht die Richtung finden, welcher ein Strahl nach der Reflexion von einer beliebigen Fläche folgt. Wir werden uns hier nur mit der Reflexion der ebenen und concaven Flächen befassen, weil von ihr allein bei den Mikroskopen Gebrauch gemacht wird.

Von der Reflexion der ebenen Flächen.

Die einfallenden Strahlen, d. h. diejenigen, welche von einem leuchtenden Körper ausgegangen sind, und den Spiegel treffen, können unter sich parallel sein; dieses ist der Fall, wenn sie geradezu von der Sonne kommen; sie können divergent sein, d. h. sie weichen immer mehr von einander ab, je weiter sie sich von ihrem Ausgangspunkte entfernen, z. B. wenn der Körper, welcher die Strahlen auf die reflectirende Oberfläche schickt, derselben mehr oder weniger genähert wird, so sind die Strahlen um so mehr divergirend, je weiter er entfernt ist. Endlich können die Strahlen auch convergent sein, d. h. das Bestreben haben, sich zu nähern und in einem Punkt zu vereinigen, von welchen ab sie divergiren, wenn sie ihren Weg fortsetzen. Wenn die einfallenden Strahlen parallel unter sich sind, so bleiben sie auch parallel nach der Reflexion, wie man Fig. 1. Tafel I. sieht, wo AD und $A'D'$ zwei einfallende Strahlen sind, welche auf den Spiegel MN fallen. Die reflectirten Strahlen BD und $B'D'$ machen mit den Einfallsloten ED und $E'D'$ dieselben Winkel als die einfallenden Strahlen ADA' und $A'D'E'$, wenn der Raum zwischen AD und $A'D'$ mit andern parallelen Strahlen ausgefüllt ist, so daß sie ein Bündel bilden, so werden auch alle diese Strahlen parallel zurückgeworfen. Indessen werden die Strahlen in umgekehrter Ordnung reflectirt, denn die Seite AD , welche vor der Reflexion oben ist, wird nach derselben in DB sich unten befinden.

Setzen wir, daß die divergirenden, einfallenden Strahlen AD , AD' , AD'' von dem Punkt A ausgehen, Fig. 2., und sich trennen, je weiter sie fortgehen, so wie man sie in AD , AD' , AD'' sieht. Wenn diese Strahlen auf den ebenen Spiegel MN fallen, so werden sie nach den Richtungen DB , $D'B'$, $D''B''$ reflectirt, mit den Einfallsloten E , E' , E'' die Winkel ADE , $AD'E'$, $AD''E''$ bildend, welche respective den Winkeln BDE , $B'D'E'$ und $B''D''E''$ gleich sind. Verlängert man die reflectirten Strahlen in gerader Linie bis hinter den Spiegel, so vereinigen sie sich in dem Punkte A' , welcher eben so weit entfernt hinter dem Spiegel liegt, als A vor demselben, dort würde auch ein in die Richtung der reflectirten Strahlen gebrachtes Auge das Bild des Punktes A sehen. Es geht hieraus hervor, daß die divergirenden Strahlen nach der Reflexion dieselbe Divergenz behalten, als sie vorher hatten, und man bemerkt auch hier, daß der Strahlenbüschel umgekehrt ist, wie es bei den parallelen Strahlen der Fall war, und daß folglich auch das Bild, welches sie erzeugen, umgekehrt erscheinen muß. Dieselben Grundsätze finden ihre Anwendung bei der Reflexion convergirender Strahlen, angenommen, daß Fig. 2. die convergirenden Strahlen B , B' , B'' die einfallenden Strahlen sind, so werden sie gegen den Punkt A reflectirt, mit den Einfallsloten

E, E', E'' dieselben Winkel machend nach der Reflexion, als vor derselben, und der Punkt A , worin sie sich wieder vereinigen, wird eben so weit von der Oberfläche des Spiegels entfernt sein, als es der Punkt A' hinter derselben ist, worin sich die einfallenden Strahlen vereinigen würden, wenn sie bis dahin jenseits des Spiegels verlängert würden, oder der Spiegel weggenommen würde. Diese Strahlen haben ebenfalls nach der Reflexion denselben Grad der Convergenz als vor derselben.

Die Reflexion der concaven Flächen.

Parallele Strahlen. Es sei MN Fig. 3. ein concaver Spiegel, C das Centrum der Concavität desselben, d. h. von welchem mit dem Radius CN oder CM die Krümmung des Spiegels beschrieben ist; es seien AM, AD, AN parallele Strahlen, oder ein Bündel paralleler Strahlen, welche auf den Spiegel fallen. Die Linien CM und CN sind in den Punkten N und M senkrecht auf die Oberfläche des Spiegels, und in diesen Punkten sind die Einfallswinkel AMC und ANC der Strahlen AM und AN den Reflexionswinkeln FMC und FNC gleich, die beiden reflectirten Strahlen schneiden sich in F , in der Linie AD . Der auf das Centrum des Spiegels fallende Strahl wird in sich selbst zurückgeworfen, so daß also alle 3 Strahlen sich in F schneiden, dieser Punkt F heißt der Brennpunkt, Focus, oder der Brennpunkt paralleler Strahlen. Wenn man bedenkt, daß die Lichtstrahlen, ehe sie in den Spiegel fielen, einen großen Raum einnahmen, und sie nun in einen Punkt F zusammengedrängt findet, so wird man leicht einsehen, warum die Hohlspiegel auch Brennspiegel genannt werden, und weshalb sie die Eigenschaft haben, in ihren Focus gebrachte Körper zu verbrennen; denn hier wird alle Hitze concentrirt, welche unter alle Strahlen vertheilt war. Der Brennpunkt der Hohlspiegel liegt immer um die Hälfte des Radius ihrer Krümmung von ihnen entfernt.

Divergirende Strahlen. Fig. 4. sei MN ein Hohlspiegel, dessen Krümmungscentrum in C ist, AM, AD, AN seien von dem Punkte A ausgehende divergirende Strahlen, welche auf den Spiegel in den Punkten M, D, N fallen, die Linien CN, CD und CM sind in diesen Punkten senkrecht zur Oberfläche des Spiegels, und man wird die Richtung der reflectirten Strahlen MF und NF erhalten, wenn man die Winkel FMC und FNC den Winkeln AMC und ANC gleich macht, der Punkt F , worin sich die reflectirten Strahlen schneiden, wird der Brennpunkt der von dem Punkte A ausgehenden divergirenden Strahlen sein. Vergleicht man die Fig. 3. und 4., so sieht man, daß der Strahl AM der Fig. 4. dem Einfallslothe CM viel näher ist, als derselbe Strahl in der Fig. 3., der reflectirte Strahl MF muß daher auch in Fig. 4. diesem Lothe näher liegen, als in Fig. 3.; es folgt daraus, daß der Focus F dem C in jener viel näher liegen muß als in dieser, und daß deshalb der Focus für divergirende Strahlen vom Hohlspiegel entfernter liegen muß, als der für parallele Strahlen.

Setzen wir, daß der Punkt A Fig. 4. sich allmählich dem Punkte C nähert, so werden die von ihm ausgehenden divergirenden Strahlen sich immer

mehr den Einfallsloten CM , CN nähern, und daher die reflectirten Strahlen auch ihnen näher kommen, so daß wenn A in C kommt, der Punkt F sich ebenfalls dort befinden wird. Wenn der Punkt A , in demselben Sinne weiter fortrückt gegen F , wird der Focus der divergirenden Strahlen auf die andere Seite von C kommen, und wenn der Punkt A in F angekommen ist, wird der Brennpunkt in dem (ursprünglichen) A liegen, und so ein vollständiger Wechsel der Lage zwischen dem Focus und dem ausstrahlenden Punkte vorgegangen sein. Die beiden Punkte A und F heißen die zusammengehörigen Brennpunkte des Spiegels, weil, wenn der ausstrahlende Punkt in einen von ihnen ist, der Brennpunkt in dem andern liegt.

Convergirende Strahlen. Es sei MN Fig. 5. ein Hohlspiegel, dessen Centrum der Krümmung in C ist, AM , AD , AN seien gegen den Punkt A' , welcher hinter dem Spiegel liegt, convergirende Strahlen. Wiederholt man die schon mehr beschriebene Construction, so wird man finden, daß der Punkt F , oder der Focus der convergirenden Strahlen, sich entfernter vom Centrum der Krümmung C und mithin dem des Spiegels näher befinden wird, als es bei divergirenden Strahlen der Fall war, oder wenn man will, der Abstand DF des Focus vom Spiegel ist geringer für convergirende Strahlen als für divergirende oder parallele.

Nehmen wir an, daß die Convergenz der Strahlen größer wird, d. h. daß der Punkt A' , worin sie sich hinter dem Spiegel vereinigen würden, sich demselben immer mehr und mehr nähert, so werden die einfallenden Strahlen sich um so mehr auch von den Einfallsloten CM und CN entfernen, und in demselben Verhältnisse auch die reflectirten Strahlen, und der Focus fällt dem Spiegel näher. Wenn die Convergenz der Strahlen sich verminderte, würde der umgekehrte Fall stattfinden, oder, was dasselbe ist, wenn der Durchschnittspunkt A' sich vom Spiegel entfernt. Kommt der Punkt A' unendlich weit hinter den Spiegel, oder werden die einfallenden Strahlen parallel, so liegt ihr Focus wie bei Fig. 3. in der Mitte der Entfernung des Punktes C vom Spiegel.

Von der Dioptrik, oder dem Durchgange der Lichtstrahlen durch durchsichtige Körper.

Bisher haben wir angenommen, daß das Licht in gerader Linie von dem Körper, der es erzeugt, bis zu dem, auf welchen es fällt, geht; dieses ist auch wirklich der Fall, wenn das Licht während des ganzen Weges immer in demselben Medio bleibt. (Medium (Mittel) nennt man die Körper, in welchen sich andere bewegen können, solche sind für das Licht alle durchsichtigen Körper.) Wenn das Licht genöthigt wird, durch verschiedenartige Media zu gehen, so erleidet es eine Abweichung, welcher man den Namen Refraction (Brechung) gegeben hat.

Wenn der Strahl, indem er ein beliebiges Medium, die Luft z. B., verläßt, um in ein anderes (Wasser, Glas u. dgl.) überzugehen, senkrecht auf die Oberfläche des letzten fällt, so erleidet er keine Brechung, sondern setzt seinen Weg in gerader Linie fort. Im entgegengesetzten Falle, wenn der Strahl schräg in nicht senkrechter Richtung auf die Oberfläche des neuen zu durchge-

henden Mediums trifft, so erleidet er eine Abweichung, eine Refraction, deren Hauptgesetze hier jetzt folgen.

Es sei Fig. 6. CB der einfallende Strahl, welcher, aus der Luft kommend, die Oberfläche GH eines durchsichtigen, dichtern Körpers als die Luft trifft; statt nun seinen Weg in der Richtung der geraden Linie CBF fortzusetzen, wird er in B gebrochen und nähert sich dem Perpendikel AE , mit dem er also einen Winkel DBE bildet, der kleiner ist, als derjenige ABC , welchen der Strahl in der Luft mit demselben Perpendikel macht. Diese Eigenschaft der durchsichtigen Körper wird ihr Brechungsvermögen genannt, und ist in allen durchsichtigen Körpern verschieden; dasjenige, welches einem gewissen Körper dieser Art eigenthümlich ist, wird dessen Brechungsverhältniß genannt. Durch Versuche ist ausgemittelt, daß zwischen den in der Optik vorzugsweise angewandten Körpern das Brechungsverhältniß folgendes ist: für Luft 1,000294, für gemeines Glas 1,525 bis 1,534, für englisches Flintglas 1,830, für Sapphir 1,794 und für Diamant 2,439. Jetzt wollen wir sehen, wie es dem Strahle ergeht beim Austritte aus dem Glase, d. h. beim Eintritte in ein weniger dichtes Medium. Fig. 7. $ABCD$ sei ein Stück Glas, dessen gegenüberliegende Flächen AB und CD parallel sind, und HG ein schief auf die Fläche AB des Glases fallender Strahl. Er erleidet hier eine Brechung nach dem Lothe FR zu, in der Richtung GE , angekommen in E tritt er aus dem Glase, um in die Luft wieder überzugehen, wo er eine neue Brechung im umgekehrten Sinne nach der Richtung EI erleidet und sich von dem Lothe NO um eben so viel abwendet, als er sich dem Lothe FR beim Eintritte in das Glas genähert hatte. Verlängert man nun den einfallenden Strahl HG gegen L und gegen M den heraustretenden Strahl EI , so wird man alsbald erkennen, daß beide Strahlen unter sich parallel sind, und daß die Brechung eines Strahls in einem brechenden Medio mit parallelen Flächen kein anderes Resultat giebt, als daß die Strahlen eine Richtung bekommen, welche zu der parallel ist, welche sie vor dem Durchgange durch das Medium hatten. Sind aber die Flächen des durchsichtigen Körpers, wodurch der Lichtstrahl geht, nicht parallel, so wird auch der wieder austretende Strahl dem einfallenden nicht parallel bleiben.

ABC Fig. 8. sei die Hälfte eines gläsernen Prismas AaB , und die Seite AB rechtwinklicht zu dem einfallenden Strahle RO , so wird dieselbe durch die Fläche AB gehen und ohne gebrochen zu werden zum Punkte O gelangen, sobald er aber aus dem Glase in die Luft tritt, wird er der Richtung OS folgen und sich von dem Lothe Pp entfernend der Fläche BC nähern, weil er nicht mehr senkrecht auf die von der Fläche BC des Prismas begrenzte Fläche der Luft trifft.

Nehmen wir SO als einfallenden Strahl an, so wird er nach der Richtung OR von dem Lothe Pp ab, der Einfallfläche BC sich nähernd gebrochen werden. Vereint man nun beide Hälften ABC und AaB des Prismas wieder, so erhält man das Prisma aBC , welches die einfallenden Strahlen gleichmäßig auf beiden Seiten, beim Eintritt und Ausgange, brechen wird.

Der Winkel B des Prisma heißt der brechende Winkel, und von seiner Größe hängt die des Winkels der Refraction ab.

Von dem vorhergehenden können wir schon einen Grundsatz ableiten, welcher in der Folge dienlich sein wird. Angenommen, ein Object befände sich in S' , so wird das Auge in S dasselbe in der Verlängerung von SO sehen, und so eine Verwechslung in der Lage oder der Ansicht des Objects vorgehen.

Von den Glaslinsen.

Linsen sind Stücke Glas oder eines andern durchsichtigen Körpers, deren gegenüberstehende Flächen eine solche Gestalt haben, daß durch sie gehende Strahlen ihre Richtung ändern, und zwar in der Art, daß sie divergent oder convergent werden, wenn sie vorher parallel, und parallel, wenn sie vorher divergent oder convergent waren. Die Linsen haben verschiedene Namen nach der ihnen eigenthümlichen Form.

- 1) *Biconvexe Linse*, Fig. 9. Die beiden Krümmungen können auch ungleich, d. h. mit verschiedenen Radien beschrieben sein, Fig. 10.
- 2) *Planconvexe Linse*, Fig. 11. Die eine Fläche ist eben, die andere gekrümmt.
- 3) Der *Meniskus* Fig. 12. hat eine concave und eine convexe Fläche, wenn wie in dieser Figur die beiden Krümmungen sich schneiden, so wird diese Linse zu den convexen Linsen gezählt, man nennt sie auch *periskopische Linsen*.
- 4) *Biconcave Linse*, Fig. 13., beide Flächen sind concav, und können auch ungleich, d. h. mit verschiedenen Radien beschrieben sein, Fig. 14.
- 5) *Planconcave Linse*, Fig. 15., die eine Fläche ist eben, die andere concav.
- 6) Die *concav-convexe Linse*, Fig. 16., hat auch wie der Meniskus eine concave und eine convexe Fläche, aber die Krümmungen scheiden sich nicht, die convexe Fläche ist mit einem größern Radius beschrieben als die concave. Diese Linse wird zu den concaven Linsen gezählt.

Man giebt auch wol zuweilen, jedoch uneigentlich, gläsernen Kugeln von größerm oder geringerm Durchmesser den Namen Linsen.

Wenn wir die unbegreifliche Feinheit der Lichtmoleculen erwägen und daß ein Strahl, theoretisch zu reden, nichts als eine Reihe solcher ein auf einander folgender Moleculen ist, so ist es offenbar, daß der so kleine Theil einer gekrümmten Oberfläche, als die ist, worauf ein solcher Strahl einfällt, und welche seine Refraction bestimmt, in dieser Beziehung als eine ebene Fläche angesehen werden kann. In der Mathematik wird bewiesen, daß eine gewisse gerade Linie, welche eine Curve in einem beliebigen Punkte berührt, und *Tangente* genannt wird, als mit einem unendlich kleinen Theile der Curve zusammenfallend betrachtet werden kann, und zwar dergestalt, daß wenn ein Lichtstrahl AB Fig. 17. in B auf eine krumme brechende Oberfläche fällt, ABD sein Einfallswinkel ist; der Winkel, welchen der Strahl AB mit der Linie DC macht, und welcher zu der Tangente MN , im Punkte B , senkrecht ist. In allen sphärischen Oberflächen, wie die Linsen es sind, ist die Tangente MN immer das Perpendikel zum Radius der Oberfläche der Curve CB , so daß man die Untersuchung wegen der Tangente vermeiden kann, in-

dem der vom Centrum zum Einfallspunkt gezogene Radius stets das Einfallslot th ist, welches den Einfallswinkel bestimmt. Die Anwendung dieser Säze wird alsbald folgen. Wir wollen nun nach einander die Wirkungen darstellen, welche die verschiedenen Arten der Linsen auf die durch sie gehenden Strahlen ausüben.

Was die Kugeln betrifft, so werden wir im Laufe des Werks Gelegenheit haben, darauf zurückzukommen; hier mag es genügen, daß in dieser Art Gläser die Refraction sich eben so macht, als in einer biconveren Linse, deren Krümmungen einer und derselben Kugel angehören; allein in einer solchen Linse liegen diese beiden Flächen einander näher als bei der Kugel der Fall ist, und deshalb erleiden die von der ersten Fläche gebrochenen Strahlen viel schneller die zweite Brechung; man sieht ein, daß dieser Umstand nothwendig auf die Veränderung des Brennpunktes einwirkt.

Das Brechungsvermögen einer Kugel kann so beschaffen sein, daß der Focus sich im Innern derselben bildet, welches bei einer Diamantkugel der Fall sein würde; unter diesen Umständen würde sie für uns vollkommen unbrauchbar sein. Zuerst wollen wir nun diese Wirkung auf parallele Strahlen untersuchen, und dabei von der planconveren Linse ausgehen, weil sie die einfachste ist.

Es sei abc Fig. 18. eine planconvexe Linse, deren Centrum in C ist, AEB sollen 3 senkrecht auf die plane Fläche ab einfallende Strahlen sein. Es ist klar, daß sie in die Linse, ohne eine Brechung zu erleiden, treten und bis zur zweiten Fläche acb durchgehen werden. Im Punkte e kommt der Strahl A in ein dünneres Medium als das Glas ist, und wird von dem Perpendikel, welches, wie wir gesehen haben, der zu dem Punkte e gezogene und bis in P verlängerte Radius der Krümmung der Linse ist, mehr abweichend gebrochen. Der gebrochene Strahl nimmt jetzt die Richtung eF . Der Strahl E wird nicht im Glase gebrochen, weil er unter denselben Bedingungen eintritt wie der Strahl A , er wird aber auch nicht bei seinem Austritt in die Luft gebrochen werden, weil er in der Ase der Linse bleibt, und in seinem ganzen Verlaufe mit dem Krümmungsradius der Linse zusammenfällt; er setzt daher seinen Weg in gerader Linie fort und schneidet in F den Strahl A . Was den Strahl B betrifft, den wir in derselben Entfernung von der Ase der Linse als den Strahl A angenommen haben, so wird er sich gänzlich wie dieser Letztere verhalten, aus dem Glase tretend wendet er sich von dem Perpendikel CP' ab und scheidet dann die beiden erstern Strahlen in demselben Punkte F , welchen man den Haupt-Brennpunkt, Focus für parallele Strahlen oder Sonnenbrennpunkt nennt.

Es ist nach dem Vorhergehenden und dem, was vom Durchgange des Lichts durch Prismen (Fig. 8.) gesagt ist, klar, daß in der Fig. 18. die Linse abc , rücksichtlich der Strahlen A und B , als aus zwei Prismen mdk und mdl zusammengesetzt betrachtet werden kann, deren Grundfläche auf einander gesetzt sind und welche eben so auf die beiden Strahlen wirken, als wie wir es bei dem Prisma ABC Fig. 8. mit dem Strahle RO gesehen haben.

Parallele Strahlen, welche durch eine biconvere Linse gehen, erleiden zwei Brechungen, wie man Fig. 19. sieht. Der Strahl AB fällt mit der Ase der

Linse zusammen und geht daher in gerader Linie durch. Der Strahl Cd hat zum Einfallswinkel den Winkel Cdg , welchen er mit dem Einfallslothe dg , der Verlängerung des Krümmungsradius $E'd$, der Seite d o der Linse macht; angekommen in e tritt er wieder in die Luft und weicht dann mehr von dem Lothe EG der Verlängerung des Krümmungsradius Ee , der andern Seite der Linse ab, dann den Strahl A in F schneidend. Eben so kann man darthun, daß der Strahl D , welcher eben so weit von der Aze der Linse entfernt angenommen ist, die Aze in demselben Punkte F schneiden wird, und man sieht, daß die Strahlen D und C dieselbe Brechung erlitten haben, als wenn sie durch die beiden von den Tangenten $d'I$ und $d'i$ gebildeten Prismen gegangen wären. Der Punkt F , worin sich die parallelen Strahlen vereinigen, heißt auch hier der Hauptbrennpunkt, der Focus der parallelen Strahlen, Brennpunkt oder Focus schlichtweg. Bei der vorliegenden Untersuchung haben wir nicht allein die einfallenden Strahlen als unter sich parallel und auch parallel zur Aze der Linse angenommen, sondern auch gesehen, daß in diesem Falle die mit der Aze zusammenfallenden Strahlen keine Brechung erleiden; dasselbe ist der Fall Fig. 20., wo der Strahl RC von den zur Aze parallelen Strahlen RL, RL in F nach der Refraction geschnitten wird. Wenn aber die parallelen Strahlen auf die Linse schief zur Aze fallen, wie SL, SC und SL oder TL, TC und TL , so erleiden die Strahlen SC und TC , welche durch das Centrum C der Linse gehen, zwei Brechungen, eine beim Eintritt und eine beim Austritt; da aber diese beiden gleich sind und im entgegengesetzten Sinne geschehen, so sind immer die gebrochenen Strahlen Cf und Cf' parallel zu SC oder TC . Wenn man die erforderlichen Constructionen ausführt, so wird man sehen, daß die Strahlen SL und SL sich in einem Punkte f , der in der Richtung des centralen Strahls Sf , und die Strahlen TL und TL , in einem Punkte f' , der in der Richtung des centralen Strahls Tf' liegt, schneiden müssen. Nach diesen Auseinandersetzungen wird man keine Schwierigkeit mehr in der Verfolgung des Weges paralleler Strahlen durch eine beliebige concave Linse finden. Man sieht aus der Construction Fig. 21., daß die parallelen Strahlen RL, RL , welche auf die biconcave Linse LL fallen, nach der Refraction in den Richtungen Lr, Lr divergiren, als kämen sie aus dem Punkte F , dem man deshalb auch den Namen Zerstreungspunkt oder geometrischer Focus giebt. Jetzt zur Untersuchung der Wirkung derselben Linsen auf divergirende Strahlen, d. h. die von solchen Körpern kommen, welche der Linse näher sind als die Sonne und Planeten.

Es seien Fig. 22. RL, RL divergirende Strahlen, welche vom Punkte R ausgehen und auf die biconvexe Linse LL treffen, deren Hauptbrennpunkt in O oder O' sich befinden soll, der Vereinigungspunkt (Focus) dieser Strahlen wird in einem gewissen Punkte F sein, welcher weiter von der Linse entfernt liegt als der Hauptbrennpunkt O .

Nach Ausführung der nöthigen Constructionen sieht man, daß wenn der Punkt R sich der Linse nähert, der Vereinigungspunkt F sich von ihr mehr entfernen wird. Wenn der Punkt R in P , der Entfernung PC gleich der doppelten Brennweite CO oder CO' , so wird der Vereinigungspunkt F in P'

sein, d. h. eben so entfernt auf der einen Seite von der Linse als es der Punkt P von der andern ist. Wenn R in O' ankommt, so liegt der Vereinigungspunkt F in unendlicher Entfernung, d. h. die Strahlen sind durch die Brechung parallel geworden, und sie werden divergierend, wenn der Punkt R zwischen dem Hauptbrennpunkte O' und der Linse sich befindet.

Gehen die divergierenden Strahlen RL , RL Fig. 23. von einem Punkte R aus und fallen auf eine concave Linse L, L , so werden sie durch die Brechung in die divergierenden Richtungen Lr, Lr gelangen, als wenn sie von dem Zerstreuungspunkte F , welcher weiter von der Linse entfernt ist als der Hauptzerstreuungspunkt O , ausgingen.

Nun zu der Wirkung der Linsen auf convergirende Strahlen. Treffen die, gegen den Punkt f convergirenden Strahlen RL, RL Fig. 24. eine convexe Linse LL , so werden sie so gebrochen, daß sie sich in dem Punkte F schneiden, welcher der Linse näher liegt, als ihr Hauptbrennpunkt O ; wenn der Focus F in O zu liegen kommt, so ist der Punkt f unendlich weit entfernt, d. h. die Strahlen sind dann parallel. Außerdem sieht man ein, daß wenn der Convergenzpunkt f sich der Linse nähert, auch der Vereinigungspunkt F ebenfalls näher rückt.

Wenn die Strahlen $RLRL$ Fig. 25. gegen den Punkt f convergirend, auf eine concave Linse LL fallen, so werden sie dermaßen gebrochen, daß ihr Zerstreuungspunkt in F liegt ²⁵⁾.

Refraction des Lichts in den Menisken.

Die allgemeine Wirkung eines Meniskus, hinsichtlich der Refraction paralleler Strahlen ist dieselbe wie bei einer convexen Linse von derselben Brennweite; und die einer concav-convexen Linse ist dieselbe als die einer concaven Linse derselben Zerstreuungsweite.

Von der Entstehung der Bilder durch die Linsen, und ihrer Vergrößerungskraft.

Es ist gesagt, daß jeder Punkt eines beleuchteten Object's Strahlen nach allen Richtungen aussendet; diese Strahlen sind daher divergierend, und bleiben es auch durch die Linsen, wenn die Objecte, wovon sie ausgehen, nicht wie die Sonne in unendlicher Entfernung von der Linse sich befinden. Die Regeln für die divergierenden Strahlen sind also diejenigen, welche vorzugsweise bei den Erscheinungen, womit wir uns hier beschäftigen, ihre Anwendung finden. Jeder Punkt eines beleuchteten Object's sendet seine Strahlen nach allen Richtungen aus; bringt man nun eine Linse vor das Object, so wird jeder Punkt auf die Oberfläche der Linse einen Strahlenkegel werfen, welcher die ganze Oberfläche einnimmt, diese verschiedenen Strahlenkegel durchkreuzen sich und neigen sich gegen einander, ohne daß irgend ein Strahl, der einer jeden Seite angehört, von seinem Wege abgelenkt würde. Jeder Strahl erleidet beim Durchgange durch die Linse eine Refraction beim Ein-

²⁵⁾ Die hier vorgetragene Sage sind am Eingange meiner Abhandlung über die katabiotrischen Linsen, welche als Anhang folgt, ausgeführt, und dort die Regeln zur Berechnung der Brenn- oder Zerstreuungsweiten für parallele, convergirende und divergirende Strahlen bei Spiegeln und Gläsern abgeleitet. D. Heß.

gange und beim Ausgange, so daß alle von demselben Punkte ausgegangene Strahlen sich hinter der Linse wieder vereinigen, und dort ein Bild des erleuchteten Punktes machen, wovon sie ausgegangen sind. Hinter der Linse werden so viele Vereinigungspunkte entstehen, als in dem Objecte erleuchtete Punkte sind, welche auf die Linse Strahlen werfen können, und endlich werden alle diese Vereinigungspunkte zusammen ein vollständiges Bild des Objectes erzeugen. Bei den convexen Linsen wird dieses Bild umgekehrt sein, d. h. in einer Lage, welche gegen die des Objectes umgekehrt ist, und die Größe des Bildes wird sich zu der des Objectes verhalten, wie dessen Abstand von der Linse, sich zu dem Abstände des Objectes selbst von der Linse, verhält.

Es sei z. B. Fig. 26. MN ein vor die convexe Linse LL gestelltes Object, jeder Punkt des Objectes schickt seine Strahlen nach allen Richtungen aus. Die Figur giebt nur 3 von diesen Punkten an, und von jedem Punkte 3 Strahlen ausgehend, die beiden äußersten Strahlen jedes dieser Strahlenkegel fallen auf die Enden des Durchmessers der Linsen, die übrigen, um die Figur nicht zu verwirren, nicht angedeuteten Strahlen kann sich Jeder leicht hinzudenken. Diese auf die Linse fallenden Strahlen werden in ihr gebrochen und bilden hinter der Linse so viele Vereinigungspunkte, als das Object leuchtende, und auf die Linse Strahlen sendende Punkte hat. Wir haben gesehen, daß der Punkt, worin sich alle von ein und demselben Punkte ausgehende Strahlen wieder vereinigen, in derselben geraden Linie ist als das Centrum der Linse und der Punkt, wovon die Strahlen ausgehen; es geht daraus hervor, daß der obere Punkt M des Objectes sein Bild dicht unterhalb der geraden Linie Mcm , und der untere Punkt N das seinige oberhalb der Linie Ncn , d. h. in m und in n haben wird, wo die Strahlen LM , LM , und LN , LN die Linien Mcm und Ncn schneiden, es wird also m das Bild des obern Theils M des Objectes, und n das des untern Theils des N geben. Es ist zugleich einleuchtend, daß in den beiden Dreiecken MCN und mCn die Länge des Bildes mn sich zu der Länge MN des Objectes verhält, wie Ca der Abstand des Bildes zu Cb dem Abstände des Objectes.

Wir können jetzt mit Hülfe einer Linse hinter derselben das Bild eines vor derselben befindlichen Objectes hervorbringen, und dieses Bild im Verhältniß zum Objecte so groß machen als wir wollen. Um große Bilder zu erlangen, brauchen wir nur das Object der Linse zu nähern, oder es davon zu entfernen, wenn sie kleiner werden sollen. Diese Wirkungen können noch mehr verändert werden, wenn man Linsen anwendet, deren Brennweiten verschieden sind.

Bei demselben Focus der Linsen kann man das Ansehen des Bildes vermehren, wenn man den Durchmesser und daher auch die Fläche der Linse vergrößert. Es ist klar, daß eine Linse von 12 Quadratzoll Fläche zweimal so viele von demselben Objecte ausgehende Strahlen auffängt, als eine Linse, welche nur 6 Quadratzoll Oberfläche hat; und zwar wenn es uns unmöglich ist, den Glanz des Objectes durch mehr Beleuchtung zu vermehren, so können wir den des Bildes vergrößern durch Vergrößerung des Durchmessers der Linse. Bis hieher haben wir angenommen, daß das Bild mn auf eine weiße Fläche fiel, worauf es sich scharf begrenzt darstellt; aber wenn man es auf

ein mattgeschliffenes Glas fallen läßt, und das Auge 6 bis 8 Zoll oder weiter hinter diese halbdurchsichtige Fläche, welche in mn gestellt worden ist, bringt; so wird man auch das Bild mn umgekehrt und eben so deutlich sehen als zuvor. Behält man diese Stellung des Auges bei und nimmt diesen halbdurchsichtigen Schirm weg, so wird man das Bild in der Luft sehen, aber weniger deutlich. Dieses Phänomen wird man sich leicht erklären können, wenn man bedenkt, daß alle die Strahlen, welche durch ihre Convergenz alle die Punkte des Bildes mn hervorbringen, nicht darin bleiben, sondern sich darin kreuzend, eben so divergirend davon wieder ausgehen, als wenn sie von einem wirklichen Objecte derselben Größe und Helligkeit herkämen. Das Bild mn kann also als ein neues Object angesehen werden, und wenn die davon ausgehenden Strahlen von einer andern Linse aufgefangen werden, so werden sie von mn ein zweites Bild machen, welches genau dieselben Dimensionen und dieselbe Stellung haben wird, als wenn mn ein wirkliches Object wäre. Dieses zweite Bild wird in Beziehung auf mn eine umgekehrte Stellung haben, und also ein aufrechtes mit Hülfe zweier Linsen hervorgebrachtes Bild des Objectes MN sein; wir können also nach Belieben, je nachdem wir eine oder mehrere Linsen anwenden, ein aufrechtes oder umgekehrtes Bild des Objectes haben. Ist das Object MN beweglich und in unserer Gewalt, so ist es unnütz zwei Linsen anzuwenden, denn man braucht ja das Object selbst nur umzukehren, um mit einer einzigen Linse ein aufrechtes Bild zu bekommen, welches denn freilich doch in Beziehung auf die Stellung des Objectes immer ein umgekehrtes ist. Es giebt aber noch ein anderes Mittel, um die scheinbare Größe der Objecte zu vermehren, besonders derjenigen, welche in unserer Gewalt sind. Um Objecte deutlich zu sehen, reicht es hin, wenn wir machen, daß die davon ausgehenden divergirenden Strahlen parallel ins Auge kommen, so als wenn das Object sehr entfernt wäre. Bringt man ein Object oder ein Bild desselben dem Auge sehr nahe, um ihm eine beträchtliche scheinbare Größe zu geben, so wird das Object oder Bild undeutlich erscheinen; wenn man aber durch irgend ein Mittel die davon ausgehenden Strahlen parallel machen kann, so wird man, es sei dem Auge auch noch so nahe, dasselbe sehr deutlich sehen. Wir haben aber schon erfahren, daß von dem Brennpunkte einer Linse ausgehende Strahlen nach der darin erlittenen Refraction parallel werden; bringen wir folglich ein Object oder dessen Bild in den Focus einer Linse, deren Focaldistanz sehr kurz ist, und wenden das Auge gegen die Linse, so werden die vom Objecte ausgehenden Strahlen parallel ins Auge kommen, und wir werden es sehr deutlich und auch vergrößert sehen, und zwar in dem Verhältnisse der wirklichen Entfernung von der Linse, zur Entfernung des deutlichen Sehens.

Wird eine Linse gebraucht, um so die Dimensionen eines Objectes zu vergrößern, so ist es ein einfaches Mikroskop, und wenn diese Linse ein schon von einer andern Linse hervorgebrachtes Bild zu vergrößern dient, so bilden beide Linsen zusammen ein zusammengesetztes Mikroskop.

Von der sphärischen Aberration.

Bisher haben wir angenommen, daß die durch sphärische Oberflächen gebrochenen Strahlen sich in einem und demselben Focus vereinigen. Hat

man es aber einmal versucht, die mehr beschriebenen Experimente zu machen, so mußte man gewiß bemerken, daß die Strahlen, welche der Ase der Linse zunächst sind, sich in einem entferntern Focus vereinigen, als die Strahlen, welche nach dem Rande derselben Linse fallen. Es sei Fig. 27. LL eine planconvexe Linse, auf deren Planseiten parallele Strahlen fallen, F sei der Brennpunkt der, der Ase AF sehr nahen Strahlen R'L', R'L', ferner sollen RL, RL ebenfalls parallele Strahlen sein, welche nach dem Rande der Linse hin einfallen. Führt man nun in einem viel größern Maßstabe als hier geschehen, die Construction aus und bestimmt den Weg der Strahlen RL, RL, so wird man finden, daß sie sich im Punkte f begegnen, der der Linse viel näher ist als der Focus F, auch wird man wahrnehmen, daß alle zwischen RL und R'L' liegenden Strahlen ihre Vereinigungspunkte zwischen F und f haben werden. Verlängert man die Strahlen Lf, Lf, bis sie in G und in H eine in F gestellte Ebene treffen, so wird die Entfernung Ff dasjenige sein, was man die Längenabweichung wegen der sphärischen Gestalt, und GH das, was man die Seitenabweichung wegen der sphärischen Gestalt der Linsen nennt.

Bei einer planconvexen Linse, wie in der Figur, beträgt die Längenabweichung nicht weniger als $4\frac{1}{2}$ Mal die Dicke des Glases mn. Evident ist es, daß eine solche Linse kein reines Bild des Object's in ihrem Focus F geben kann. Wird die Linse gegen die Sonnenstrahlen gerichtet, so wird der centrale Theil L'mL', dessen Focus in F ist, darin ein sehr glänzendes Bild der Sonne geben; die andern Strahlen aber, welche zwischen L' und L durchgehen und ihre Vereinigungspunkte zwischen F und f haben, werden, nachdem sie sich zwischen diesen beiden Punkten gekreuzt haben, in GH fallen und dort eine Kreisfläche bilden, deren Durchmesser GH ist. Das Bild der Sonne im Brennpunkte F wird eine stark leuchtende Scheibe sein, welche von einem Hofe von Licht umgeben ist, Fig. 28., der von F nach G und nach H zu schwächer wird. Eben so wird jedes Object, welches durch die Linse gesehen, oder jedes Bild, welches durch dieselbe hervorgebracht wird, an Reinheit und Schärfe wegen dieser sphärischen Aberration Mangel leiden.

Bedeckt man den Rand der Linse mit Papier, so wird die Größe des Hofes HG verkleinert werden, und man ein reines Bild erhalten. Bedeckt man die ganze Linse, mit Ausnahme eines ganz kleinen Theils am Centrum, so wird das Bild sehr scharf, obschon weniger hell werden und in F sich befinden, und umgekehrt wenn man die centrale Partie des Glases bedeckt, und nur einen unbedeckten Ring am Rande der Linse läßt, so wird im Vereinigungspunkte f ein sehr bestimmtes Bild entstehen. Da man nun die sphärische Aberration einer Linse nicht weiter als bis zu 1,07 ihrer Dicke vermindern kann, so kann man doch in vielen Fällen diesem Uebelstand durch Verbindung zweier oder mehrerer Linsen dann abhelfen, wenn die Aberrationen derselben entgegengesetzt sind und sich gegenseitig aufheben; so daß er entweder beträchtlich vermindert oder ganz und gar gehoben wird.

Vom Achromatismus oder der Aufhebung der Farbenzerstreuung.

Bei den Untersuchungen über den Durchgang der Strahlen durch die Linsen ist angenommen, das Licht sei homogen und alle Strahlen, welche un-

ter demselben Winkel einfielen, hätten auch denselben Brechungswinkel oder, was dasselbe ist, alle Strahlen würden auf gleiche Weise gebrochen. Beobachtungen haben gezeigt, daß es nicht so ist, und daß, wenn das Licht auf Crown Glas fällt, es Strahlen giebt, die alle möglichen Brechungsverhältnisse haben, welche zwischen 1,5258, dem Brechungsverhältnisse der rothen, und 1,5466, dem Brechungsverhältnisse der violetten Strahlen, liegen. Ob schon das Sonnenlicht, durch welches alle Objecte sichtbar werden, weiß ist, so wird doch durch die verschiedene Brechbarkeit seiner Theile die Erzeugung eines Bildes durch alle Arten der Linsen sehr modificirt.

Zum bessern Verständniß wollen wir setzen, die weißen Lichtstrahlen **RL** und **RL** Fig. 29. fielen parallel zur Axe derselben auf eine biconvexe Linse von Crown Glas **LL**. Da jeder Strahl aus 7 Strahlen von verschiedener Farbe und andern Brechungsverhältnissen zusammengesetzt ist, so ist es klar, daß alle die Strahlen, welche **RL** bilden, nicht in derselben Richtung gebrochen werden, und auf denselben Punkt fallen können. Der äußerste rothe Strahl, dessen Brechungsverhältnis 1,5258 ist, hat seinen Focus in **r** und **Cr** ist die Focaldistanz der Linse für die rothen Strahlen. Eben so wird der äußerste violette Strahl, dessen Brechungsverhältnis 1,5466 ist, nach dem Punkte **v** hin, näher nach der Linse zu, gebrochen werden, und **Cv** ist dann die Focaldistanz für violette Strahlen. Die Entfernung **vr** heißt die chromatische Aberration, und der Kreis, dessen Durchmesser **ab** durch den Focus der Strahlen von mittlerer Brechbarkeit in **o** geht, heißt der Kreis der kleinsten Aberration. Man kann durch ein Experiment diese Wirkungen zeigen, indem man eine Linse in die Strahlen der Sonne bringt, und deren Bild auf einem zwischen **o** und **C** gestellten Stücke Papier auffängt; die leuchtende Kreisfläche wird einen rothen Rand haben, weil er ein Schnitt des Kegels **LaLb** ist, dessen äußerste Strahlen **LaLb** roth sind; wird aber das Papier weiter als **o** entfernt, so bekommt die helle Scheibe einen violetten Rand, weil sie ein Schnitt des Kegels **l'a l'b** ist, dessen Strahlen **l'a l'b** violett sind. Weil sich nun die sphärische Aberration der Linse mit deren chromatischen Aberration verbindet, so wird man besser die eigenthümliche Wirkung der letztern sehen, wenn man eine große biconvexe Linse nimmt und deren centralen Theil bedeckt, so daß nur ein schmaler Ring am Umfange für den Durchgang der Lichtstrahlen bleibt.

So wird man auf das deutlichste die Brechung der verschiedenfarbigen Strahlen wahrnehmen können, wenn man das Bild der Sonne vor oder hinter **ab** auffängt. Man wird hierbei beobachten, daß die Linse in **v** ein violettes Bild der Sonne giebt, in **r** ein rothes und in den zwischen **v** und **r** liegenden Punkten Bilder von den andern Farben des Spectrums ²⁶⁾, und daß, wenn wir unser Auge hinter diese Bilder bringen, wir nur ein verwirrtes Bild sehen, dem die Reinheit fehlt, welche es haben würde, wenn es nur durch eine einzige Art von Strahlen gebildet worden wäre. Dieselben Er-

²⁶⁾ Spectrum, Farbenbild, Bezeichnung des regenbogenfarbigen Sonnendildes, nach dem Durchgange der Sonnenstrahlen durch dreiseitige Prismen oder Linsen entstehend.

scheinungen erhält man auch bei der Brechung des Lichts durch concave Linsen, nur mit dem Unterschiede, daß die parallelen Strahlen hier so divergiren werden, als wenn sie aus den Punkten r und v vor der Linse herkämen.

Stellen wir nun hinter die Linse LL eine biconcave, mit eben so gekrümmten Flächen wie die Linse LL versehene, andere Linse, welche ebenfalls von Crownnglas gefertigt ist, so ist es einleuchtend, daß, weil v der Vereinigungspunkt für die violetten, und r der der rothen Strahlen ist; wenn man ein Stück Papier in ab , den Focus der mittlern Refrangibilität, oder wo die rothen und die violetten Strahlen sich in a und in b schneiden, hält, das Bild viel bestimmter sein wird als in allen andern Stellungen des Papiers. Von einer andern Seite betrachtet, wenn die Strahlen im Brennpunkte einer concaven Linse convergiren, so werden sie unter sich parallel gebrochen; d. h. die concave Linse wird die convergirenden Strahlen nach der Richtung der Parallellinien $G1, G1$ brechen, und es wird weißes Licht entstehen.

Führt man die erforderlichen Constructionen aus, so kann man den Beweis dieser Wiedervereinigung liefern. Es ist aber hierbei auch klar, daß die beiden Linsen LL, GG nur eine einzige Glasmasse mit parallelen Oberflähen bilden.

Wenn wir nun auch durch die Verbindung dieser zwei Linsen die durch LL erzeugten Farben wieder zerstört haben, so haben wir doch dadurch noch kein brauchbares Resultat erlangt; denn die beiden Linsen wirken nicht anders, als ein Stück Planglas und können kein Bild hervorbringen.

Weil aber die chromatische Aberration von GG nicht anders ist als die von LL , so kann die des einen nicht die des andern verbessern oder gar aufheben, so lange kein Unterschied unter diesen beiden Aberrationen eintritt; man kann daher kein Bild ohne farbige Ränder mittelst zweier Linsen von demselben Glase hervorbringen.

Wir haben gesehen, daß die durchsichtigen Körper ein verschiedenes Farbenzerstreuungsvermögen besitzen, oder verschiedene Grade von Färbung mit demselben brechenden Medio hervorbringen; es folgt daraus, daß verschiedene Linsen denselben Grad der Färbung erzeugen können, wenn sie verschiedene Brennweiten haben, und zwar dergestalt, daß, wenn man die Linse LL von Crownnglas gefertigt, dessen Brechungsverhältniß 1,519 und dessen Zerstreungsvermögen 0,036 beträgt, und die Linse GG von Flintglas, dessen Brechungsverhältniß 1,589 und dessen Zerstreungsvermögen 0,0393 ist, und endlich der convergen Linse von Crownnglas $4\frac{1}{3}$ Zoll Brennweite, und der von Flintglas $4\frac{2}{3}$ Zoll Brennweite, giebt ihre Verbindung eine zusammengesetzte Linse, welche 10 Zoll Brennweite hat, und das Licht weiß in einen einzigen Focus refractirt. Solche zusammengesetzte Linsen werden achromatische Linsen genannt.

Erstes Capitel.

Vom einfachen Mikroskope.

Jede convere Linse ist ein einfaches Mikroskop; die Glaskugeln, die Loupen aller Art gehören in dieselbe Kategorie.

Von den mit Wasser angefüllten Glaskugeln der Alten bis zu den Doubletten, welche wir gegenwärtig gebrauchen, hat dieses Instrument zahlreiche Veränderungen erlitten; bevor wir jedoch in die weitläufigen Details dieser verschiedenen Veränderungen uns einlassen, wollen wir doch erst noch uns Etwas mit der Theorie beschäftigen.

Ich könnte den Leser auf die Begriffe zurückweisen, aber ich lege sehr viel Gewicht darauf, daß man vollständig die Wirkung des einfachen Mikroskops kennen lernt, außerdem ist die Sache mit wenigen Worten abgemacht.

Zuerst wollen wir annehmen, daß die Entfernung des deutlichen Sehens für gewöhnliche Augen, 8 bis 9 Zoll, oder um uns des Decimalsystems der leichten Rechnung wegen zu bedienen, $0,^{m}25$. Es giebt jedoch noch gewisse Punkte zwischen dieser Distanz und dem Punkte, worin die Objecte verwirrt erscheinen, worin das Sehen mehr oder minder deutlich geschieht. Vor der Hand wollen wir annehmen, das Auge befinde sich in O Fig. 30. Taf. 1. und das Object in SS . Dieses Object wird viel größer erscheinen, als es wirklich ist, weil der Gesichtswinkel, unter dem es gesehen wird, viel größer ist, als wenn das Object sich in der Entfernung des deutlichen Sehens befände; es wird aber auch undeutlich gesehen werden, weil es sich schon diesseits der Grenzen befindet, binnen welchen die Kraft des deutlichen Sehens noch der Natur gemäß wirken kann. Unter diesen Umständen bringt man ganz nahe vor das Auge eine convergirende Linse, und das Object wird diesseits der Focaldistanz des Glases hin versetzt, gerade so wie es sein muß, damit das Bild desselben ff' in die Distanz Of, Of' falle, in welcher das natürliche vollkommene Sehen geschieht. Wenn man nach einigen Versuchen die Distanz gefunden hat, in welche das Object gebracht werden muß, so wird man das Bild ff' deutlich und außerdem unter einem Gesichtswinkel fAf' gesehen werden, welcher dem Winkel SAS gleich ist, unter dem das Object geradezu gesehen erscheinen würde, wenn man es in der Entfernung AP deutlich sehen könnte. Man hat also den doppelten Vortheil, daß man deutlich und unter einem größern Gesichtswinkel sieht als gewöhnlich. Aber eben dadurch, daß es uns nicht vorgekommen sein wird, das Object, welches wir beobachten, so zu sehen, wird der Begriff, den wir uns von seiner wirklichen Größe machen, nicht durch vorhergegangene Versuche über den Zusammenhang der Entfernungen mit den Gesichtswinkeln, und wenn wir ein Object unter viel größerem Gesichtswinkel sehen, als mit bloßen Augen, und mit derselben Reinheit und in derselben Entfernung, wohin wir es hinzubringen suchen würden, um es auf das genaueste sehen zu können, so schließen wir, daß es wirklich nach allen seinen Dimensionen vergrößert ist.

Es ist leicht einzusehen, daß das Bild zugleich auch viel heller sein wird,

denn die Refraction sammelt und führt dem Auge eine große Zahl Lichtstrahlen zu, welche ohne Zwischenkunft des Glases außerhalb der Pupillaröffnung gefallen wären. Auch darf hier nicht vergessen werden, zu bemerken, daß je mehr die Linse convergirt, auch der Gesichtswinkel größer werden wird und das Object daher um desto größer erscheint.

Die einfachste Weise, sich der Linsen zu bedienen, ist, daß man sie in einen Ring faßt, der, mit einem Handgriffe versehen, gestattet, sie mit der einen Hand halten zu können, während die andere als Objectträger dient. Schwer, ja fast unmöglich wird es sein, dieses Verfahren in Anwendung zu bringen, wenn die Linsen einen kurzen Focus und daher auch eine starke Vergrößerung besitzen. Wenn die sehr kleinen Objecte beträchtlich vergrößert erscheinen, weil man sie mit einer scharfen Loupe betrachtet, so sieht man leicht ein, daß die geringsten Bewegungen nachtheilig werden und daß auch die festeste Hand nicht unbeweglich genug sein wird, um die Beziehungen, in denen Auge, Linse und Object zu einander stehen, nicht zu verändern. Müßte man jeden Augenblick der Verrückungen wieder abhelfen, so würde eine große Zeit verlangt, und eine Ermüdung dadurch entstehen, welche selbst den ausdauerndsten Menschen mikroskopische Untersuchungen verleiden können.

Sobald man dahin gekommen war, Linsen mit kurzem Focus verfertigen zu können, fühlte man auch gleich das dringende Bedürfnis, sie unbeweglich befestigen zu müssen; Jeder machte den Apparat nach seinem Geschmacke und nach den Bedürfnissen der verschiedenen Arten von Beobachtungen.

Ich halte es für unnöthig, alle die zu diesem Zwecke angewandten Vorrichtungen zu beschreiben; wichtig ist es aber doch, die Construction, welche man in neuester Zeit gemeinlich anwendet, und die an dem Haupttheile, der Linse, vorgenommenen Veränderungen kennen zu lernen. Zuerst wollen wir die Lektorn vornehmen.

Eine gute Linse muß von einer vollkommen gleichartigen Masse sein, welche höchst durchsichtig ist, ein großes Brechungsvermögen und eine möglichst geringe Zerstreungskraft besitzt, mit diesen Eigenschaften muß auch noch Genauigkeit in der Form und die größte Vollkommenheit der Arbeit verbunden sein. Indem wir die verschiedenen einfachen Mikroskope vornehmen, werden wir sehen, wie man diese Bedingungen zu erfüllen versucht hat. Das einfachste Mittel, um eine Linse zu machen, hat Stephan Gray gezeigt; er machte in ein Metallblättchen eine sehr feine Oeffnung, auf welche er einen Wassertropfen brachte, welcher die kleinen Thiere enthielt, dieser Tropfen nimmt eine mehr oder minder sphärische Form an und spielt unter gewissen Umständen seine Rolle sehr gut. Diese Idee war es vielleicht, welche den Dr. Brewster darauf führte, Versuche mit verschiedenen Flüssigkeiten anzustellen; denn Wasser besitzt nur ein schwaches Brechungsvermögen, seine schnelle Verdunstung ändert alsbald die Gestalt der Linse, und außerdem kann man einen solchen Vergrößerungsapparat nicht aufbewahren. Brewster versuchte nach einander Schwefelsäure und Ricinusöl, welche ein viel bedeutenderes Brechungsvermögen besitzen. Alkohol und die wesentlichen Oele hätten auch gebraucht werden können, wenn ihre Flüchtigkeit kein unübersteigliches Hinderniß wäre. Dr. Brewster ist besonders folgenden Linsen gewogen: Man

setzt einen Tropfen Canadischen Balsam, oder Terpentinfirniß auf eine Glasplatte, und je nachdem die Quantität der Flüssigkeit größer ist, oder man den Tropfen auf der obern oder untern Fläche des Glases hat trocken werden lassen, wird die Linse mehr oder minder convex und die Vergrößerung mehr oder minder stark sein. Derselbe Schriftsteller giebt auch an, daß er sehr gute Resultate bei Anwendung der Augen der Weißfische und anderer kleiner Fische, als Linsen, erlangt habe.

Wir wollen schnell diese Methoden, welche für uns wenig Wichtigkeit haben, übergehen, weil sie mehr sinnreich als nützlich sind, und uns zu den Kügelchen von geschmolzenem Glase wenden. Die ersten Beobachter haben diese Kügelchen gebraucht, und ihre schönen Entdeckungen und eigene Erfahrungen haben mich überzeugt, daß man damit schöne Resultate erlangen kann. Die Art und Weise, sie zu verfertigen, ist sehr einfach, und Liebhaber wissen es uns vielleicht Dank, wenn wir die Verfahrensarten angeben, welche Hr. Lalignant dem Hrn. Le Baillif mitgetheilt hatte. Wem die folgende Beschreibung nicht genügen sollte, findet die Originalbeschreibung in den *Annales de l'industrie nationale et étrangère*.

Zwei Bedingungen müssen erfüllt werden, wenn die Kugeln vollkommen werden sollen: 1) sie müssen eine sphärische Gestalt haben; 2) ist durchaus erforderlich, daß das anzuwendende Glas rein und ohne Blasen ist.

Um die Blasen zu vermeiden, muß man ein Stück Fensterglas nehmen, welches leicht schmelzbar und sehr rein ist. Wenn man eine Löthrohrflamme rasch und heftig auf solches Glas wirken läßt, so zerspringt es, und man kann auch oft, wenn man die Spitze der Flamme auf das Ende eines Risses wirken läßt, Stückchen von länglicher Form absprengen. (Gut ist es, wenn ihre Breite nicht 5 bis 6 Millimeter übersteigt.) Hierdurch vermeidet man die Rauigkeit der Kanten an den auch mit dem besten Diamant abgeschnittenen Streifen; die Blasen rühren gewöhnlich von dieser Rauigkeit her, welche alles Schmelzens ungeachtet Spuren zurückläßt.

Man nimmt eins dieser länglichen Fragmente und schmelzt vor der Lampe jedes der beiden Enden desselben mit einem andern Glasstücke oder einer kleinen Glasröhre zusammen, faßt diese mit beiden Händen und bringt so das in der Mitte befindliche Fragment in die heißeste Stelle der Flamme, worin es sich bald zu einem Cylinder von $\frac{1}{2}$ Millimeter Durchmesser abrundet. Hat man eine hinreichende Länge des so gerundeten Glases fertig, so prüft man mit einer Loupe, welches die reinsten Stellen sind, und bringt diese wieder ins Feuer, um sie in Fäden auszuziehen, deren Stärke den Kügelchen, welche man bilden will, proportional ist. Hat man beim Zerspringen Fragmente von hinreichender Länge bekommen, so braucht man keine Stücke als Handgriff anzuschmelzen. Jetzt müssen nun die Kugeln noch geschmolzen werden, um ihnen die gehörige sphärische Gestalt zu geben. Um dieses zu bewerkstelligen, nimmt man ein Stück des Glasfadens, welches man an einem Ende in der Flamme abschneidet, denn das Abbrechen könnte Unebenheiten hervorbringen, faßt dann den Faden am einen Ende mit einer kleinen Zange und bringt das andere Ende in die Flamme. Das Glas zieht sich nun als eine Kugel zusammen, welche jedoch niemals bis zur Zange kommt, weil diese

verhindert, daß das von ihr gefaßte Stück sich stark genug erhitzen kann, um sich mit der Kugel zu vereinigen. Diese Kugel bleibt an dem Fuße sitzen, welchen man in der Fassung an die Seite bringt, damit er auf keine Weise die Reinheit des Sehens verhindert.

Je kleiner die Kugeln sind, um desto runder sind sie auch. Um sich von ihrer Reinheit zu versichern, faßt man mit der Zange ihren Fuß und bringt sie so zwischen das Auge und das Licht; sie erscheinen ganz sauber, wenn sie rein sind, und mit schwarzen Flecken besäet, wenn sie Blasen oder Streifen haben. Eine Spirituslampe ist einem Talglichte vorzuziehen, weil man weniger der Gefahr ausgesetzt ist, seine Arbeiten zu beschmutzen oder glanzlos zu machen. Man findet in verschiedenen Artikeln des Hook, Peter De la Torre, Butterfield und Sivright (siehe den historischen Theil) verschiedene Verfahrensarten, welche diese Autoren anwandten, um geschmolzene Kügelchen zu erhalten. Ich habe keine andern mitgetheilt, als diese, welche ich von Hrn. Le Baillif habe und welche durch ihre Resultate alle andern übertrifft.

Der Leser könnte vielleicht denken, es wäre passlicher gewesen, eine gewisse chronologische Ordnung bei den Beschreibungen zu beobachten; es ist aber meine Absicht, alles das erst im Anfange abzumachen, was nicht wirklich eine vom Optikus geschliffene Linse betrifft, und bin deshalb vom Einfachen zum Zusammengesetzten übergegangen, vom Wassertropfen zum geschmolzenen Glas Kügelchen.

Die biconvexe Linse scheint die erste geschliffene Linse gewesen zu sein, welche die Optiker zu dem einfachen Mikroskope gebraucht haben. Die Instrumente von Wilson und Cuff waren lange Zeit die gebräuchlichsten, aber das biconvexe Glas hatte große, seiner Form anklebende Fehler. Je stärker die Krümmung war, desto mehr zeigten sich die Aberrationen. Diesen Fehlern abzuhelfen gebrauchte man die Diaphragmen (Blendungen), welche die Oeffnung bedeutend verminderten und den Beobachter zwangen, sich nothwendig nur des Centrum der Linse zu bedienen. Man bemerkte bald, daß man für einen Fehler einen andern nicht weniger wichtigeren an die Stelle gesetzt hatte; denn eines Theils ließ die kleine Oeffnung nur einen kleinen Theil des Objects übersehen und andern Theils war die geringe Quantität Lichtstrahlen, welche durch die Oeffnung kommt, oft für das deutliche Sehen nicht genügend. Man bedachte nicht, wie der genievolle Hr. Baron Segurier²⁷⁾ sagt, daß dieses Mittel nur dem Auge Fehler entzieht, welchen es nicht abhelfen kann. Die geschicktesten Physiker suchten das Problem zu lösen, wie diese Fehler zu vermeiden sind. Wollaston, Herschel, die Doctoren Brewster und Goring stellten sinnreiche und gelehrte Versuche an, und wenn sie das Ziel auch nicht gänzlich erreichten, so machten sie doch die Arbeit weniger schwierig. Ich füge schnell hinzu, daß Wollaston der Ruhm aufbewahrt war, den Sieg davon zu tragen und bin

²⁷⁾ Rapport fait à la Société d'Encouragement le 8 Janvier 1834.

D. Verf.

aufrichtig der Meinung, daß ein solcher Sieg und der Name des Siegers uns der Niederlage wegen trösten kann.

Der erste bekannte Versuch ist jedoch vom Dr. Brewster; in seinem *Traité des nouveaux instrumens de Physique*, herausgegeben 1813, schreibt dieser Gelehrte: »Man kann nicht eher hoffen, daß wesentliche Verbesserungen am einfachen Mikroskope gemacht werden, bis man eine Substanz entdeckt haben wird, welche, wie der Diamant, mit einem starken Brechungs- und geringem Zerstreungsvermögen begabt ist.« Von dieser Idee geleitet veranlaßte Dr. Goring mit seiner gewöhnlichen Hilfe, Hrn. Pritchard, Versuche mit der Anfertigung diamantener Linsen anzustellen; Hr. Goring selbst wollte nämlich die Materialien liefern; nach langem Arbeiten und zahlreichen Unfällen brachte Hr. Pritchard 1826 seine erste Linse von weniger als einem Millimeter Focus zu Stande. Andere Optiker folgten diesem Beispiele, und ich selbst machte 1832 Linsen aus Edelsteinen. Von diesem Augenblicke an hatten die Edelsteine doch einigen reellen Nutzen und nicht mehr bloß einen conventionellen Werth. —

Der Vorzug dieser Linsen vor den Glaslinsen besteht in ihrem größern Brechungsvermögen.

Bei gleichen Krümmungen giebt daher die Vergrößerungslinse von Edelsteinen eine beträchtlichere Vergrößerung, und deshalb kann man mit einer geringern Krümmung der Linse dieselbe Vergrößerung als mit einer Glaslinse hervorbringen; hieraus folgt also: 1) daß die Linsen von Edelsteinen eine geringere sphärische Aberration haben, weil dieser Fehler von der stärkern Krümmung herrührt, und 2) daß die schwächere Zerstreung der Edelsteine fast ganz achromatische Linsen giebt.

Dieserhalb rief auch Hr. Goring in seinem Enthusiasmus aus: »Ich betrachte die diamantenen Linsen als das non plus ultra der Vervollkommnung des einfachen Mikroskops.«

Wahrlich, es ist peinlich, ein solches Gebäude von schönen Hoffnungen über den Haufen zu werfen! — Die Linsen von Edelsteinen haben gewiß große Vorzüge, und die Wissenschaft ist dem Dank schuldig, der diese schöne Idee zuerst hatte; aber der Krystallisationszustand der Steine stellt sich oft ihrer Brauchbarkeit entgegen. Man lese nur die Erzählung der Schwierigkeiten, welche Hr. Pritchard fand, um sich von der Wahrheit dieser Thatsachen zu überzeugen. Viele Steine haben eine doppelte Strahlenbrechung, polarisiren das Licht, und sind deshalb zu dem Gebrauche, wozu sie bestimmt sind, untauglich. Zuweilen findet selbst die Polarisation in gewissen Stellen des Steines Statt, während andere davon frei sind. Man wird antworten, daß man sie nach ihrer optischen Axe spalten müsse, um diesem großen Fehler zu begegnen; allein die Bearbeitung dieser Steine ist so schwierig, daß die besten Steinschneider der Meinung sind, daß man nie dahin kommen würde, ihnen eine convexe oder planconvexe Oberfläche, und dabei eine vollkommene Politur zu geben. Obschon man diese Schwierigkeiten zum Theil schon besiegt hat, so bleiben die oben erwähnten Inconvenienzen dennoch. Wenn es auch für manche Personen kein gewichtiger Grund ist, so müssen wir doch den hohen Preis solcher Linsen auch in Erwägung ziehen. Eine

gute diamantene Linse würde 500 Franken kosten, oder vielmehr man kann dafür keinen Preis festsetzen; eine gute Glasdoublette kommt dagegen nur auf 10 bis 20 Franken.

Die Linsen von Granat haben diese Uebelstände nicht, aber man tabelt ihre mehr oder minder, doch immer vorhandene Farbenzerstreuung, selbst wenn sie wenig conver sind; dieser Fehler kann unter gewissen Umständen sehr ansehnlich werden, wenn man z. B. ein stark beleuchtetes Object untersuchen will.

Ich habe von dieser Substanz Doubletten zu mäßigen Preisen verfertigt, welche in manchen Fällen sehr nützlich sein können.

Mit Stillschweigen übergehe ich die Linsen von Felsenkrystall, Turmalin u. dgl., weil sie mir keine besondere Erwähnung zu verdienen scheinen und sie, der Erfahrung gemäß, selbst von ihren Erfindern aufgegeben sind.

Doch zum Schlusse will ich eine Frage aufwerfen, welche, wie es mir scheint, den ganzen Streit über die Vorzüge der Edelsteine vor dem Glase entscheiden wird.

Hat man je ein Object mit Hülfe der Edelsteine gesehen, welches man nicht eben so genau hätte mit einer Doublette sehen können? — Nein. — Nun dann ist alle weitere Erörterung unnütz. Wir wollen daher die Edelsteine verlassen, und den Weg einschlagen, der uns zur gegenwärtigen Epoche führen wird. Wollaston, dessen Name immer genannt werden wird, wenn von sinnreichen Ideen und nützlichen Bervollkommnungen die Rede ist, war der Erste, welcher aus mehreren Gläsern zusammengesetzte Linsen, um damit die Unvollkommenheiten des einfachen Mikroskops zu heben, anfertigen ließ.

Es ist wahr, man muß es sagen, daß man schon früher die Möglichkeit dieser Combination erkannt hat ²⁸⁾; aber die Schriftsteller, welche davon geredet haben, scheinen die größten Vortheile derselben gar nicht gekannt zu haben. In den *Bulletins de la société d'encouragement* (Februar 1837) theilt uns Hr. Francoeur mit, daß er schon vor 30 Jahren von ähnlichen Linsen Gebrauch gemacht habe, und überrascht gewesen wäre, als er vernommen, man wolle deren Erfindung englischen Physikern zuschreiben. Dem sei, wie ihm wolle, man kann in den *Philosoph. Transactions* von 1812, Seite 375, die Gründe lesen, welche Wollaston darauf brachten, seine periskopische Doublette zu verfertigen; sie mögen hier in der Kürze folgen:

1) Die sehr dicken Linsen haben kein hinlängliches Licht, wenn man nicht, um diesen Fehlern zu begegnen, den Blendungen eine breite Deffnung giebt.

2) Wenn das Object eine gewisse Größe hat, so verhindert die sphärische Aberration, daß man alle Theile desselben deutlich sehen kann.

3) Wenn man die Deffnung der Blendung sehr verkleinert, so ist es nicht anders, als wenn man eine nicht größere Linse anwendete; wird nun auch dadurch die Aberration gehoben, so wird doch das Gesichtsfeld dadurch verkleinert und zugleich verhindert, daß eine genügende Menge Lichtstrahlen zum Auge kommen kann.

Wollaston machte seine periskopische Doublette aus zwei plan-

²⁸⁾ Siehe die historischen Untersuchungen. D. Verf.
(Die Mikroskope.)

converen Linsen, derselben Krümmung, mit den Plansseiten gegeneinander gestellt, und durch eine Blendung getrennt, deren centrale Oeffnung nur den zur krummen Oberfläche senkrecht einfallenden Strahlen den Durchgang gestattet. Der Durchmesser der Oeffnung der Blendung mußte den fünften Theil der Focaldistanz der Doubletten betragen. Fig. 31. zeigt die Anwendung der Gläser und den Weg der Lichtstrahlen. Diese aus zwei planconveren Gläsern zusammengesetzte Linse war aber keine vollständige Kugel und daher konnten die durch sie gehenden Strahlen sich auch nicht in einem Punkte wieder vereinigen. Außerdem hatte Wollaston noch mehr Lichtverlust vermöge der mehrern Oberfläche, durch welche das Licht gehen muß. Um diese Doubletten zu vervollkommen, schlug der Dr. Brewster mehrere Sphären vor, die eine aus zwei Linsen bestehend, welche an ihrem Centrum durch ein, mit einer Flüssigkeit von demselben Lichtbrechungsvermögen als das Glas, angefülltes Rohr wieder vereinigt sind, oder durch ein Stück Glas von derselben Form als das Rohr. Fig. 32. Taf. I. die andere Art, wo die Linsen durch Glasplatten und eine Blendung auf den Platten oder auf den Plansseiten der Linsen getrennt sind; endlich machte Brewster die ausgefehlte Kugel aus einem Stücke, Fig. 33., welche Art, von Hrn. Coddington etwas verbessert, den Namen Vogelaugen-Linse führt, Fig. 34.

Mein Vater hat in Frankreich die ersten Vogelaugen-Linsen gefertigt, nannte sie Coniopsiden, und machte auch von ihnen Gebrauch als Oculare an Fernröhren; allein Hr. Francoeur (*Bulletins de la Société d'encouragement*. Febr. 1837) deutete mehrere Uebelstände an, welche mit dieser Construction verbunden sind, unter andern die Schwierigkeit ihrer Anfertigung, deren hohen Preis, die Schwächung des Lichts, welches eine so bedeutende Glasmasse durchdringen muß u. s. w. Demungeachtet fertigen wir noch täglich Coddington'sche Linsen, mit einer Fassung, daß man sie mit der Hand halten kann. In welcher Lage es auch sei, die Sehaxe geht immer durch das Centrum der Kugel, und dieser Umstand erleichtert ganz außerordentlich ihren Gebrauch. Naturforscher können diese kleinen Loupen mit Nutzen anwenden.

Es scheint mir unnöthig zu sein, die sogenannten Linsen ohne Aberration und die periskopischen Doubletten des berühmten John Herschel zu beschreiben, weil dieselben nicht in den Gebrauch gekommen sind.

Endlich kommen wir zu der reellsten Vervollkommnung, welche dieses Instrument erlitten hat. Wie früher erwähnt ist, hat Wollaston schon Versuche gemacht, das einfache Mikroskop zu verbessern; aber dieser berühmte Physiker konnte sich nicht mit einem Erfolge beruhigen, der das sich gesteckte Ziel nicht erreicht hatte. Er stellte neue Nachforschungen an, und einen Monat vor seinem, am 27. November 1828, an einer Hirnentzündung erfolgten Tode veröffentlichte er sein Memoire über die mikroskopischen Doubletten, welche wir jetzt vornehmen wollen. Es war sein letztes wissenschaftliches Vermächtniß, sein letztes Lebewohl der Wissenschaft!

Wir wollen es wörtlich wiedergeben.

»Die Untersuchung der Oculare der astronomischen Teleskope des Huygens brachten mich auf den Gedanken, daß eine ähnliche Vorrichtung, im

umgekehrten Sinne bei den Mikroskopen angewandt, ebenfalls im Stande sein könnte, die Fehler durch die sphärische Aberration und die Refrangibilität abzuheben.« Wollaston setzt nun hinzu, daß seine Doublette sehr wohl zweien, in einander gesteckten, mit Schrauben versehenen und im Boden durchbohrten Fingerhüten gleiche. Durch diese Anordnung können die Planseiten der beiden planconveren Linsen leicht in dieselbe Axe gebracht werden, und die Schraube giebt zugleich das Mittel ab, ihre Entfernung verändern zu können, um den besten Effect auszuprobiren.

»Nach meinen Erfahrungen glaube ich, daß das beste Verhältniß für die Brennweiten der Linsen das von 3 zu 1 ist, und daß deren Vereinigung den befriedigendsten Effect giebt, wenn die Entfernung der Planseiten ungefähr 1,4 des kürzesten Focus beträgt.«

In dem Capitel über die Beleuchtung werde ich auf den Apparat des Wollaston wieder zurückkommen; jetzt ist es am wichtigsten, genau seine Doubletten zu beschreiben.

Die Fig. 35. Taf. 1. stellt diesen Apparat vor; A ist die Fassung, welcher die größere Linse enthält, B die der kleinern schärfern Linse.

Die Fassung B hat einen Rand C, womit die Loupe auf dem Träger ruht; diese Einrichtung ist nach Wollaston der mit einer Schraube vorzuziehen und erlaubt auch leichter, die Doubletten wechseln zu können.

Fig. 36. ist das Profil der beiden isolirten Linsen.

»Schließlich,« sagt Wollaston, »will ich noch einen großen Vorzug bemerken, der mich in der Wahl zweckmäßig gestellter planconverer Linsen befestigt hat; ich meine nämlich, daß die Planseite gegen das Object gerichtet ist, denn wenn die Linse die zu untersuchende Flüssigkeit berührt, so wird das Sehen dadurch nicht gehindert, im Gegentheil durch die Berührung der beiden Medien begünstigt, während wenn man eine biconvexe Linse wählt, ein solcher Zufall, der nicht selten bei Linsen von kurzem Focus eintritt, so lange bis die Linse herausgenommen, gereinigt und wieder eingesetzt ist, die Beobachtung zu unterbrechen nöthigt.«

Man wird mich ohne Zweifel des Vorurtheils anklagen, wenn ich sage, daß diese sinnreiche Linse doch noch ihren Fehler hat, und um das Wichtigste hervorzuheben, will ich nur bemerken, daß die Dicke des Wollaston'schen Doubletts, durch die Entfernung der Linsen hervorgerufen, ein wahres Hinderniß ist, wenn man auf dem Objectträger etwas zerschneiden muß; denn der Focus der Linsen liegt ihm so nahe, daß es unmöglich ist, schneidende Werkzeuge und eine starke Vergrößerung anzubringen. Dieses sind große Fehler, welche schwerlich von der fast vollkommenen Abwesenheit der Aberration aufgewogen werden; demungeachtet beilte ich mich, überrascht von einer so ansehnlichen Vervollkommnung, ein Wollaston'sches Mikroskop mit aller mir bei dieser Arbeit möglichen Genauigkeit anzufertigen, und bald darauf legte ich es den Herren Audoin, Brogniart, de Mirbel, Breschet, Le Baillif und Baron Séguier vor. Diese Herren stimmten darin überein, daß sie die Angaben Wollaston's, daß dieses Instrument bemerkenswerthe Resultate gebe,

als begründet anerkannten; aber auch eben so einstimmig bezeichneten sie die Fehler, von denen ich schon geredet habe.

Die Trennung der Gläser in Wollaston's Doublette hat die Bestimmung, den Achromatismus hervorzubringen; ich bin aber der Meinung, daß dieser bei dem einfachen Mikroskope nicht von so großer Erheblichkeit ist; die sphärische Aberration allein scheint mir der Hauptpunkt zu sein.

Es glückte mir endlich, eine Doublette, welche ich jetzt beschreiben will, zu vollenden, die von den ausgezeichnetsten Gelehrten heutiges Tages allgemein in Gebrauch genommen ist.

Ich setze zwei planconvexe Gläser von gleicher Brennweite zusammen, A, B Fig. 37. und 38. Taf. 1.; das eine ziemlich große B kommt auf die Objectivseite, die andere viel kleinere A kommt oben hin, die Planseiten sind dem Object zugekehrt. Zwischen diesen beiden in ihren Fassungen a b einzeln befestigten Linsen habe ich eine Blendung d, deren Oeffnung o sich nach dem Focus der Doubletten richtet, angebracht. Auf diese Weise ist das Ganze weniger dick als der Wollaston'sche Apparat und giebt dabei eine größere Helligkeit. Auch darf ich noch hinzufügen, daß er einen ungemeinen Vorzug darbietet, weil man zwischen der Linse und dem Objectträger einen hinreichenden Raum hat, um mit allerlei Instrumenten an dem Objecte operiren zu können. Noch ein anderer Vorzug, dem man meiner Doublette zugestehen wird, ist der, daß er auseinander genommen werden kann, wenn man die Gläser einmal reinigen muß, und daß, wenn die einzelnen Theile wieder zusammengeschoben werden, sie alle wieder vollkommen centrirt sind. Selbst oft verlangt man nur eine schwache Vergrößerung, welche man mit der größten Leichtigkeit erhält, wenn man nur die Hälfte der Doublette anwendet.

Meine Bemühungen sind mir durch den glücklichen Erfolg ansehnlich belohnt; ich habe die Anerkennung der Gelehrten und das schmeichelhafte Zeugniß der Societé d'Encouragement, deren goldne Medaille, erhalten.

Mein vervollkommnetes einfaches Mikroskop Fig. 2. Taf. 3. befindet sich in einem Kästchen X, worauf man es festschraubt, wenn man es gebrauchen will.

TT eine vierkantige Stange, mit einer vierkantigen Höhlung, worin die zweite Stange G steckt, deren hintere Seite eine gezahnte Stange bildet, welche mit Hülfe des Knopfes am Getriebe R in Bewegung gesetzt wird. Ich habe den optischen Theil beweglich gemacht, weil das einfache Mikroskop vorzüglich bei anatomischen Untersuchungen und Zerlegungen gebraucht wird, wobei die Platte eine bedeutende Festigkeit haben muß, damit die Hände einen unbeweglichen Stützpunkt finden, der ihnen gestattet, die Messer zu gebrauchen, ohne den Focus des Objects zu verändern, was gewiß der Fall in Folge eines auf einer beweglichen Platte ausgeübten Druckes sein würde.

Am Ende der Stange G ist der in einen Ring A, worauf die Doublette zerlegt wird, sich endigende Arm a rechtwinklig befestigt.

Die alte Methode, die Vergrößerungsgläser einzuschrauben, hatte viele Uebelstände. Diese Doubletten werden bloß durch die Friction im Ringe gehalten.

P eine breite, im Centrum mit einer kreisförmigen Oeffnung versehene Platte.

D die veränderliche Blendung, welche nach Belieben weggenommen werden kann.

M der Spiegel, welcher mittelst der Hülse **B** auf der Stange **T** sich verschieben läßt und durch die Friction in der Lage erhalten wird.

Die Figur 3. stellt das anatomische Mikroskop des Hrn. Le Baillif vor.

Die Stange **T** ist unbeweglich auf der Tafel **P** befestigt. Diese ist breit und in der Mitte mit einer kreisförmigen Oeffnung versehen, worin die Trommel **B** sich befindet, die in **O** gleichfalls offen und mit einer Glasscheibe bedeckt ist.

CC sind zwei Säulen oder Füße der Tafel, welche auf dem Kasten befestigt sind.

M der auf dem Kasten mittelst des Zapfens **V** bewegliche Spiegel.

Die Stange **SA** bewegt sich in der Hülse **L** mittelst des Getriebes **S** vor und zurück; durch die Hülse wird an der Stange **G** auch zugleich eine Bewegung horizontal auf und nieder möglich. Diese Vorrichtung gestattet eine Fläche in allen Richtungen zu durchgehen, leicht schon zerschnittene Theile wieder aufzufinden oder seine Arbeit verfolgen zu können, ohne das Präparat aus der Ordnung zu bringen.

Die Trommel **B** kann nach Belieben auf und nieder geschoben werden.

Um sich des einfachen Mikroskops zu bedienen, muß man zuerst das Object auf der Platte oder der anatomischen Tafel in eine angemessene Lage bringen. In dem Capitel von der Zubereitung der Objecte wird man finden, wie eine Anzahl Körper vor der mikroskopischen Untersuchung behandelt werden müssen, und diese Beispiele werden hinreichen, um Beobachtern bei ihren ersten Versuchen den Weg zu zeigen; Erfahrung wird das Weitere an die Hand geben. Ist das Object auf die Platte gelegt, so wählt man eine Doublette von einer der Natur des zu untersuchenden Körpers oder vielmehr der zu unternehmenden Nachforschung angemessenen Vergrößerung. Der besten Methode zufolge muß man mit der schwächsten Vergrößerung anfangen, welche einen richtigen Ueberblick des Ganzen geben wird; dann geht man zu immer schärfern Linsen über, um nach und nach die kleinsten Details zu erforschen, und nachher gebraucht man abwechselnd die verschiedenen Gläser. So gelangt man zu einer vollkommenen Kenntniß der Naturkörper, ohne die Irrthümer oder Täuschungen befürchten zu müssen, welche stets die Folge einer übel angestellten Beobachtung sind. Sobald man eine Doublette gewählt hat, regulirt man die Focaldistanz mittelst der gezahnten Stange und beschäftigt sich dann mit der Beleuchtung, wie es im 5ten Capitel angegeben ist. Bei Dissectionen muß man die beiden Handwurzeln auf die anatomische Tafel legen, so daß man frei sich der Haken, Scheere, Messer u. s. w. bedienen kann.

Ich will dieses Capitel mit der Beschreibung eines neuen Mikroskops beschließen, welches den Anatomen sehr nützlich sein wird.

Wenn es gilt, ganz ins Kleinste gehende Zerschneidungen vorzunehmen, so kommt es bisweilen vor, daß man in seinen Forschungen durch die Unmög-

lichkeit, starke Vergrößerungen anwenden zu können, unterbrochen wird, indem zwischen der Linse und der Platte nicht Raum genug bleibt, um die Instrumente zum Präpariren anbringen zu können. Dieses hat mich auf den Einfall gebracht, unter der Doublette eine achromatische Conca v = Linse, Fig. 39. Taf. 1., wie ich sie schon 1827 construirt habe, so anzubringen, daß sie nach Belieben entfernt oder genähert werden kann. Die Wirkung dieser Zusammensetzung ist, die stärkern Vergrößerungen bei entferntem Focus gebrauchen zu können. So vorgerichtet ist dieses Instrument das tüchtigste aller einfachen Mikroskope, und der Raum, welcher zum Gebrauche der Messer u. dgl. nöthig ist, ist viel beträchtlicher, als wenn man die Doublette allein gebraucht. Je weiter man das Conca vglas von der Letzten entfernt, desto stärker wird die Vergrößerung; und diese Wirkung wird ebenfalls im geraden Verhältnisse zur Conca vität stehen. Ich weiß nicht, ob diese Anordnung schon von unsern Vorgängern angewandt ist; glauben kann ich es nicht, und selbst wenn es so wäre, würde ich sie nicht weniger als mein Eigenthum betrachten, denn sie ward mir durch das Verlangen, die oben bemerkten Uebelstände zu heben, in den Sinn gegeben, und nicht durch eine Rückerinnerung.

Im Begriff, dieses Werk herauszugeben, hat sich noch eine sehr wichtige Anwendung dieses letzten Instruments gefunden.

Mehrere angesehene Augenärzte hatten oft schon von mir eine Loupe oder ein einfaches Mikroskop verlangt, um damit die kranken Augen ihrer Patienten zu untersuchen. Es lag keine Schwierigkeit darin, ein starkes Mikroskop herzustellen, aber es so einzurichten, daß die Vergrößerung dieselbe bleibt, und der Focus der Linse nicht zu nahe liegt. Denn wenn man, besonders einem kranken Auge, einen Körper sehr nahe bringt, so schließen sich augenblicklich die Augenlider, und man muß sie dann, sei es mit den Fingern oder mit Instrumenten, offen halten; die dabei nicht zu vermeidende Gewalt samkeit ist oft sehr schmerzhaft, und hat auch oft zur Wirkung, daß das Auge gereizt, dessen Disposition zur Beweglichkeit, und die Schwierigkeit, den Bewegungen folgen zu können, dadurch vermehrt wird.

Alle diese Uebelstände werden durch mein neues Mikroskop gehoben, und ich habe schon viele Dank sagungen von Personen erhalten, die davon Gebrauch machen.

Zweites Capitel.

Das Sonnenmikroskop, das Gasmikroskop &c. &c.

Auf das einfache Mikroskop soll jetzt das Sonnenmikroskop folgen, welches nichts anderes ist als das erstere Instrument so vorgerichtet, daß man ihm eine andere Art von Beleuchtung geben und damit andere Effecte hervorbringen kann.

Um's Jahr 1738 veröffentlichte J. Nathan. Lieberkühn, ein berühmter Anatom, die Beschreibung dieses so eben von ihm erfundenen neuen Instruments, welches aus einer scharfen Linse, um die Sonnenstrahlen auf dem

Objecte zu concentriren und einem einfachen Mikroskope bestand. Er hatte noch keine reflectirenden Spiegel und konnte das Mikroskop nur während einer kurzen Tageszeit gebrauchen, während welcher die Collectiv-Linse gegen die Sonne gerichtet werden konnte. In diesem Zustande war das Instrument höchst unvollkommen, indessen erregten seine wunderbaren Wirkungen die allgemeine Aufmerksamkeit. Während des Winters 1739 ließ Lieberkühn es mehreren Mitgliedern der Societé royale in London sehen; unter den Optikern, welche kamen, um ihm bei seinen Versuchen behülflich zu sein, befand sich auch Cuff, welcher sich sogleich daran machte, die Erfindung zu vervollkommen. Er verfertigte alsbald einen Apparat, bestehend aus einem Rohre, einem Reflector, einer Converlinse zur Sammlung der Sonnenstrahlen und einem einfachen Wilson'schen Mikroskope. Der reflectirende Spiegel war beweglich, so wie man es noch gegenwärtig macht. Ohne Zweifel angespornt durch diese wichtige Verbesserung, wollte Lieberkühn auch sein Werk durch eine neue Verbesserung vervollkommen, er machte das Sonnenmikroskop auch anwendbar zu undurchsichtigen Objecten; aber die von dem Erfinder angewandte Methode ist nicht auf uns gekommen. Nepinus, welcher zahlreiche Nachforschungen anstellte, um sie zu entdecken, kam auf glückliche Veränderungen der Anordnung des Apparats, aber nichts destoweniger hatte sein reflectirender Spiegel zu kleine Dimensionen und die Beleuchtung war unzureichend. Zeiher²⁹⁾ und B. Martin³⁰⁾ beschäftigten sich mit demselben Gegenstande, und Martin kam endlich auf die Construction eines Mikroskops, welches helle und scharfe Darstellung undurchsichtiger Objecte gab.

Dieses letztere Instrument soll uns nicht länger beschäftigen, aller Verbesserungen ungeachtet giebt es doch nur unvollkommene Resultate, und die Wissenschaft wird daraus wirklich keinen Nutzen ziehen.

Baker und Adams der Vater waren nicht die Letzten, sich mit dieser schönen Erfindung zu beschäftigen und ihre Arbeiten vergrößerten noch deren Wichtigkeit. Der zweite dieser beiden Autoren hatte 1771 eine neue Methode angegeben, um das Sonnenmikroskop mit der Camera obscura zu verbinden³¹⁾, und gab zu gleicher Zeit an, wie man es auch am Abend durch Erleuchtung mit einer Lampe gebrauchen könne; diesem letztern Instrumente gab er den Namen Lampenmikroskop³²⁾. B. Martin gebührt aber

²⁹⁾ Zeiher *Descriptio duplicis microscopii solaris apparatus objectis opacis adaptati*. In *nov. Comment. Petrop.* Tom. X. pag. 299.

³⁰⁾ *Description and use of an opaque solar microscope*. London 1774. und *Adam's Essay on the microscope*. Lond. 1787. 4. p. 92. Plate V. D. Uebs.

³¹⁾ Auch Branden nicht zu vergessen: *Beschreibung dreier Camerae obscurae und eines Microscopio solare portatile*, 2te Aufl. 1792, und dessen *Beschreibung einer Cam. obsc.* und eines Sonnenmikroskops, Augsburg 1769. D. Uebs.

³²⁾ Man findet in Ledermüller's *Mikroskopischen Belustigungen*, gedruckt 1768 a), die Beschreibung eines mit der Camera obscura verbundenen Sonnenmikroskops. Dieser Apparat zum Zeichnen mikroskopischer Objecte ist Erfindung des Baron Gleichen. In demselben Werke wird auch ein neues verticales Sonnenmikroskop als eine neue Erfindung aus Leipzig, erwähnt. D. Verf.

a) Ledermüller's *Nachlese der mikroskopischen Gemüths- und Augenergözung*. Nürnberg 1762. S. 41 2c. Tab. XXI u. XXII. D. Uebs.

noch die schönste Aussicht zur Vervollkommnung eröffnet zu haben, indem er den Vorschlag gemacht hat, achromatische Linsen bei dem Sonnenmikroskope anzuwenden. Es hat viel Wahrscheinliches für sich, daß in dieser Zeit dieses Instrument zu dem Standpunkte gekommen sein würde, worin es jetzt ist, wenn man unsre Mittel zur Verfertigung und die neue Anordnung, welche man den Linsen giebt, gekannt hätte.

Muschenbroek erzählt in einem seiner physikalischen Werke, daß der berühmte Euler statt des gläsernen Spiegels, dessen doppelte Reflexion ihm schädlich geschienen, einen Metallspiegel angebracht habe. Im Jahre 1812 brachte Dr. Brewster seine Verbindungen von Gläsern und Flüssigkeiten zur Erlangung des Achromatismus der Linsen beim Sonnenmikroskope an. Zweifelohne geleitet durch die Arbeiten des Adams, verbesserte Dr. Goring an diesem Instrumente und verband, wie sein Vorgänger, dasselbe mit der Camera obscura, indem er den Apparat vervollkommnete. 1822 vollendete ich mit meinem Vater ein Mikroskop zum Durchzeichnen, welches der Société d'Encouragement vorgelegt wurde. Einige Jahre später gaben mir die Hrn. Percheron und Lefebvre die erste Idee zu einem neuen Instrumente, welches ich nach ihren Angaben ausführte. Der Megagraph, bei dem ich meine vervollkommenen achromatischen Linsen anbrachte, ist der bequemste und am wenigsten kostspielige von allen Apparaten dieser Art. Die Naturforscher gebrauchen ihn häufig, um Objecte mit 5- bis 25maliger Vergrößerung zu zeichnen, doch kann man auch eben so gut Bilder in der natürlichen Größe, vermöge einer von mir im optischen Theile gemachten Modification damit hervorbringen. Das Licht einer Lampe genügt zur vollkommenen Beleuchtung des Megagraphen.

Nachdem ich von Fortschritten geredet habe, welche das Sonnenmikroskop gemacht hat, will ich dasselbe beschreiben, wie man es jetzt verfertigt, und dabei die von mir herrührenden Verbesserungen angeben, dann will ich die Theorie dieses Instruments und die zu befolgende Methode mittheilen, wodurch man die besten Resultate erhält.

A A B B Fig. 1. Taf. 3. ist ein hölzernes Brett, oder die Füllung eines Fensterladens mit einer kreisförmigen Oeffnung versehen, welche gerade dem Tubus **T** des Instruments gegenüber sein muß.

a a b b eine Kupferplatte, auf dem erstern mit kleinen Schrauben **c c'** befestigt.

M ein ebener Spiegel, welcher im Kreise herumgedreht werden kann mit Hülfe des Knopfes **C'**, der durch Zahn und Getriebe die Scheibe **S** drehet.

C zweiter Knopf, welcher dem Spiegel eine verticale Bewegung mittheilt.

D ein Ausschnitt, damit die Drehung der Scheibe nicht durch den Knopf **C** gehindert wird.

Dieser Mechanismus, welcher den Spiegel regiert, ist für kleine Apparate genügend, bei großen Sonnenmikroskopen bedarf er jedoch größerer Solidität; dieses hat mich veranlaßt, an der Seite des Apparats ein gezahntes Rad anzubringen, diese Verbesserung giebt der Verticalbewegung alle wünschenswerthe Genauigkeit.

T ist ein conischer Tubus, welcher an seinem weiten Ende das große

Condensationsglas enthält, das andere Ende des Tubus läuft in ein cylindrisches Rohr *T'* aus, worin ein anderes Rohr *t* steckt, dessen Ende nahe am Objectträger mit einem zweiten Condensationsglase versehen ist, welches wir das Focalglas nennen wollen.

Hier giebt es eine zweite Verbesserung. Ich habe diese letzte Linse mittelst Zahn und Getriebe beweglich gemacht, man kann dadurch den Focus dieser Linse ändern oder, mit andern Worten, das Object mehr oder minder entfernt von seinem Focus bringen, und dieser Umstand ist sehr wichtig, denn gewisse Objecte bedürfen wenig Licht, und außerdem giebt es deren, welche sofort zerstört oder verändert werden würden, wenn man sie unmittelbar in den Focus des Condensators brächte.

N ist die Platte des Objectträgers, die aus zwei Platten besteht, welche sich auseinander bringen lassen und von selbst mittelst der kleinen schraubenförmigen Federn wieder aneinander schließen. Sonst konnte man nur eine gewisse Zahl von Objecten ins Mikroskop bringen, diese letztere Vorrichtung gestattet, alle erdenkliche Körper der Untersuchung zu unterwerfen und besonders unsere Behälter mit parallelen durchsichtigen Wänden.

Bisher ist nur von dem Beleuchtungsapparate die Rede gewesen, wenden wir uns zu dem vergrößernden.

H ist eine vierkantige Stange, welche durch das Getriebe *F* in ihrer Hülse *G* verschoben werden kann, und an ihrem Ende rechtwinklig mit dem Stücke *I* verbunden ist, welches die 3 achromatischen Linsen *K* und bei gewissen Umständen, welche später gezeigt werden sollen, die concave Linse *L* enthält. Die sanfte Bewegung wird durch eine Stellschraube, wie bei meinem zusammengesetzten Mikroskope, hervorgebracht; dieses hat mir so schlechterdings nöthwendig geschienen, daß ich sie auch zuletzt noch bei dem Sonnenmikroskope in Anwendung gebracht habe.

Zur Zeit, als wir dahin gekommen waren, endlich gute achromatische Linsen verfertigen zu können, kam auch der Gedanke, daß ihre Anwendung bei dem Sonnenmikroskope eine glückliche Neuerung sein würde, und bald zeigte es sich, daß es so sei.

Gegenwärtig haben alle meine Sonnenmikroskope ein Objectiv- oder Vergrößerungsglas, ganz nach den Principien angeordnet wie bei meinem zusammengesetzten Instrumente, und die Resultate, welche man durch diese Combination erhält, übertreffen alles, was man sonst nur hoffen konnte.

Jetzt wollen wir die Anordnung der verschiedenen Gläser und die Theorie des optischen Phänomens vornehmen.

M, Fig. 4. Taf. 2., ist der Spiegel, *C* die große Linse, *c* die Focallinse, *L* die 3 achromatischen Linsen, *A* die achromatische concave Linse und *P* ein dreiseitiges rechtwinkliges Prisma.

RR' stellen die in *rr'* durch den Spiegel *M* reflectirten Sonnenstrahlen vor, sie werden durch den Condensator *C* und zuletzt durch die Linse *c* gebrochen, welche sie auf dem Objecte *o* concentrirt. Die von dem Objecte ausgehenden Strahlen werden von den Linsen *L* aufgefangen und von neuem gebrochen und fallen, nachdem sie sich gekreuzt haben, auf einen vor dem Instrumente stehenden Schirm, worauf sie ein umgekehrtes Bild des Objectes

machen, welches um so größer ist, je entfernter der Schirm vom Objective ist. Diese führt uns natürlicherweise darauf, von der planconvexen Linse *A* zu reden. Man hat schon im ersten Capitel gesehen, daß ich die Vergrößerungskraft des einfachen Mikroskops durch Hinzufügung einer achromatischen Concaulinse vermehrt habe; dieselbe Anordnung hat mir auch beim Sonnenmikroskope anwendbar geschienen, und jetzt warum?

Es kommt oftmals vor, daß das Zimmer, in welchem die Versuche gemacht werden sollen, nicht tief genug ist, und dadurch die Vergrößerung beschränkt wird; auch glaube ich noch bemerkt zu haben, daß wenn der Schirm bei mehr Vergrößerung näher gestellt wird, dann das Bild viel heller ist als in dem Falle, wenn die Vergrößerung das Resultat der gewöhnlichen Methode ist. Diese Betrachtungen führten mich darauf, die Linse *A* vor das Objectiv zu stellen, und man wird aus der Figur leicht deren Wirkung wahrnehmen. Die viel größere Divergenz der Strahlen *BB'* hat zur nothwendigen Folge, daß das Bild viel größer wird, als wenn es durch die Verlängerung der Strahlen *bb'* in derselben Entfernung entstanden wäre. Das Concauglas kann nach Belieben weggenommen werden, je nachdem die Wirkungen sein sollen, welche man verlangt. Was das Prisma *P* betrifft, so dient es, das Bild auf einen Tisch, den Fußboden oder die Decken des Zimmers zu werfen. Es könnte vorkommen, daß die dem Fenster gegenüberstehende Wand durch zufällige Umstände nicht wohl zur Aufnahme des Bildes benutzt werden könnte; man kann die Strahlen gegen eine Seitenwand dirigiren, indem man dem Prisma die dazu dienliche Stellung giebt. —

Um das Sonnenmikroskop gebrauchen zu können, muß man zuvörderst ein vollkommen finsternes Zimmer haben, was sich leicht durch genau schließende Fensterladen erreichen läßt.

Die Lage des Fensters muß so beschaffen sein, daß die Sonnenstrahlen ohne Hinderniß dahin gelangen können, dann läßt man auf der Mitte eines Fensterladens die Platte *AABB* anbringen, oder man macht in eine der Füllungen des Fensterladens eine Deffnung, worauf man die Kupferplatte *aabb* mittelst der Schraube *cc'* befestigt.

Ist der Apparat an seine Stelle gebracht, so ist der Spiegel und die große Linse außerhalb des Zimmers, welche letztere der einzige freie Weg für die Lichtstrahlen darbieten darf. Man entfernt nun den Objectträger *I* und sucht nun auf dem Schirme eine Lichtscheibe von vollkommener Helle und Reinheit hervorzubringen; um dahin zu gelangen, bewegt man den Spiegel, indem man die Knöpfe *C* und *C'* drehet, bis der Spiegel geradezu die Sonnenstrahlen empfängt und sie auf den Condensator wirft, indem man dann den Tubus des Focalglases vorschiebt, findet man das reine Feld. Im Winter steht die Sonne so niedrig über dem Horizonte, daß die Strahlen in einer fast horizontalen Richtung auf das Fenster fallen; es hält dann schwer, sie im Spiegel aufzufangen, oder vielmehr sie in den Condensator zu reflectiren. Wenn das Fenster eben so liegt, daß die Strahlen von der Rechten oder Linken schräg darauf können, so kann man selbst im December ein schönes Lichtfeld bilden. Nachdem man mit diesen vorbereitenden Geschäften fertig geworden, bringt man den Objectträger an seinen Platz, schiebt ein Object zwischen

die beiden Platten der Objectplatte und sucht nun den Focus, indem man den Knopf F drehet. Ist das zu untersuchende Object sehr durchsichtig, zart, flüchtig, lebhaft u. s. w., so muß man in der Art den Focus verändern, daß der Scheitelpunkt des Strahlenkegels nicht geradezu auf das Object fällt, vielmehr nach den Umständen davon mehr oder minder entfernt bleibt. Ist das Object sehr durchsichtig, so verschwindet das Object in dem Lichte und die meisten Details gehen für den Beobachter verloren; ist es sehr zart oder sehr verbrennlich, so würde es sofort in Asche verwandelt werden, die schnelle Verdunstung würde die flüssigen Körper alsbald wegtrocknen, und der Tod der lebenden Wesen würde gleichzeitig die schönen Phänomene der Bewegung und Circulation unterbrechen, welche das bewunderungswürdigste Schauspiel für den Beobachter abgeben. Man kann auch die Beleuchtung modificiren, indem man den Tubus t in dem Tubus T vorschiebt. Nun noch etwas über den Schirm. Man weiß schon, daß die Vergrößerung nicht allein von der Kraft der Linsen, sondern auch von der Entfernung abhängt, worin der Schirm sich befindet. Es würde schon schwierig sein, eine Grenze der Vergrößerung für das Sonnenmikroskop anzugeben, wenn das Licht dieselbe Intensität behielte; aber leider ist es nicht der Fall, je weiter der Schirm entfernt ist, desto weniger lebhaft ist das Licht, je weniger die Entfernung beträgt, desto heller ist es.

Man kann den Schirm auf verschiedene Weise anfertigen, man zieht einen oder mehrere zusammengeklebte Bogen feines Papier auf einen Rahmen, wozu man auch wol das Reiß- oder chinesische Papier (*papier végétal*) wählt, oder man läßt das Bild auf ein mattgeschliffenes Spiegelglas, oder auf ausgespannten mit weißem Wachs getränkten Percal fallen, oder endlich bedient man sich ganz einfach der Wand, wenn sie nur weiß und eben ist. Dieses letzte Mittel kann indessen nicht angewandt werden, wenn man die Objecte zeichnen will, denn stellt man sich vor das Bild, so verhindert man dessen Entstehung, aus diesem Grunde muß man sich hinter das Papier stellen, dessen Durchsichtigkeit es möglich macht, daß man dahinter das Bild eben so gut sehen kann, als davor. In allen Fällen scheint mir eine Spiegeltafel der beste Schirm zu sein, wenn man die Objecte zeichnen will, sie giebt eine ebene Fläche, auf welcher man das Papier befestigen kann, während Papier oder Zeug allein sich immer unter dem Drucke der Hand biegen, sie mögen so stark eingespannt sein, wie es nur angeht, Veränderungen in der Stellung des Bildes sind Folge davon und man wird nie ein befriedigendes Resultat erlangen. ³³⁾

Wenn das Instrument so gestellt ist, daß das Bild rein und scharf fällt,

³³⁾ Ich habe mit vielem Vortheil bei besonders zarten Objecten, wenn ich sie mit Hilfe meines Sonnenmikroskops zeichnen wollte, ein Papier auf der Glasktafel liegend gebraucht, welches fast eben so durchsichtig ist als Glas, nämlich ich nehme das dünnste Reißpapier, welches man zwischen die Kupferstiche zu legen pflegt und bestreiche es auf beiden Seiten mit Dammarfirniß, welcher aus einer Auflösung des Dammarharzes in gewöhnlichem Terpentinöl besteht. Auf diesem Papiere kann man mit Tusche zeichnen und selbst, nachdem man die Zeichnung copirt hat, mittelst eines feuchten Schwammes die Zeichnung wieder wegwischen, um das Papier mehrere Male zu gebrauchen. D. Heß.

bleibt noch eine wichtige Bedingung zu erfüllen. Wegen der Bewegung der Erde fallen natürlich die Sonnenstrahlen nicht immer auf denselben Punkt, was wol keine weitere Erörterung fordert, der Spiegel bedarf daher fortwährend einer Veränderung in seiner Stellung, damit das Sonnenbild auf die Linse reflectirt wird, um die Thätigkeit des Instruments nicht zu unterbrechen. Die beiden Knöpfe C und C' geben das Mittel ab, diesen Veränderungen des Lichts folgen zu können, und wenn man den Apparat aufmerksam behandelt, kann man die Beobachtung bis zu der Zeit fortsetzen, daß die Sonne nur noch wenig über den Horizont erhaben ist. Mit den Vergrößerungen beobachtet man die Reihenfolge wie bei dem zusammengesetzten Mikroskope, indem man die Linsen wechselt, mit den schwächern anfangend und zu den schärfern übergehend.

Die Wirkungen des Sonnenmikroskops sind so merkwürdig, daß man nicht weiß, woran es liegt, warum man es in der letzten Zeit so vernachlässigt hat; es mag von einer Vergleichung mit unserm einfachen und Universal-Mikroskope herrühren, denen bei wissenschaftlichen Untersuchungen der Vorzug gebührt. In einer Zeit, in der die Wissenschaft so alle erhabenern Geister beherrscht, mußte ein Instrument, welches mehr nur eine vorübergehende Neugierde befriedigen konnte, bei der Vergleichung verlieren. Indessen kann ein Sonnenmikroskop doch ganz besonders nützlich beim Unterrichte werden, indem andere Mikroskope immer nur auf einmal einen einzigen Beobachter zulassen, während jenes vor der zahlreichsten Versammlung seine verschiedenen Bilder in demselben Augenblicke vorführt.

Eine neue Aera scheint sich dem Sonnenmikroskope und dem Megaskope zu eröffnen; die Hrn. Daguerre und Niepce haben die Grenzen der Physik erweitert und ihre bewunderungswerthe Entdeckung wird viele Apparate dieser Art hervorrufen. Diese aufsteigenden Gestirne müssen Trabanten haben und ohne Zweifel werden die genannten Instrumente aus der Dunkelheit, worin sie bislang noch geblieben waren, hervortreten, um Theil an dem Ruhme der neuen Erfindung zu nehmen. Das Sonnenmikroskop wird nicht eins von den Letzten sein; Hr. Talbot läßt schon die Resultate ahnen, welche von einer solchen Verbindung zu erwarten sind. Wir hoffen, daß dieses bewunderungswürdige Erzeugniß des menschlichen Geistes bald der Neubegierde des Publikums eröffnet werden wird ³⁴).

Das Gasmikroskop ist nichts anders als ein durch künstliches Licht beleuchtetes Sonnenmikroskop. Die Erfindung des Hrn. Drummond ist gewiß eine schöne Sache, aber das Werk des Menschen trägt immer das Gepräge seiner Unvollkommenheit und muß sich tief vor den Werken der Natur beugen.

Hr. Drummond bestimmte sein neues Licht für die Beleuchtung der Leuchtthürme, und Hr. Cooper in London erkannte sogleich alle Vortheile, welche man davon ziehen könne, wenn man es statt des Sonnenlichtes gebrauchte, indem die Benutzung desselben nicht dem Willen des Menschen un-

³⁴) Ist sogleich nach dem Erscheinen dieses Werks, am 19ten August 1839 geschehen.
D. Uebers.

terworfen ist. Kaum hatte Drummond die Kraft seines Lichtes dargethan, als auch das Sonnenmikroskop vermittelt desselben die Launen der Natur besiegte und selbst gestattete, seine herrlichen Erscheinungen mitten in der Nacht beobachten zu können. Dieses schöne Licht wird durch die Wirkung des Wasserstoff- und Sauerstoffgases auf ein Stück kohlensaurem Kalk hervorgebracht. Die meisten Leser werden gewiß das brillante Experiment der Verbrennung des Eisens im Sauerstoffgase schon gesehen haben. Das Gebläse von Clarke oder Newmann ist ein Instrument, welches man in allen physikalischen Cabinetten findet, und der Apparat zur Hervorbringung des Drummond'schen Lichts ist nichts anders als dieses Gebläse, bei welchem ein Gemenge der beiden Gasarten auf eine Kugel oder einen Cylinder von kohlensaurem Kalk wirkt. Die Vermischung der beiden Gasarten in den zur Bildung des Wassers erforderlichen Verhältnissen: 1 Volumen Sauerstoffgas und 2 Vol. Wasserstoffgas, erzeugt eine detonirende Verbindung, das Knallgas, wie man bei der elektrischen Pistole sieht. Dieses zwang dazu, einen Apparat zu construiren, welcher getrennt die beiden Gasarten erzeugt und ihnen nicht erlaubt, als in kleinen Quantitäten und gewünschten Verhältnissen sich zu verbinden. Bei dem Apparate, den Hr. Warwick in Frankreich einführte, geschah die Gasvermischung nahe bei ihrem Entwicklungsapparate, und das gemeinschaftliche Reservoir enthielt eine viel zu große Quantität des Knallgases. Einige Metallgewebe waren das einzige Mittel, um die Communication der Flamme mit dem im Apparate eingesperren Gase zu verhindern; mit einem Worte, es war eine Höllemaschine, deren sich mehrere Personen bedienten, unbekannt mit der Gefahr, welche sie in jedem Augenblick bedrohete. Der Ruf, den dieses Mikroskop in England genoß, war seiner Einführung in Frankreich vorangegangen; wir waren zurück, und es war unser Verlangen, dieses Instrument reproduciren zu können. Hr. Galv. Cazalat, Professor der Physik, wollte mich bei meinen Arbeiten unterstützen, bald erkannten wir die mit der englischen Construction verbundenen Gefahren, und es fehlte nicht viel, daß wir nicht die ersten Opfer derselben geworden wären. Diese Apparate nachmachen zu wollen, hieß fast eben so viel als einen neuen hervorzubringen. Wiederholte, oft gefährliche Versuche konnten uns allein zum Ziele führen, demungeachtet mußten wir dahin gelangen und bald wurde unsere Ausdauer belohnt. Jetzt können wir sagen, daß wenn auch das Gasmikroskop englischen Ursprungs ist, wir mit Recht dessen Naturalisation in Frankreich in Anspruch nehmen können.

Hier mit wenigen Worten die Beschreibung unseres Apparats.

Jedes Gas ist in einem besondern Behälter eingeschlossen; der durch eine Wassersäule hervorgebrachte Druck zwingt es immer getrennt, durch 2, in ein tiefes, fast gänzlich angefülltes Wassergefäß tretende Röhren zu entweichen. So wie es sich entwickelt, steigen die Gase über die Oberfläche des Wassers, wo sie sich nur in kleinen Quantitäten vermengen. Die Mündung dieses ersten Sicherheitsgefäßes ist mit einem Korkstöpsel verschlossen, welcher mit Gewalt herausgetrieben wird, wenn das Gas detoniren sollte. Ein an dem Gefäße angebrachtes Rohr führt das Knallgas in ein anderes,

ebenfalls mit Wasser angefülltes und mit einem Stöpsel verschlossenes Gefäß. Ein letztes Rohr leitet das in kleinen Quantitäten in dem Obertheile des Gefäßes aufgestiegene Gas weiter; bevor es aber an der Mündung des Gebläses ankommt, muß es erst noch ein Sicherheitsrohr passieren, welches beinahe wie das von Davy oder Hemming, und mit 400 feinen, über einandergelegten Metallgeweben inwendig versehen ist. Die 4 Spitzen des Löthrohrs sind von Platina und mit sehr kleinen Oeffnungen versehen. Wenn nun das durch den Druck des Wassers fortgetriebene Gas aus den 4 Löthrohrspitzen tritt, kommt es mit dem Cylinder von kohlensaurem Kalk in Berührung; entzündet man das Gasgemenge, so wird der Kalk weißglühend und erzeugt vermöge des zutretenden Gases ein so starkes Licht, daß man dessen Anblick kaum ertragen kann. Das Licht wird durch einen parabolischen Reflector, der sich vor dem Lichte und hinter einer Scheidewand befindet, die den Kasten in zwei Theile theilt, auf die große Linse geworfen. Der eine Theil des Kastens enthält den Beleuchtungsapparat, der andere das an der Scheidewand befestigte Mikroskop ³⁵⁾. Diese kurze Uebersicht genügt, um im Allgemeinen einen Begriff von dem Gasometer zu geben.

Eine andere Anwendung dieses Apparates wird mit der Zeit denselben den Physikern und Chemikern unentbehrlich machen. Nimmt man den Kalkcylinder weg, so erhält man in einem viel größern Maßstabe das Newmann'sche Gebläse, und welche ungeheure Kraft, die den Diamant verflüchtigt und das Platin schmilzt, so wie sie in deren Flamme gebracht werden. Die Wirkung dieses Gebläses ist immer nur noch erst während einiger Minuten untersucht; mein neuerer Apparat gestattet, dasselbe Stunden, ja ganze Tage lang wirken zu lassen. Die Resultate eines solchen Experiments lassen sich nicht vorher sagen, dieses ist ein neuer Weg, den ich seit 1833 den Gelehrten bezeichnet habe. Die länger dauernde Wirkung dieser so kräftigen Flamme muß bei den Körpern noch unbekannte Veränderungen hervorbringen, welche bis jetzt noch undurchdringliche Geheimnisse der Natur uns aufklären können.

Das Gasmikroskop eignet sich zu öffentlichen Vorzeigungen, indem alle Körper, welche ins Sonnenmikroskop gebracht werden können, auch für diesen Apparat passen. Aber nicht allein der hohe Preis, der erforderliche Platz zur Aufstellung und die der Gasentwicklung zu opfernde Zeit sind so viele Gründe, welche zu Gunsten des Sonnenmikroskopes streiten, und letzterem für Liebhaber den Vorzug erhalten werden.

³⁵⁾ In dem von mir redigirten Gewerbeblatte für die Landdrostei Hildesheim und den Harz, Nro. 4. Jahrgang 1835, befindet sich eine von mir abgefaßte ausführliche Beschreibung des Gasmikroskops, und speciell dasjenige, womit ein gewisser, auch als Taschenspieler bekannter Hr. Döbler herumreiset, und wenigstens damals, als ich es sah, Larven und Wasserinsecten, die man mit bloßen Augen sehr gut erkennen kann, namentlich den Wasserfloh, für Infusionsthierchen ausgab, von denen man keine Spur zu sehen bekam. D. Uebsf.

Drittes Capitel.

Vom zusammengesetzten Mikroskope.

Das einfache Mikroskop führt auf die Erfindung des zusammengesetzten.

Von den Modificationen und Veränderungen, denen man dieses herrliche Werkzeug unterworfen hat, ist schon die Rede gewesen, und wir wollen hier uns mit diesem Mikroskope beschäftigen, so wie es heutigen Tages beschaffen ist; demungeachtet dürfen wir doch einige Einzelheiten, welche sich auf dessen letztere Fortschritte beziehen, seit man angefangen, den Achromatismus darauf anzuwenden, nicht mit Stillschweigen übergehen. Die Thorheit der Neuerungsüchtigen hat sich auch bis auf dieses Instrument erstreckt. Das Wort Mikroskop, so bezeichnend als möglich, war schon zu alt, um den Neuerern noch gefallen zu können. Das Instrument spielte noch immer dieselbe Rolle, aber es war verbessert und der alte Name sollte nicht mehr zu dem neuen Apparate paßlich sein, er mußte umgetauft werden; der Dr. Goring gab als Gevatter den neuen Namen her und das zusammengesetzte Mikroskop hieß nun das Engyskop (von *εγγύς* nahe und *σκοπειν* sehen)³⁶). Diese Benennung war ein Darlehn, welches der englische Doctor seinen Vorgängern machte, um das einfache Mikroskop von dem zusammengesetzten zu unterscheiden. Doch ich erinnere gern, daß der Dr. Goring solidere Ansprüche auf die Anerkennung der Naturforscher hat, als dieserhalb. Ich schätze seine bemerkenswerthen Arbeiten, benutze oft seine Erfahrungen, aber als Mann vom Geschäft nenne ich immer ein Mikroskop ein Mikroskop. —

Das zusammengesetzte Mikroskop ist, wie das einfache, ein optisches Instrument zur Vergrößerung von Objecten; bei dem letztern erhält man das Resultat durch eine einzige Linse, oder eine Zusammensetzung von Linsen, welche unmittelbar auf die Lichtstrahlen wirkt, oder mit andern Worten, welches die Objecte vergrößert und geradezu das vergrößerte Bild ins Auge bringt, während das zusammengesetzte Mikroskop das Bild nicht eher wahrnehmen läßt, bis es eine zweite Vergrößerung durch ein anderes System von Gläsern hervorgebracht hat. Diese letzten Gläser heißen die *Deulare* und sind dem Auge zugekehrt, während die, welche die erste Vergrößerung machen, *Objective* genannt werden und es dem Objecte sind.

Fresnel giebt uns den rechten und bestimmten Begriff des zusammengesetzten Mikroskops in seinem Berichte über das achromatische Mikroskop (*Annales des sciences naturelles*, Novembre 1824):

»Man weiß,« sagt dieser gelehrte Physiker, »daß die Mikroskope wie die Teleskope aus einem Objective und einem Deulare zusammengesetzt sind. Das erstere dient, ein vergrößertes Bild des Objectes zu erzeugen, dessen Strahlen sofort vom Deulare aufgenommen werden, indem es dasselbe dem Auge vergrößert darbietet, wie eine Loupe, wodurch man die Buchstaben einer Schrift

³⁶) Der Verf. hat hier dem Dr. Goring Unrecht gethan, denn der Name Engyskop findet sich schon im 17. Jahrhundert, und soll den Gegensatz von Teleskop bilden.
D. Uebf.

betrachtet. Bei den Teleskopen sind die Himmelskörper oder selbst die Gegenstände auf der Erde unendlich weiter als das Bild vom Objective entfernt; bei den zusammengesetzten Mikroskopen ist das Umgekehrte der Fall. Das Object ist dem Objective viel näher als sein Bild, und daher, allgemein zu reden, ist dieses auch viel größer als das Object. Wenn z. B. die Entfernung des Bildes 10mal so groß ist als die des Objects, so wird auch der Durchmesser des Bildes 10mal so groß sein, als der des Objects.« —

Nachdem die Strahlen durch das Objectiv gegangen, durchkreuzen sie sich und an dieser Stelle nimmt sie das Ocular auf; daher kommt es, daß das Object umgekehrt erscheint, und dieses tadelt man vorzugsweise an dem Instrumente, und man muß gestehen, daß diese Umkehrung bei anatomischen Arbeiten sehr hinderlich ist, sie fast unausführbar macht.

Glücklicherweise hat dieser Uebelstand aufgehört; weiter unten werde ich die Verfahrungsarten der Instrumente angeben, welche ich zur Hebung desselben ausgedacht habe. Man sieht leicht ein, daß die Vergrößerung des zusammengesetzten Mikroskops viel beträchtlicher ist als die des einfachen, denn bei diesem hat man nur eine vergrößernde Kraft, während jenes eine zweimalige Vergrößerung besitzt. Man hat verschiedene Gattungen von zusammengesetzten Mikroskopen construirt. Die erste, welche auch gegenwärtig im allgemeinen Gebrauche ist, führt den Namen Dioptrisches Mikroskop (*Microscop de Refraction*). Durch eine wichtige Modification des Professors Amici in Modena ist daraus ein Refractions- und Reflections-Mikroskop geworden, welches man von dem Instrumente desselben Physikers unterscheiden muß, das unter dem Namen Katadioptrisches Mikroskop bekannt ist.

Um Verwirrungen zu vermeiden, wollen wir das erstere das dioptrische mit dem Prisma (*dioptrique à prisme*) nennen.

Man wird vielleicht die in diesem Capitel vorkommenden Wiederholungen tadeln, sie waren aber unvermeidlich; die Specialgeschichte der zusammengesetzten Apparate und der Versuche, die Linsen zu achromatisiren, muß nothwendig Einiges aus der allgemeinen Geschichte der Mikroskope entlehnen.

Vom zusammengesetzten dioptrischen Mikroskope.

Wir wollen, die Theorie dieses Mikroskops beginnend, den einfachsten, allein aus einer Linse und einem Oculare bestehenden Apparat als Beispiel wählen. Es sei *MN* Fig. 5. Taf. 2. ein kleines Object, welches man in den Focus, oder etwas entfernter als der Focus, des Objectivs *AB* gebracht hat; die durch diese kleine Linse gebrochenen Lichtstrahlen machen in *m, n* ein Bild des Objects *MN*. Die Größe des Bildes *m, n* wird sich zu *MN* verhalten, wie die Entfernung *nA* zu der Entfernung *MA*. Beobachten wir dieses schon vergrößerte Bild *m, n* durch ein Ocular *EF*, welches so angebracht ist, daß sich *m, n* in seinem Brennpunkte befindet, so unterwerfen wir dieses Bild einer neuen Vergrößerung, denn das Auge in *O* wird das Object unter dem Winkel *E, O, F*, der größer ist als der Winkel *n, O, m*, sehen und folglich noch viel größer als *M, O, N*.

Man kann mit denselben Gläsern eine noch viel bedeutendere Vergröße-

rung erhalten, wenn man die Entfernung zwischen **E, F** und **A, B** vergrößert, allein diese Anordnung verkleinert das Gesichtsfeld und verhindert, den unter das Mikroskop gebrachten Körper im Ganzen übersehen zu können. Aus diesem Grunde hat man zwischen das Objectiv und das Bild ein drittes Glas gestellt, welches das Collectivglas (*verre de champ*) genannt wird. Fig. 6. sei **M, N** das Object und **m, n** das Bild, welches die durch **G, H** nach der Richtung **Gn, Hm** gebrochenen Strahlen erzeugen, dieses Bild wird durch das Ocular **EF** vergrößert. Man hat auch noch das Gesichtsfeld dadurch vergrößert, daß man **EF** und **GH** planconvex gemacht hat.

Wir wollen nun noch Amici's Prisma hinzufügen: Fig. 7. Taf. 2. sei **MN** das Object, **AB** die achromatische Linse, und **P** das Prisma, dessen Seite **P** die Strahlen nach der Richtung **PO** reflectirt, alles Uebrige ist wie bei dem verticalen Mikroskope. Ein anderer wichtigerer Umstand, welcher auf die doppelten Oculare geführt hat, ist die Farbenzerstreuung. Bei dem Teleskope machte man die erste Anwendung von diesem Systeme, und an einem solchen Oculare wollen wir auch die Theorie desselben erklären. Fig. 40. Taf. 1. sei **O** das achromatische Objectiv eines Teleskops und **E** ein einfaches Ocular, **F** wird der Focus des Objectivs **O** sein, und in diesem Punkte entsteht das umgekehrte Bild des Objects. Der Strahl weißes Licht **Aab** wird nach der Brechung im Oculare **E** so zerlegt werden, daß **bR** die Richtung der rothen und **bV** die der violetten Strahlen ist. Der Winkel **VbR** wird für Crownn Glas $\frac{1}{27}$ des **abR** betragen. Die Strahlen **B, a, d**, welche in einem Punkte durch die Linsen gehen, wo deren Flächen weniger gegen einander geneigt sind, erleiden eine geringere Brechung, und eine Zerstreung, welche beinahe demselben Verhältnisse folgt; es geht daraus hervor, daß **d, I** die Richtung der rothen und **d, v** die der violetten Strahlen sein wird, in der Art, daß die violetten Strahlen beinahe parallel sein werden, wenn die rothen in einer ähnlichen respectiven Lage sind. Die farbigen Strahlen werden sich daher im Auge nicht vereinigen, und das Object mit farbigen Rändern erscheinen, eine schwarze auf weißem Grunde gesehene Linie wird nach außen einen orangefarbenen und nach innen einen blauen Rand haben. Diese Aberration wird sich fast in demselben Verhältnisse vergrößern als der Gesichtswinkel **b, I, c** wächst, oder, mit andern Worten, je stärker die Vergrößerung ist, desto mehr wird die Färbung sich einstellen.

Jetzt wollen wir sehen, wie das aus 2 planconvexen Linsen zusammengesetzte Ocular diese Aberration zerstört.

Fig. 41. Taf. 1. stellt das negative oder achromatische Ocular vor, **AB** ist ein schon durch das Objectiv gebrochener Büschel weißen Lichts, **BF** ist ein planconvexes Collectivglas, dessen Plansseite gegen das Ocular **E** gekehrt ist. Die rothen Strahlen des Büschels **AB** würden nach der Brechung durch **BF** sich in **R** und die violetten in **V** durchkreuzen, aber indem sie durch das Ocular **E** gehen, werden die rothen Strahlen in **c, r** gebrochen, die violetten in **c, d**, und sie durchkreuzen und vereinigen sich in der Axe im Punkte **c**, denn der violette Strahl, welcher der Axe der Linse **E** viel näher ist, wird eine weniger starke Brechung erleiden als der rothe, und wenn nun das Auge in der Axe in **c** sich befindet, wird es die Objecte ohne alle Farbenzerstreuung

sehen. Man hat *Deulare* von einer größern Anzahl Gläser zusammengesetzt, wir wollen aber bei der erwähnten stehen bleiben.

Der Dr. *Hook* 1656, *Eustachio de Divinis* 1668, und *Philipp Bonnani* 1698, gaben Beschreibungen ihrer Mikroskope heraus, deren wir besonders erwähnen, weil sie ohne Widerspruch die ersten, für gewisse Beobachtungen gut eingerichteten Apparate waren.

Das Letztere besonders, beschrieben von *P. Bonnani* in seinem Werke, betitelt: »*Observationes circa viventia quae in rebus non viventibus reperiuntur*« ist in vielen Beziehungen merkwürdig. Zusammengesetzt aus 3 Gläsern, einem *Objective*, einem *Collectivglase* und einem *Deulare*, stand dieses Mikroskop horizontal; hinter dem *Objectträger* befand sich ein kleiner, auf jedem Ende mit einer *Converlinse* versehener *Tubus*, mit der Bestimmung, das Licht auf dem *Objecte* zu concentriren. Eine Lampe vervollständigte den Apparat, der durch eine gezahnte Stange bewegt werden konnte, Taf. 2. Fig. 3. Ueberhaupt alle die mehr oder minder ältern Mikroskope vereinigten sehr wohl alle Bedingungen, die ein Instrument bequem und leicht im Gebrauche machten, sündigten aber immer in der Hauptsache, d. h. im optischen Theile. Die sphärische *Aberration* und *Refrangibilität* waren so augenscheinlich, die Verfahrensarten, diesen Fehlern abzuhefen, verkleinerten so sehr das Gesichtsfeld, verminderten die Helligkeit oder erfüllten so unvollständig ihren Zweck, daß die Gelehrten das zusammengesetzte Mikroskop, dieses heut zu Tage so herrliche Instrumente, zur Seite warfen, und es den Liebhabern von *Curiositäten* oder so zu sagen den Kindern als ein angenehmes Spielzeug überließen, weil es ein der Wissenschaft unnützer Apparat war, mehr geeignet, in *Irthümer* zu führen, als die Summe unsrer Kenntnisse zu vermehren. Diese Fehler treten noch mehr hervor durch die Wirkung des *Deulars*, welches mit der Vergrößerung des *Object's* auch die Fehler der *Refraction* vermehrte.

Erst von dem Tage an, wo der *Achromatismus* in Anspruch genommen wurde, beginnt die mikroskopische Aera des zusammengesetzten Mikroskops, und seit der Zeit ist er der Gelehrten bestes Mittel zu Nachforschungen geworden:

Das *Teleskop*, für das Studiren der Erscheinungen am Himmel bestimmt, mußte schon früher die besondere Aufmerksamkeit der Gelehrten auf sich ziehen; gegenwärtig, wo die *Anatomie*, die *Physiologie*, die *Chemie* u. s. w. zu solch einem erhabnen Range sich erhoben haben, in einer Zeit, wo jede Wissenschaft alle übrigen in Anspruch nimmt, erlangt das Mikroskop seine Rechte wieder, und wenn man auf die eine Seite die Wissenschaft stellt, welche die Gesundheit erhält und das Leben verlängert, und auf die andere Seite die *astronomischen Wissenschaften*, so bewunderungswürdig sie auch sind, so kann man leicht voraussehen, nach welcher Seite der *Wagebalken* sich neigen wird ³⁷⁾.

³⁷⁾ Die Heilkunde, welche jetzt ganz in ihrem System irre geworden ist, und zwischen *Allopathie*, *Homöopathie*, *Hydropathie* u. s. w. hin und her schwankt, dürfte wol überhaupt weniger hier in Betracht kommen, als der Eifer für das Studium der Naturwissenschaften überhaupt, der die Gegenwart so glänzend charakterisirt. D. Uebers.

Lange Zeit vor dem Mikroskope wurde das Teleskop achromatisirt. Englische Schriftsteller erzählen, daß 1729, zwei Jahre nach Newton's Tode, ein Gelehrter in Essex, Hr. Chester More Hall, durch das Studium des menschlichen Auges auf die Entdeckung des Achromatismus geführt wäre und nach vielen Versuchen gefunden hätte, daß 2 Sorten Gläser, mit einander verbunden, das Licht brächen, ohne es zu zerlegen. Gegen 1733 hätte er achromatische Objective gemacht, und 2 seiner Teleskope wären lange Zeit in den Händen von Personen gewesen, welche den Werth dieser Instrumente nicht gekannt hätten. Hall ist gestorben, ohne sein Geheimniß bekannt zu machen.

Dem Rechte gemäß muß man auch erinnern, daß Gregory 1713 in seiner Katoptrik die erste Idee der Verbindung zweier Medien von verschiedener Dichtigkeit gegeben hatte.

Wahrscheinlich war aber die Schwierigkeit, sehr kleine Linsen zu achromatisiren, die Hauptveranlassung, die Geister von solchen Versuchen für das Mikroskop zu entfernen, da doch der Impuls dazu schon gegeben war. Dollond verfertigte um 1757 sehr vollkommen achromatische Teleskope, aber er machte von diesem Systeme keine Anwendung bei seinen lange Zeit sehr geschätzten Mikroskopen. Diese Instrumente, wie die des Herzog de Chaulnes, von Dellabarre, von Adams, von Charles ic., waren mehr oder minder bemerkenswerth wegen ihres mechanischen Theils; aber der optische Apparat war stets mangelhaft, und das Mikroskop schien verdammt zu sein, niemals sich aus seiner Mittelmäßigkeit zu erheben. Nichts destoweniger bemerkte man mit einem verzeihlichen Schmerzgeföhle, bis auf diesen Augenblick, daß England viel arbeitsamer war, und das Monopol der Verfertigung der besten Instrumente zu haben schien. —

Indessen während sich in den wissenschaftlichen Untersuchungen sehr deutlich eine Lücke spüren ließ, reclamirte die Analyse gebieterisch eine neue Kraft, und die schönen von den Beobachtern mit dem einfachen Mikroskope gemachten Entdeckungen flößten das heiße Verlangen ein, auch die energischn Kräfte des zusammengesetzten Mikroskops benutzen zu können.

Von 1800 bis 1810 hatte Charles Versuche gemacht, die kleinen Linsen zu achromatisiren, man kann sie im Conservatoire des arts et métiers, im physikalischen Cabinette, dessen Direction dem Hrn. Pouillet, einer Celebrität unserer Zeit, anvertraut ist, sehen; aber ich glaube nicht, daß es möglich ist, diese Gläser, deren Krümmung und Centrirung so viele Fehler besitzen, zu gebrauchen.

1812 brachte Dr. Brewster achromatische Linsen in Vorschlag, welche aus Glas und Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit zusammengesetzt waren; allein diese in wissenschaftlicher Beziehung merkwürdigen Linsen haben für die Praxis so viele Schwierigkeiten, daß es mir genügend scheint, sie anzuföhren, ohne dabei länger zu verweilen.

Gegen 1816 verfertigte Frauenhofer, der gelehrte Münchner Optiker, Mikroskope mit einer einzigen achromatischen Linse, deren zwei Gläser nicht an einander geklebt waren³⁸). Mit allen diesen Bemühungen sei es nun wie es wolle; die erste Idee, den Achromatismus bei den Objectiven der

Mikroskope in Anwendung zu bringen, gehört ohne allen Widerspruch Euler. Ich habe nicht ängstlich die chronologische Ordnung in dieser Auseinandersetzung befolgt, weil ich Euler von den andern Schriftstellern trennen wollte.

Es giebt ein ziemlich seltenes, in Petersburg 1774 herausgekommenes Werk, betitelt: »Instruction détaillée pour porter les lunettes de toutes les différentes espèces au plus haut degré de perfection, avec la description d'un microscope qui peut passer pour le plus parfait dans son espèce, tirée de la théorie dioptrique de Leonard Euler, et mise à la portée des ouvriers par Nicolas Fuss.«³⁹⁾ Die Beschreibung des Objectivs für das Mikroskop lautet darin folgendermaßen:

»Das Objectiv besteht aus 3 Linsen, wovon die erste und dritte von Kronglase und die zweite von derjenigen Gattung Flintglases ist, für welche das Brechungsverhältniß 160 zu 100 stattfindet, so daß die Brennweite des ganzen Objectivs einen halben Zoll beträgt, und die Oeffnung $\frac{1}{3}$ Zoll weit gemacht werden kann. Demnach werden die ersten beiden Linsen, welche dieses Objectiv ausmachen, wie kleine Scheiben etwa $\frac{1}{7}$ Zoll im Durchmesser gestaltet sein, und man muß sie so dünn machen, als es ihre Gestalt nur leidet. — Die erste dieser 3 Linsen, die nach dem Gegenstande gerichtete, muß von Kronglase und auf beiden Seiten gleich erhaben sein . . . die zweite wird auf beiden Seiten gleichviel vertieft, . . . die dritte von Kr. wird auf beiden Seiten ungleich erhaben, . . . u. s. w.«⁴⁰⁾

Im Jahre 1823 arbeitete ich noch mit meinem Vater Vincent Chevalier zusammen, als der Mechaniker Hr. Selligie zu uns kam, um uns den Vorschlag zu machen, achromatische Objective für Mikroskope anzufertigen; er lieferte eine noch in meinem Besitz befindliche Zeichnung, nach der es schwierig war, ein Instrument zusammenzusetzen. Demungeachtet brachten wir ein Mikroskop nach seinen Angaben zu Stande. Dieses Instrument stellte ihn nicht zufrieden, und es mußten noch ein halb Jahr lang allerlei nachträgliche und kostspielige Versuche angestellt und Veränderungen dem ursprünglichen Projecte zugesügt werden, um das erste Instrument fertig zu schaffen. Das Objectiv bestand anfänglich aus einer einzigen Linse, aber bald darauf wurden 4 übereinandergelegt, jede von 18 Linien Focus, 6 Linien Durchmesser und 2 Linien in der Mitte dick, die Oeffnung betrug 1 Linie, auch konnten dieselben zusammen oder einzeln gebraucht werden. Dieses

³⁸⁾ Collés ensemble, der Verf. will gewiß damit sagen, nicht mit Terpentin oder dergl. zusammengeklebt; eine Erfindung, welche der Verf. in Anspruch nimmt. D. Uebs.

³⁹⁾ Gleichzeitig mit seiner trefflichen analytischen Dioptrik, 1778, gab G. Simon Klügel, Prof. d. Mathem. in Helmstädt, eine Uebersetzung des angeführten Werkes unter dem Titel: „Umständliche Anweisung, wie alle Arten von Fernröhren in der größten möglichen Vollkommenheit anzufertigen u. u. von Nicolaus Fuss. Aus dem Franz. übers. und mit Zusätzen von G. S. Klügel u. Leipzig bei Joh. Friedr. Junius 1778. Beide Werke sind von gleichem Formate, und scheinen, nach meinen eigenen Exemplaren zu urtheilen, wol in der Regel mit einander verbunden ausgegeben worden, und deshalb bei uns nicht besonders selten zu sein. D. Uebs.

⁴⁰⁾ Ich habe es vorgezogen, die angeführte Stelle, welche Chevalier nur im Auszuge giebt, nach Klügel's Uebers. wörtlich zu citiren. Siehe das angeführte Werk S. 52 u. 53. D. Uebs.

Mikroskop lieferten wir Hrn. Sellig u e ab, der es am 5. April und 30. August 1824 der Akademie der Wissenschaften vorlegte. Fresnel machte darüber einen sehr günstigen Bericht, wobei er jedoch mehrere Mängel desselben angab. In diesem Berichte war von den Arbeiten, welche ich mit meinem Vater ausgeführt hatte, gar nicht die Rede; Fresnel ignorirte vollständig unser Zusammenarbeiten mit Sellig u e. Wir ließen darauf Hrn. Sellig u e alle unsere Bemühungen und sein unvollkommenes Mikroskop. Das erwähnte Instrument hatte ein aus 4 Linsen zusammengesetztes Objectiv, jede Linse bestand aus einem planconveren Glase von Flintglas und einem zweiten biconveren von Kronglas, welche mit ihren correspondirenden Flächen vereinigt waren. Die chromatische Aberration war gewiß sehr verändert, aber die Converseite der Linse war gegen das Object gekehrt; die sphärische Aberration war beträchtlich, obschon man die Oeffnung sehr eng gemacht hatte, in der Absicht, diesen Fehler dadurch zu verbessern.

Ueberrascht von diesen großen Uebelständen, geführt durch die Arbeiten Euler's, stellte ich neue Nachforschungen an, welche mich darauf brachten, die Plansseiten der Linsen gegen das Object zu kehren, und sofort verfertigte ich bessere achromatisirte Objective, von sehr kleinem Durchmesser und sehr kurzem Focus.

Ich muß hier bemerken, daß das Zusammenleimen der kleinen Linsen mit Terpent in oder Canadischem Balsam meine Erfindung ist. Dieses Mittel verhindert nicht allein den Zutritt der Feuchtigkeit zwischen 2 Gläser, sondern verhindert auch den Lichtverlust, welcher durch die vielfachen Reflectionen der aufeinander gelegten Flächen veranlaßt wird.

Im September 1824 brachte ich die erste achromatische Linse von 4 Linien Focus, 2 Linien Durchmesser und 1 Linie Dicke in der Mitte zu Stande. Wäre man nicht dahin gekommen, Linsen von kurzem Focus und sehr kleinem Volumen anfertigen zu können, so wäre es unmöglich gewesen, deren mehrere übereinander zu legen und man hätte auch die sphärische Aberration nicht aufheben können, wie es heut zu Tage geschieht. Nachdem ich das Mikroskop mehreren Modificationen unterworfen hatte, legte ich es der Société d'Encouragement am 30. März 1825 vor. Hr. Hachette, mit dem Berichte darüber beauftragt, bemerkte, daß dieses Instrument von aller wahrnehmbaren Aberration frei sei, und daß sowohl bei durchsichtigen als undurchsichtigen Objecten es eben so viel Reinheit zeige als die achromatischen Teleskope.

Von 1824 bis 1825 machte Hr. Tulley in England, auf Antrieb des Hrn. Dr. Goring, das erste achromatische Objectiv, dessen Focus 0,9 Zoll war und welches er in der Folge noch verbesserte.

Im Jahre 1826 erhielt ich von dem gelehrten Prof. Amici einen Brief, worin er mir einige neue Leistungen in diesem Genre anzeigte. (Siehe Anhang.)

Schon 1815 hatte dieser Physiker Versuche mit dem Achromatisiren gemacht, aber sie bald darauf liegen gelassen; 1824, nach dem Berichte Fresnel's, fing er seine Versuche wieder an und setzte sie mit solchem Erfolge fort, daß er 1827 sein Horizontal-Mikroskop, dessen Objectiv aus 3 über-

einandergelegten Linsen, deren jede 6 Linien Focus und eine weite Deffnung hatte, zusammengesetzt war, nach Paris brachte. Diesem Mikroskope waren auch noch Oculare zum Wechseln beigegeben; eine herrliche Sache, um verschiedene Vergrößerungen anwenden zu können. Seine Linsen waren indessen nicht zusammengeleimt. Das Instrument erregte in der gelehrten Welt eine gerechte Bewunderung, und es ist zu bemerken, daß der Bericht Fresnel's über das von meinem Vater und mir für Hrn. Selligue angefertigte Instrument die erste Veranlassung zu allen den Arbeiten gewesen ist, welche man nachher ausgeführt hat. Während der Anwesenheit des Hrn. Amici in Paris stellten wir im Louvre ein nach dem Modell und der Anweisung dieses Physikers verfertigtes Horizontal-Mikroskop aus, und die Jury erkannte uns, auf den Bericht des Hrn. Arago, welcher erklärte, dieses Instrument sei auf das vollkommenste ausgeführt, die silberne Medaille zu. Seit der Zeit haben die Hrn. Tully, Amici, mein Vater und ich mehrere achromatische Objective ausgeführt, welche dann Gegenstand der Beobachtungen und interessanten Memoiren der Hrn. Amici, Goring, Lister und Le Baillif wurden, die so außerordentlich zur Vervollkommnung der achromatischen Mikroskope beitrugen. Ich habe eben Hrn. Le Baillif genannt; dieser ausgezeichnete Liebhaber der Wissenschaften verweigerte den Künstlern nie seinen Rath und seine Aufmunterung; mehr als alle Uebrigen weiß ich diese Leutseligkeit zu schätzen, welche sich auch bei keiner Gelegenheit verläugnete, denn mir bezeugte er eine besondere Zuneigung. In guter Stunde führte er mich in die Geheimnisse der optischen Wissenschaften ein, denen er fast den größten Theil seines Lebens gewidmet hatte. Zur Zeit meiner Versuche wegen des Achromatismus brachte ich ihm täglich die Resultate meiner Arbeiten, und dieser geduldige Beobachter schreckte nie vor den zahlreichen vergleichenden Versuchen zurück, wodurch allein die Fortschritte erkannt werden konnten. Hr. Le Baillif war mein erster Führer und stößte mir das Verlangen ein, diese Instrumente zu vervollkommen; litten auch meine materiellen Interessen darunter, so war mir doch der Beifall und die Freundschaft der Gelehrten dafür ein herrlicher Ersatz.

Diese wenigen Zeilen, welche ich der Dankbarkeit gewidmet habe, drücken nur einen geringen Theil meiner Gefühle aus, und später werde ich auf Hrn. Le Baillif zurückkommen, von dem uns leider nur noch das Andenken geblieben ist. 1833 trennte ich mein Etablissement von dem meines Vaters, und ließ seitdem in meinen Werkstätten alle physikalischen Instrumente und besonders meine neuen Mikroskope verfertigen. Die vielfachen Veränderungen, welche an dem mechanischen Theile angebracht sind, erlaubten mir mit Recht, ihnen den Namen Universal-Mikroskop zu geben. Von Tag zu Tag wurden die Objective vervollkommnet, und jetzt erhalte ich die stärksten Vergrößerungen mit Hülfe von 3 übereinandergelegten Linsen, wie man Fig. 42. Taf. 1. sieht. Fig. 43. stellt die beiden Gläser vor, woraus jede Linse besteht, A die biconvexe von Crown- und B die planconvexe von Flintglas. Ein Zusatzstück, welches ich ausgedacht habe, giebt das Mittel, das Bild umzukehren, wenn man anatomische Zerlegungen vornehmen will, und wirft so den vorzüglichsten Grund der Gegner des zusammengesetz-

ten Mikroskops über den Haufen. Das erste dieser Mikroskope, welches 1834 zur Industrie-Ausstellung kam, war auf Bestellung des Hrn. Savart für das College de France bestimmt. In dem Berichte (siehe den Anhang) erklären es die Hrn. Séguier, Savart und Pouillet für besser als das von Amici, und in Uebereinstimmung mit ihren Beschlüssen erkannte mir die Jury die goldene Medaille zu. Letzthin hat die Akademie der Wissenschaften auch ein solches Instrument für ihr Cabinet angeschafft; die Anerkennungen und die Namen der ausgezeichnetsten Gelehrten, welche mein Mikroskop gebrauchen, bezeichnen genügend den Platz, welchen es gegenwärtig einnimmt.

Welche Vorzüge besitzt das Instrument in seinem jetzigen Zustande?

Zuerst nenne ich die horizontale Lage. Wenn man lange währende Beobachtungen mit dem verticalen Mikroskope machen muß, so wird man bald eine schmerzhafteste Erschlaffung der hintern Halsmuskeln fühlen, man muß die Beobachtung oft unterbrechen, und jedesmal kehrt der Schmerz noch schneller zurück. Die Lage des Auges ist die nachtheiligste für mikroskopische Untersuchungen, denn das Fluidum, welches die Oberfläche des Organs schlüpfrig erhält, folgt den Gesetzen der Schwere und sammelt sich im niedrigsten Punkte; wenn das Auge nach unten geneigt ist, um ins Mikroskop zu sehen, muß das Fluidum nothwendig auf der Cornea vor die Pupillaröffnung treten. Nicht allein, daß das Auge dadurch ermüdet wird, wie auch die Absonderung dieser Feuchtigkeit wird vermehrt, und es bleibt nichts übrig, als die Beobachtung aufzuheben. Von der Krümmung des Rückens will ich nicht einmal reden; man braucht nur ein einziges Mal mit dem verticalen Mikroskope zu beobachten, um die Abspannung gewahr zu werden, welche aus dieser Stellung entsteht. Bei dem horizontalen Mikroskope bleibt dagegen der Körper vollkommen gerade, und die Feuchtigkeit des Auges sammelt sich im untern Augenlide, wo sie von den Thränenkanälen aufgenommen wird. Während eines großen Theils des Tages kann man seine Beobachtungen fortsetzen, ohne die geringste Abspannung des Körpers zu bemerken. Hr. Mirbel zieht die schräge Stellung unter 45 Grad vor, und letzthin habe ich das ihm 1825 gelieferte verticale Mikroskop in diese Lage bringen müssen. Die Wahrheit dieser Bemerkungen ist außer allem Zweifel, und obschon mein Universal-Mikroskop jede Stellung anzunehmen fähig ist, wird man es gewiß selten in der verticalen gebrauchen. Es würde nicht schwer halten, Beweise zu Gunsten der horizontalen Stellung beizubringen, allein sie würden doch nur den Personen nützen, welche ein solches Instrument besitzen, und diesen wird die Erfahrung tausendmal mehr sagen als alle Raisonnements. Gewisse mikrometrische Arbeiten, die Anwendung der verschiedenen Arten der Camera clara verlangen Amici's horizontale Stellung; die Beweise dafür werden nachfolgen, und chemische Operationen sind, so zu sagen, unausführbar beim verticalen Mikroskope, wenigstens kann ich die Versicherung geben, daß diese unzählige und zurückschreckende Schwierigkeiten darbietet.

Die neue Anordnung der Stellschraube, welche der Platte der Objecte (platine) die langsame Bewegung zu geben bestimmt ist, scheint mir eine der wichtigsten Verbesserungen im mechanischen Theile des Instruments zu sein.

Ich will nicht sagen, daß man mit einer gezahnten Stange nicht auch ein Object genau in den Focus bringen könnte; allein mit einer Stellschraube kann man doch nur ein vollkommenes Resultat erlangen. Außerdem kann sie noch von großem Nutzen sein, wenn es sich darum handelt, die Dicke eines Objects zu messen, indem man die Platine vertical bewegt. Die Pressschraube, welche man zur Befestigung des Kastens der Platine gebrauchte, habe ich vermieden und man hat nun nicht mehr eine Verrückung der Objecte zu befürchten. Alle dem Körper des Instruments gegebene Seiten- oder Verticalbewegungen bewirken nicht die geringste Veränderung in der Centrirung und Festigkeit; Ansätze begränzen die Bewegungen und zeigen genau die Lage der verschiedenen Theile an, wenn man sie wieder in ihre ursprüngliche zurückbringen will. Ueberhaupt ist mein Mikroskop ein wahrer Universal-Apparat, nicht allein für die Gegenwart, sondern auch für die Zukunft, denn ich glaube nicht, daß man irgend eine Veränderung in Vorschlag bringen könnte, welche nicht unmittelbar an meinem Apparate angebracht werden könnte. Ich will es erklären. Die Zusammenpassung der Stücke ist so beschaffen, daß man eins wegnehmen und ein anderes dafür an die Stelle bringen kann, ohne dadurch auf irgend eine Weise die Genauigkeit des Instruments zu stören. Handelt es sich um's horizontale Mikroskop und will man einige Veränderungen mit dem Prisma vornehmen, so kann man den Theil, welchen dieses Glas trägt, mit der größten Leichtigkeit herausnehmen, die gewünschten Veränderungen vornehmen, oder selbst ein anderes Stück dafür wieder anbringen. Rückfichtlich der andern Stellungen, so kann man den Körper des Instruments verlängern, die Oculare wechseln und verändern, alle erdenklichen mikrometrischen Gegenstände anbringen u. s. w. Endlich giebt es keine einzige bei andern Mikroskopen anzubringende Anordnung, welche es nicht auch bei den meinigen wäre, selbst wenn sie noch nicht existirte. Doch auch nicht zu vergessen, alle diese Veränderungen, alle diese Vervollkommnungen haben nicht ermangelt, mir zahlreiche und oft ungerochte Kritiken zuzuziehen; die Eifersucht hat ihre Einflüsterungen noch geschont. Es bedurfte bei mir aller Ausdauer und vor allen der Gewisheit, das Resultat erreichen zu werden, um mir die Kraft zu verleihen, einen solchen Kampf unterhalten zu können, indem ich allein gegen Viele mein Vermögen und meine Gesundheit auf's Spiel setzte.

Erst will ich nun die Beschreibung meines Universal-Mikroskops geben, und dann zeigen, wie man sich desselben bedient.

Fig. 1. Taf. 4. stellt das in einem Kasten mit Fächern, worauf es während der Beobachtung festgeschroben wird, einzuschließende Instrument vor. Das Ocular befindet sich genau in der Augenhöhe.

A der Kasten, B die Schieblade, C, C die unbewegliche Trägersäule. D ist ein horizontales messingenes Stück, welches mit der Säule durch das Gewinde E verbunden ist, und an welchem in D die vierkantige, an der hintern Seite von oben bis unten mit Zähnen versehene Stange F befestigt ist. Durch die Kopfschraube G ist diese Stange an der Säule C befestigt. H der Hohlspiegel. I auf der entgegengesetzten Seite angebrachter Planspiegel. K Knöpfe, mittelst welcher der Spiegel in dem messingenen Bügel L, der durch

die Hülse **M** Befestigung erhält, umgedrehet werden kann. **N** Knopf, durch dessen Drehung diese Hülse **M** an der Stange auf- und niedersteigt. **O** Getriebe für die Hülse **P**. **Q** die Stellschraube durch Kugeln gehend, mit der Bestimmung, der Platine eine unmerkliche Bewegung mitzutheilen, um das Object auf das Genaueste in den Focus zu bringen.

R der in 2 Richtungen bewegliche Körper des Instruments: 1) horizontal auf dem Stücke **a**, 2) vertical durch das Gewinde **c**; an seinem Ende **S** befinden sich die Oculargläser und inwendig ist er ganz mit schwarzem Sammet überzogen. Dieses letztere Mittel erfann ich 1823, um die Reflexion der Wände des Tubus zu vermeiden. **S** das Ocular. **T** Rohr, welches durch die gezahnte Stange und das Getriebe **U** heraus- und hineingeschoben wird. Auf diesem Rohre befindet sich eine Theilung, wodurch man die Länge des herausgezogenen Theils abmisst. **V** an seinem Ende geschlossener Tubus, in dessen Innern das durch die kleine Kopfschraube **b** befestigte reflectirende Prisma sich befindet. Dieser Tubus ist mit dem Körper **R** à haïonette ⁴¹⁾ vereinigt. **X** der Objectivtubus. **Y** das Objectiv.

Z bewegliche Platine nebst Zubehör. Dieselben Buchstaben bezeichnen auf der Taf. 4. dieselben Gegenstände. Um sich des Instruments zu bedienen, muß man dasselbe, nachdem man es auf einen festen Tisch gestellt und so gerichtet hat, wie es in dem Artikel über die Beleuchtung gelehrt werden wird, in die für die Art der Untersuchung, welche man vornehmen will, paßliche Lage bringen; die horizontale, Fig. 1. dargestellte ist die gewöhnlichste. In dieser Stellung befindet sich das Ocular natürlicherweise in der Augenhöhe. Nachdem das Object auf die Platine gelegt ist, wählt man ein Objectiv und ein Ocular nach der zu wünschenden Vergrößerung, und drehet den Theil **VX** von der Seite um $\frac{1}{2}$ Umdrehung aufwärts und befestigt in **Y**, zu welchem man in diese Lage so bequem kommen kann, die Linsen. Hierauf bringt man das Stück **X** wieder in die erste Lage, und durch das Ocular **S** sehend, regulirt man die Beleuchtung, dann bringt man das Object in den Focus des Objectivs durch das Getriebe **O**, welches man zuletzt bis zur größten Genauigkeit durch die Stellschraube **Q** bewirkt, und dann vervollkommnet man noch die Beleuchtung.

Um die Vergrößerung zu vermehren, giebt es 3 Manieren:

1. Verwechslung des Objectivs.
2. Verlängerung des Tubus **T**, ohne die Linsen zu wechseln.
3. Beibehaltung des Objectivs und Verwechslung des Oculars **S**.

Diese Mittel können auch mit einander verbunden werden; es muß jedoch berücksichtigt werden, daß man mit den stärksten Objectiven nicht die schärfsten Oculare gebrauchen darf, und daß man letzten nicht anders anwenden muß als bei den mittlern Vergrößerungen, oder wenn es sich darum handelt, die kleinsten Details zu studiren.

Will man ein verticales Mikroskop haben, so kann man es sofort haben wie Fig. 2. zeigt. Das Stück **VX** wird weggenommen und dafür der Theil

⁴¹⁾ Durch einen Zapfen, welcher in einem Einschnitte läuft, nach Art der Verbindung der Wajonette mit den Flintenläufen. D. Uebs.

V Fig. 2. an die Stelle gebracht, und das Instrument durch das Gewinde *e* in die verticale Lage gedrehet. Gleichzeitig muß aber auch entweder der Tisch, worauf das Instrument steht, niedriger oder der Stuhl, worauf man sitzt, höher gemacht werden. Bei chemischen Untersuchungen Fig. 3. und Fig. 3^a. drehet man das Stück V X nach oben. Durch dieses Mittel wird das Instrument umgekehrt, die Planseite der Linse kommt nach oben und man kann sonst unmögliche Untersuchungen anstellen; bei dem gewöhnlichen Mikroskope machen die, der auf die Platine gelegten Substanz entweichenden Dämpfe die Linsen sehr bald trübe, und halten die Operation auf, manche saure Dämpfe können die Gläser angreifen, und die messingenen Theile des Apparates werden Spuren davon behalten. Wollte man Körper unter Einwirkung der Hitze untersuchen, so würde die Verdampfung ein unübersteigliches Hinderniß abgeben; auch ist es noch ein anderer Vortheil, daß man mit einer hinreichend großen Quantität des Körpers operiren kann. Für Niederschläge ist mein Mikroskop das einzige wahrhaft brauchbare, denn auf dem Boden der Gefäße kann man die damit verbundenen Phänomene am besten wahrnehmen. Es würde zu lange dauern, alle die Vortheile anzugeben, die mein chemischer Apparat darbietet; die Erfahrung wird davon die beste Probe geben, und ich gehe deshalb zur Beschreibung des Apparates über. —

d Fig. 3. und Fig. 3^a. ist ein Ring, welcher mit Reibung auf das Stück X geschoben werden kann. *e* eine vierkantige Stange, mit dem Ringe zusammenhängend und durch einen Zapfen in *e* mit der Stange *f* vereinigt. *g* Spiegel, dessen reflectirende Oberfläche nach vorn und niederwärts geneigt ist. *h* eine veränderliche Blendung. *i* eine auf der Stange *f* mit Hülfe einer Verzahnung und des Getriebes *k* bewegliche Hülse. *l* der Objectträger in Fig. 3^a. von vorne gesehen. *l'l'* eine in der Mitte genau unter dem Objectiv durchbohrte Platte. *mm* Spirituslampen, welche sich auf den Armen *nn*, mit Friction, bewegen lassen. *o* gläserne Schale, welche auf die Oeffnung der Platte *l'l'* gestellt wird. Man kann bei diesem Apparate auch ein Thermometer anbringen, um die Wärme gerade abzumessen.

Für die Hrn. Biot und Dumas habe ich ausschließlich zu chemischen Experimenten bestimmte Mikroskope verfertigt.

Bei Untersuchungen, bei denen man keine Hitze anzuwenden braucht, kann man die Platte *l'l'* wegnehmen, und es bleibt ein gewöhnlicher Objectträger; sonst kann man sie auch beibehalten als einen Tisch, auf welchem man die kleinen Apparate in Ordnung bringt. Um die Wirkung der Hitze bei Objecten zu beobachten, zündet man die eine oder die beiden Lampen an, je nachdem der Hitze grad ist, den man haben will; die Platte erhitzt sich allmählich, so wie auch die Schale, ohne daß man die Einwirkung der Dämpfe auf das Objectiv zu fürchten braucht; springen kann die Schale nicht, weil sie nur nach und nach und gleichförmig erhitzt wird. Diese Einrichtung des Mikroskops ist auch in allen den Fällen nützlich, wenn man Körper untersuchen will, welche durch ihr Gewicht zu Boden sinken, oder Thiere, welche selten auf die Oberfläche der Flüssigkeiten kommen, auch die bei einigen Individuen zu erforschende Circulation verlangt diese Stellung.

Wenn man das Mikroskop in seiner horizontalen Lage ohne das Prisma

anwenden will, so muß nothwendig die Platine vor das Objectiv des Instruments gebracht werden. Man nimmt zu diesem Zwecke die Schraube **G** heraus, nachdem man den Körper **R** in die Lage, wie Fig. 2. zeigt, gebracht hat, drehet hierauf mittelst des Gewindes **E**, Fig. 1. und 4., den Apparat wieder zurück und nimmt den Spiegel **H** weg. Wenn das directe Licht nicht genügt, so bringt man auch mal nach Umständen auf der Stange den Apparat **s, s'** an, welcher aus 2 in den Enden eines Rohrs befestigten Linsen besteht und sich mittelst der Hülse **t** auf der Stange bewegt. Eine einfache planconvexe Loupe kann auch dessen Stelle vertreten, allein dann muß immer die convexe Seite gegen den strahlenden Punkt gerichtet sein.

Es ist auch die Rede gewesen von einer horizontalen oder Seitenbewegung des Stückes **a** Fig. 1. Diese Drehung um einen Zapfen ist in den Lagen 2 und 4 sehr nützlich, um die Linsen wechseln zu können, auch dient er Fig. 1. das Objectiv auf der Platine umherzubewegen, wenn man ein Object in einer gewissen Ausdehnung durchmustern will, ohne es zu verrücken.

Es wird hierdurch zur Genüge bewiesen sein, daß mein Apparat nicht mit Unrecht den Namen eines universalen führt, und wir werden später sehen, daß er auch mit der größten Leichtigkeit in ein katadioptrisches umgewandelt werden kann. Stets von dem Interesse für die Wissenschaft geleitet, habe ich auch daran gedacht, daß dieses Instrument Manchem zu hoch kommen würde, und sehr wohl wissend, daß leider Reichthum und Talent oder das Verlangen sich zu belehren nicht immer vereinigt sind, wollte ich doch gern Allen die mit meinem Universal-Mikroskope verbundenen Vortheile zugänglich machen. Ich habe deßhalb den Apparat Fig. 4. Taf. 3. construirt, welcher bei geringerer Größe doch die meisten Eigenschaften meines großen Mikroskops besitzt, und will mich begnügen, hier die Unterschiede anzugeben. Der Tubus **T** bewegt sich nicht mehr durch Zahn und Getriebe, der Träger des Prismas **V** ist von einfacherer Form, das Stück **D** Fig. 1. ist durch die Stange **D** ersetzt, welche mit einem Zapfen in **S** steckt. Gleich wollen wir den Nutzen dieser Einrichtung sehen. Die Stange **D** hat an ihrem andern Ende einen Zapfen **P**, mittelst welchem die Objectivröhre zur Seite gedreht werden kann, wenn man die Objective einschrauben will. **A** ist eine Röhre von Messing, welche sich in dem Stücke **V** mit Reibung verschieben läßt. Das Stück **AP** ist auf der Stange **D** mittelst eines Zapfens in eben der Art befestigt, wie diejenige ist, welche Fig. 4^a. darstellt, und wird durch den Knopf der Schraube **G** festgehalten. Das Stück **V** geht mit Reibung über dem Rohre **A**, und läßt zu, daß der Körper des Instruments um eine durch das Objectiv gedrehte Ase, in der vorgestellten Lage also horizontal, herumgedreht werden kann. Die Stange **CC** ist unten durch die Schraube **G** an dem Absatze **E** befestigt. Die Platine wird durch das Getriebe **O** bewegt, aber die Stellschraube **Q** Fig. 1. Taf. 4. fehlt. **D** veränderliche Blendung, in **F** durch ein Scharnier oder einen Zapfen, wodurch sie heruntergeklappt oder herausgezogen werden kann, befestigt. Der Spiegel **H** bewegt sich mit Friction auf der Stange und nicht mittelst Zahn und Getriebe. Wenn man ein einfaches Mikroskop haben will, so nimmt man die Schraube **g** heraus und das Stück **AP** hinweg, welches den Körper des Mikroskops trägt, und

erfetzt es durch den Ring **M**, welcher die Doublette aufnimmt. Um ein vertikales Mikroskop zu erhalten, nimmt man das Stück **V** mit dem Körper des Instruments heraus, und nachdem man den das Prisma enthaltenden Theil, dargestellt in **V'**, entfernt hat, schiebt man den Körper des Instruments über das Rohr **A**.

Will man es in ein chemisches Mikroskop umändern, so drehet man den Körper des Instruments um das Rohr **A** von der Rechten zur Linken, dann zieht man die Schraube **G** heraus und drehet um den Zapfen **S** den Apparat im Halbkreise herum, so daß er umgekehrt zu stehen kommt; der Körper des Instruments ist nun unter der Platine, auf welcher man die Platte **l'l'** Fig. 3. und 4. anbringen kann. Was die andern Stellungen anbetrifft, so erklären sie sich von selbst, und es ist nur noch zu bemerken, daß man, wenn der Körper des Instruments in die verticale Lage gebracht ist, für das directe Licht zwei Methoden anwenden kann:

- 1) indem man die Stange **CC** um den Zapfen **S** eine viertel Umdrehung machen läßt, oder
- 2) indem man den Apparat um das Gewinde **E** drehet.

Diese doppelte Bewegung gestattet, das Instrument in alle erdenklichen Lagen zu bringen.

Fig. 6. zeigt ein kleines dioptrisches Mikroskop, welches man ein Mal versucht hat, meinem universellen Instrumente gegenüber zu stellen. Ich halte es für unnütz, dieses von Fraunhofer 1816 construirte Mikroskop zu beschreiben; die Zeichnung giebt davon einen hinreichend deutlichen Begriff. Von diesen Mikroskopen werden viele verkauft, denn es giebt Leute genug, welche das Wohlfeile allen andern vorziehen.

Ich habe auch einen Apparat construiert, Fig. 5., welcher sich nicht zu allen Arten von Versuchen eignet, aber als ein vertikales einfaches oder zusammengesetztes Mikroskop dienen kann, denn Hr. Dr. **Donné** rath zu dessen Anwendung bei der pathologischen Untersuchung der Flüssigkeiten *ic.*

Viertes Capitel.

Das Katadioptrische Mikroskop.

Die Unvollkommenheiten des zusammengesetzten dioptrischen Mikroskops mußten gewiß die ersten Beobachter zurückschrecken, indem alle im Verlauf ihrer Untersuchungen beinahe ausschließlich auf den Gebrauch des einfachen zurückkamen. Indessen, wiederhole ich, hatte die Kraft des zusammengesetzten Apparats, sein großes Gesichtsfeld, diese eifrigen Forscher verführt; sie hatten schon genug gesehen, um alle ihre Bemühungen auf die Bervollkommnung eines solchen Mittels zur Untersuchung zu richten. Während einer der Stillstandsperioden, die ich in den historischen Untersuchungen angeführt habe, sah man plötzlich die Idee einer neuen Zusammensetzung auftauchen, weil man die Schwierigkeiten nicht besiegen konnte, so hatte man das System

gewechselt. Man schreibt Newton die Erfindung des katadioptrischen Mikroskops zu, der, nach dem Dr. Brewster, den Plan dazu 1679 dem Dandenburgh angegeben haben soll. Wenn ich auch die Wahrheit dieser Thatsache zugebe, so glaube ich doch nicht, daß diese Mikroskope früher verfertigt und angewandt wurden, als nach den Spiegelteleskopen, und man weiß, daß der erste dieser Apparate das Werk J. Hadley's war, der es 1723 der Königlichen Societät zu London vorlegte; ein Spiegelteleskop nach den seit 50 Jahren unberücksichtigt gelassenen Principien Newton's ausgeführt.

Der Dr. Robert Baker scheint der erste Verfertiger des Reflections-Mikroskops gewesen zu sein; nach ihm kam 1738 der Dr. Smith, welcher seinen Apparat verbesserte. Es scheint auch, als wenn Wilh. Herschel zu Bath, gegen 1774, mehrere Reflections-Mikroskope nach Smith's Manier verfertigt hätte. Mehrere Jahre nachher ist das Reflections-Mikroskop ganz vernachlässigt, und ich will deshalb auch die Geduld des Lesers nicht durch eine detaillirte Geschichte dieses Apparates ermüden. Ich füge nur noch hinzu, daß die Hrn. Potter, Amici, Tully, Goring, Euthbert, Brewster u. in verschiedenen Zeiten Versuche machten, woraus mehrere Instrumente hervorgingen; allein besonders unter den Händen des Prof. Amici und des Dr. Goring ist das katadioptrische Mikroskop zu seinem Culminationpunkte gelangt. Fig. 8. Taf. 2. zeigt den Weg der Strahlen in dem katadioptrischen Apparate Amici's.

mm der elliptische reflectirende Metallspiegel, welcher am Ende des Tubus befestigt ist. bb zweiter Planspiegel von Metall ⁴²⁾, dessen Oberfläche unter einem Winkel von 45 Grad gegen den ersten Spiegel geneigt ist. c, d das Ocular. Die von dem in r befindlichen Objecte ausgehenden Strahlen werden von dem Spiegel b, b gegen den Hohlspiegel mm' geworfen, welcher sie wieder zurückwirft, und sie sich hinter dem kleinen Spiegel bb convergiren und kreuzen läßt, worauf sie ins Ocular kommen. Es ist unnöthig, das Weitere der Theorie zu geben, welche gänzlich der des dioptrischen Mikroskops gleich ist. Dieses ist die optische Partie; von der mechanischen will ich keine Beschreibung geben, welche, wenn auch sonst sehr sinnreich, doch meiner Meinung nach mit Vortheil durch die meines universellen Apparates ersetzt wird. Fig. 8. Taf. 4. zeigt mein, in das katadioptrische, von Goring verbesserte, des Amici umgewandelte Mikroskop. Man braucht nur an dem Ende des Körpers R das Stück 1, 1' anzubringen, welches die beiden Spiegel enthält. 2, Reflector zur Beleuchtung undurchsichtiger Körper. 3, 3, Rohr, bestimmt den Objectträger der Oeffnung des Objectivs des Mikroskops zu nähern. Dieses Mikroskop müßte ganz und gar vollkommen sein; denn nach der Theorie fällt die sphärische Aberration und Refrangibilität weg. Aber nichts destoweniger, die Erfahrung hat gelehrt, daß es ausnehmend schwierig ist, gute Reflectoren zu machen; bald zeigt die plane Oberfläche, bald die krumme

⁴²⁾ Hadley gebrauchte nach Newton's Anweisung Glaspiegel zu seinen ersten Teleskopen; aber er nahm bald wahr, daß die doppelte Reflexion, welche durch die zwei Oberflächen des Glases entsteht, die Reinheit der Bilder verdirbt, und entschloß sich daher, Metallspiegel zu verfertigen.

Unregelmäßigkeiten und ist man auch dahin gekommen wie Amici, ein gutes Instrument fertig zu bringen, so kommt noch ein neues Hinderniß, welches der Vergrößerungskraft Grenzen setzt.

Bei seinem Apparate kann man die Vergrößerung nur mittelst der Oculare vermehren, wodurch wieder ein großer Lichtverlust herbeigeführt wird, besonders wenn man mit sehr starken Vergrößerungen operiren will. Hr. Amici wurde gewiß von diesen Uebelständen so zurückgeschreckt, daß er die Verbesserung des Reflections-Mikroskops ganz aufgab, sobald man dahin gekommen war, die Linsen des dioptrischen Mikroskops zu vervollkommen.

Der Dr. Goring machte mit dem Instrumente von Amici viele Versuche und erkannte die großen Unvollkommenheiten. Der Focus des Hohlspiegels war zu lang, der zu breite Planspiegel verschluckte einen großen Theil des Lichts, ehe es auf den Hohlspiegel geworfen wurde; seine großen Dimensionen hatten außerdem den Uebelstand, eine zu große Quantität Lichtstrahlen gegen die Netzhaut zu werfen, wodurch in der Mitte der Bilder ein Nebelfleck entstand, und endlich war die Anordnung des mechanischen Theils ein neues Hinderniß, welches die Beobachtungen oft hemmte.

Hr. Goring gab sich mit Hrn. Euthbert an's Werk und brachte mit demselben einen Apparat zusammen, den er »Horizontal Achromatic and Amician reflecting engiscope« nannte.

Das neue Instrument hatte 6 Serien von Objectivreflectoren, das Mechanische und der Zubehör desselben waren verändert, mit einem Worte, die Wirkungen dieses Mikroskops waren wirklich bemerkenswerth; indessen ist es selbst von dem Erfinder nicht weiter gebraucht. Der Grund ist ganz einfach. Zur Zeit, als man an der Achromatisirung der kleinen Objectiv-Linsen verzweifelte, wandte man sich mit Begierde auf das katadioptrische Mikroskop, und im Vorbeigehen gesagt, dieser Eifer war es hauptsächlich, wodurch die Fortschritte der dioptrischen Instrumente verzögert wurden. Aber sobald die letzten ihren Zepter wieder ergriffen hatten, und man wahrnehmen konnte, daß sie ihn behalten würden, warf sich der ganze Eifer, den man für das katadioptrische Mikroskop gezeigt hatte, auf dessen Gegner, aber für dies Mal wechselte er nicht wieder. Das katadioptrische Instrument war aus der Machtlosigkeit und Entmuthigung hervorgegangen, das dioptrische, so wie es jetzt ist, beweiset evident, daß der Muth zurückgekehrt und die Kunst neue Kräfte in dieser Zeit der Ruhe erlangt zu haben scheint. Dem, was ich schon gesagt habe, will ich nur noch zufügen, daß das katadioptrische Mikroskop sehr schwierig zu verfertigen ist; der beste Beweis, den man davon geben kann, ist der, daß Euthbert, welcher für einen sehr geschickten Künstler in diesem Fache gilt, nur wenige solche Instrumente verfertigt hat, und daß von den 6 Serien Reflectoren er nicht mehr als die ersten 3 oder 4 zu Stande bringen konnte, weil sein Gesicht schwach ist und er nicht wagte, es seinen Gehülften anzuvertrauen. Dieser Apparat ist schwer zu regieren, die Objecte sind dem Tubus zu nahe und bei starken Vergrößerungen muß man sie in die Oeffnung selbst bringen. Für undurchsichtige Körper ist das dioptrische Mikroskop auch viel besser; endlich sind die Spiegel sehr der Drydation unterworfen. Wenn man das gelesen, was Hr. Goring selbst davon geschrie-

ben hat, so wird man kaum wagen, mit einem Pinsel den Staub abzuwischen, welcher sich darauf gelegt hat; ereignet es sich gar, daß es auseinandergenommen werden muß, so gestehe ich, es gehört viel Muth dazu und besonders, wenn das Instrument in schlechtem Stande ist.

Die Spiegelteleskope sind gänzlich in Vergessenheit gerathen; den katioptrischen Mikroskopen steht kein besseres Schicksal bevor.

Fünftes Capitel.

Von der Beleuchtung.

Der mikroskopischen Beobachtung gebührt unter allen, große Sorgfalt verlangenden Untersuchungen der Natur, gewiß mit Recht der erste Platz; wer jemals sich mit mikroskopischen Nachforschungen beschäftigt hat, wird von dieser Wahrheit überzeugt sein. Lange Zeit hat man die mikroskopischen Entdeckungen für nichts als Täuschungen gehalten; hat man nicht gesehen, wie die ausgezeichnetsten Gelehrten die Circulation des Blutes, die des Pflanzensaftes, die Existenz der Samenthierchen und der Krähmilbe (*acarus scabiei*) geläugnet haben, Dinge, welche man jetzt so genau kennt; auf der andern Seite, machten geschickte und unermüdete Beobachter täglich neue Entdeckungen und bewiesen den Nutzen und die Genauigkeit des Instruments. Solche verschiedene Meinungen konnten vormals wol aufgestellt werden. Gegenwärtig, wo die mikroskopische Wissenschaft zu einem so hohen Grade von Vollkommenheit gelangt ist, weiß man sehr wohl, daß die Genauigkeit der Beobachtungen hauptsächlich von 3 Fundamentalbedingungen abhängt: 1) Ein gutes Instrument. 2) Die Zubereitung der Objecte. 3) Passende Beleuchtung. In der Nichtbeobachtung dieser Regeln muß man die Hauptquelle der Irrthümer suchen.

Beinahe in allen Mikrographien findet man ein besonderes Capitel der Beleuchtung gewidmet; die Schriftsteller haben sich nicht darauf beschränkt, Rath zu geben, wie man das Licht vertheilen soll, nein, sie haben auch noch besondere Verfahrensarten angegeben, und die geschicktesten Physiker haben ihren Tribut zu dieser wichtigen Frage, um welche es sich auch jetzt noch handelt, geliefert. Dem Beispiele meiner Vorgänger will ich folgen. Geleitet durch ihre Arbeiten, ohne meine eigenen Erfahrungen dabei zu vernachlässigen, hoffe ich eine genaue Geschichte der ursprünglichen Beleuchtung, der Modificationen, denen man sie unterworfen, und der verschiedenen Verfahrensarten geben zu können, welche man in unserer Zeit in Vorschlag gebracht hat. Um dahin zu gelangen, das Licht wohl dirigiren zu können, muß man sowohl seine Eigenschaften, als auch die Modificationen, welche es erleiden kann, kennen lernen, und ich gebe deshalb den Rath, mit Aufmerksamkeit die am Anfange dieses Werks befindlichen optischen Bemerkungen zu studiren. Die verschiedenen Eigenschaften, die dem Mikroskope zu unterlegenden Objecte machen ebenfalls Abwechselungen des Lichts erforderlich; nach einander wollen

wir die Beleuchtung der durchsichtigen und undurchsichtigen Körper vornehmen, und die Trennung in diese beiden großen Abtheilungen wird uns vor Verwirrung bewahren. Es ist unnöthig, die Beleuchtung des einfachen Mikroskops von der des zusammengesetzten zu trennen, was für das eine Instrument gilt, gilt auch für das andere, und wenn es Ausnahmen giebt, so wird der Leser auch diese nicht vermissen, da ich mich stets bestrebe, meinen Beschreibungen die erforderliche Genauigkeit zu geben.

§. 1.

Von der Beleuchtung durchsichtiger Objecte.

Die Durchsichtigkeit der, der mikroskopischen Prüfung zu unterwerfenden Körper ist in hohem Grade verschieden; einige sind vollkommen durchscheinend, andere fast undurchsichtig. Man begegnet bei denselben Körpern Theilen, welche vollkommen durchsichtig, und andern, welche es bedeutend weniger sind, oder kurzweg alle erdenklichen Grade der Durchsichtigkeit können bei solchen Körpern vorkommen.

Man muß aber auch nicht vergessen, daß selbst die undurchsichtigsten Körper durchsichtig gemacht werden können, indem man sie einer gewissen Zubereitung unterwirft. Das Gold z. B. ist nicht im Geringsten durchsichtig, in dünne Blättchen geschlagen, läßt es das Licht durch; Steine, Holz u. s. w. befinden sich in demselben Falle; gewisse wenig durchsichtige Körper erlangen diese Eigenschaft, indem man sie in gewisse Flüssigkeiten taucht. Aus diesen Umänderungen muß der einsichtsvolle Beobachter die größten Vortheile ziehen.

Ich will aber demungeachtet der ersten Einrichtung getreu bleiben, dabei jedoch bemerkend, daß unter den durchsichtigen Körpern diejenigen, welche diese Eigenschaft im hohen Grade besitzen, vor denen, die einzelne undurchsichtige Partien zeigen, oder mehr der letzten Kategorie sich zu nähern scheinen, unterschieden werden müssen. Die Form und die Dimensionen eines Objectes können auch noch Modificationen bei dem Operations-Verfahren veranlassen. Eine Fläche, welche das bloße Auge für vollkommen eben hält, scheint unter dem Mikroskope sich gänzlich zu verwandeln und zeigt tausend Nebeneigenschaften, unzählige rauhe Stellen werfen Schatten, bilden dunkle Punkte, und werden erst dann sichtbar, wenn man das Licht ändert.

Man muß dasselbe Object bei verschiedener Beleuchtung betrachten, denn, sagt der Dr. Hooke, bei gewissen Körpern hält es schwer, eine Erhöhung von einer Vertiefung, einen Schatten von einem schwarzen Punkte zu unterscheiden, zuweilen kann eine Partie weiß zu sein scheinen, und dieses Ansehen rührt doch nur von einem Spiele des Lichtes her. Auch muß man bemerken, daß gewisse Körper sich in einem Lichte verlieren, welches kaum hinreicht, andere Körper zu beleuchten.

Wir haben jetzt 3 Methoden zur Beleuchtung durchsichtiger Körper:

1. Directes Licht.
2. Gebrochenes Licht.
3. Reflectirtes Licht.

Die ersten Beobachter verstanden nicht, dem Lichte zu gebieten, weil

ihnen die Kenntnisse davon mangelten, welche wir gegenwärtig besitzen; nur die directe Beleuchtung wurde ausschließlich angewandt, indem sie das Instrument gegen einen mehr oder minder leuchtenden Punkt kehrten und ihre Untersuchungen verfolgten. Wilson brachte bei seinem Taschenuikroskope ein Converglas an, um die Strahlen auf dem Objecte zu concentriren. Ich bemerke noch, daß er über diesen Lichtsammler Platten mit veränderlichen Oeffnungen anbrachte, um das Licht zu moderiren, mit einem Worte, wahre Blendungen (Diaphragmen). Eine wichtige Verbesserung dieses Mikroskops war die Anwendung eines unter der Converlinse angebrachten Hohlspiegels zur Erleuchtung durchsichtiger Körper. Mit wenigen Worten ist dieses ein Beispiel der Beleuchtung auf alle 3 Arten. Man macht aber nicht allein Gebrauch vom natürlichen Lichte, sondern man bedient sich auch des künstlichen, von einer Lampe oder Kerze gelieferten Lichtes; letztere geben ein flackerndes Licht, welches den Beobachter zu sehr ermüdet und der Untersuchung schadet. Einige Mikrographen ziehen dieses Licht vor, und in einzelnen Fällen bietet es gewiß große Vorzüge dar. Weiter unten werden wir sehen, welche Versuche man gemacht hat, um das künstliche Licht in Anwendung zu bringen.

Jetzt wollen wir nun die verschiedenen Arten, die Beleuchtung bei unsern Apparaten anzuwenden, auseinandersetzen; das reflectirte Licht soll den Anfang machen, weil es das am meisten angewandte ist. —

Das Zimmer, worin man seine Beobachtungen machen will, muß wo möglich nur durch ein einziges Fenster erleuchtet sein; sind deren zwei oder mehrere vorhanden, und besonders wenn sie einander gegenüber sind, so müssen die übrigen durch Fensterladen oder dichte Vorhänge verschlossen werden. Der Tisch, worauf das Instrument gestellt wird, muß im dunkelsten Theile des Zimmers stehen, und der Spiegel gegen das Fenster gerichtet werden. Alle diese Vorsichtsmaßregeln sind nothwendig, um den Zutritt des Seitenlichts zu den Objecten, dem Spiegel und dem Auge des Beobachters zu verhindern. Man hat verlangt, daß in den meisten Fällen man sich nicht des direct durch das Gewölk reflectirten oder gebrochenen Lichts bedienen sollte, aber so viel als möglich der secundair, von einer dem Fenster gegenüberstehenden weißen Wand reflectirten Strahlen. Diesen Grundsatz kann ich nicht so ganz annehmen; wir werden sehen, daß das Sonnenlicht zuweilen sehr nützlich sein kann; andere Schriftsteller, welche es geradezu verwerfen, mögen sagen was sie wollen. Um auf den reflectirenden Spiegel nicht mehr Licht zuzulassen als erforderlich ist, hat man auch sehr richtig den Vorschlag gemacht, das Fenster durch Laden vollständig zu verschließen und eine runde Oeffnung anzubringen, wodurch die Lichtstrahlen zugelassen werden. Einen ähnlichen Effect erhält man, wenn man das Mikroskop mit einer Art von Schirm oder Wand umgiebt, welche dem Spiegel gegenüber mit einem Loche versehen ist. Man sieht, es handelt sich darum, auf den Spiegel nur directe Strahlen zu lassen; denn in der That, wenn man Strahlen von allen Seiten zuläßt, wird das Bild weniger rein und das deutliche Sehen fast unmöglich.

Wendet man künstliches Licht an, so muß man die Lampe mit einem parabolischen Reflector umgeben, welcher die Strahlen auf den Spiegel

(Die Mikroskope.)

wirft und verhindert, daß sie sich nicht nach andern Punkten zerstreuen können.

Jetzt handelt es sich nun noch um die Stellung des Spiegels. Wenn das Licht direct einfällt, so muß der Spiegel mit demselben einen Winkel von ungefähr 45 Graden machen, und darf weder zur Linken noch zur Rechten geneigt sein, als nur unter gewissen Umständen, welche erklärt werden sollen. Man bringt das Auge an's Ocular, und nach einigen Versuchen wird man finden, wie der Spiegel gestellt werden muß, um alle Lichtstrahlen auf das Object zu werfen. Einige Personen können ein Auge nicht geschlossen haben, ohne eine große Ermüdung zu verspüren; auch kommt es bei der horizontalen Stellung des Instruments vor, daß das Licht auch durch die Augenlider auf das Auge einen Eindruck hervorbringt. Zu diesem Zwecke hat man eine Brille vorgeschlagen, worin nur ein schwarzes Glas befindlich, welches vor das zu schließende Auge gebracht wird; für solche, welche Brillen zu tragen gewohnt sind, mag dieses Mittel gut sein, sonst ziehe ich den Schirm des Amici vor; dieser ist eine schwarz angestrichene Pappscheibe, in der Mitte mit einem Loche versehen, wodurch das Ocular kommt, an welchem der Schirm befestigt wird. Diese Vorrichtung hat den doppelten Vortheil, daß dadurch der Eindruck des Lichts auf beide Augen vermieden wird. Die Bemerkung scheint mir von Wichtigkeit zu sein, daß man bei Anwendung des künstlichen Lichtes die Entfernung der Lampe vom Spiegel der des Letzten vom Objecte gleich macht; ich habe immer gefunden, daß dieses Mittel die vollkommenste Beleuchtung hervorbringt. Bei dem natürlichen Lichte kann diese Vorschrift keine Anwendung finden. Ist man dahin gelangt, die Strahlen auf dem Objecte zu concentriren, so ist es noch wichtig, alle Theile des Beleuchtungsapparates in gehörige Ordnung zu bringen. Ist ein Object sehr durchsichtig und dabei sehr klein, so wird eine zu große Quantität Licht, statt es mehr zu erleuchten, es beinahe unsichtbar machen. Mittelft der veränderlichen Blendungen Fig. 44. und 45. Taf. 1. kann man das Licht mildern; man läßt die verschiedene Deffnung unter dem Objecte nach und nach vorübergehen, und wird bald die beste finden. Nothwendig ist es hierbei, die Objectplatte etwas zu verändern, denn der Focus der Linsen erleidet eine der mehr oder minder starken Beleuchtung proportionale kleine Veränderung. Wenn das Object sehr durchsichtig ist und eine große Oberfläche hat, so muß man den Theil, welcher die Blendung trägt, herunterschieben, um dem Lichte einen größern Durchgang zu geben; zuweilen legt man auch auf den Spiegel eine Scheibe weißes Papier, oder Gips, welche auf das Object ein sehr sanftes Licht reflectirt. Auch mit einem Stück geölten Papier kann man den Spiegel bedecken. In frühern Zeiten legte man auf den Spiegel Kreise von Papier oder Metall, deren Deffnungen mehr oder minder groß waren; unsere veränderlichen Blendungen haben dieses Mittel außer Gebrauch gesetzt. Meine Spiegel sind doppelt, auf der andern Seite des Hohlspiegels befindet sich ein Planspiegel, welcher, wenn eine zu große Helligkeit schädlich ist, auf das Object parallele oder divergirende Strahlen wirft, dabei aber doch mehr Helligkeit giebt als weißes Papier.

Später werden wir sehen, daß der Planspiegel in Verbindung mit paß-

lich angebrachten Linsen, ein neues Erleuchtungsmittel giebt. Wenn das Object mehr oder minder dicke Theile darbietet, Erhöhungen u. dgl., muß die Intensivität der Beleuchtung vermehrt werden. Will man hervorragende Streifen, Härchen, Wärzchen, unterscheiden, so drehet man den Spiegel ein wenig rechts oder links, um ein schräges Licht hervorzubringen, welches Schatten erzeugt, wodurch sich auch die schwächsten Hervorragungen verrathen. Ich habe oft Hrn. Schults bei seinen Untersuchungen Hülfe geleistet, und dieser geschickte Beobachter überraschte mich durch seine Manier, den Spiegel zu bewegen, den er sehr oft nach allen Richtungen drehete. Ich konnte nicht begreifen, daß diese Beweglichkeit ihm sollte erlauben, die Objecte schärfer zu sehen, und doch bewies er mir es, daß diese verschiedenen Eindrücke des Lichts die Nachforschung bedeutend erleichtern, indem sie verschiedene Brechungen im Innern der durchsichtigen Objecte, oder über alle Punkte des Gesichtsfeldes und die verschiedenen Seiten des unter dem Mikroskope befindlichen Körpers gehende Schatten hervorbringen. Man wird hiernach einsehen, daß je nachdem das Object verschiedene Eigenschaften hat, man auch eine Verschiedenheit in der Beleuchtung eintreten lassen müsse, und daß man als Grundregel annehmen müsse: Je durchsichtiger ein Körper ist, desto weniger Licht braucht er. Dasselbe gilt von dem weissen Licht, oder überhaupt stark reflectirenden Körpern. Dieses führt uns jetzt darauf, vom Sonnenlicht zu reden. Wenn man die unendlich kleinen Körper, oder die Details eines Objects, dessen allgemeine Beschaffenheit man schon kennt, studiren will, so bedarf man der kräftigsten Vergrößerungen; es steht aber die Intensität des Lichts immer im umgekehrten Verhältnisse mit der Vergrößerungskraft, die zur Erleuchtung eines Objects bei 200facher Vergrößerung erforderliche Quantität Licht ist nicht mehr für dasselbe Object bei tausend- oder mehrfacher Vergrößerung.

Es ist klar, daß man unter solchen Umständen oft das lebhafteste Licht nöthig hat, und das sind die Sonnenstrahlen. Wenn Schriftsteller ganz und gar das Sonnenlicht verwerfen, so kommt das daher, daß sie die Sache nicht aus demselben Gesichtspunkte betrachtet haben, d. h. daß sie nicht berücksichtigt haben, daß es immer möglich ist, auch das intensivste Licht zu mildern, indem man dabei doch noch eine hinreichende Kraft ihm läßt, um die kleinsten Körper rein zu geben. Das Sonnenlicht kann alle Beleuchtungsarten, welche die Helligkeit zu vergrößern bestimmt sind, ersetzen, wenn man von sehr scharfen Linsen Gebrauch macht; aber diese starken Strahlen ermüden das Sehorgan, und solche Beobachtungen würden dessen Kraft schwächen. Mit Hülfe eines gefasteten Stückes farbigen Glases, welches man nach Belieben unter die Linsen schrauben kann, habe ich schöne Effecten erlangt, und dabei die Gefahren vermieden, welche die Anwendung der Sonnenstrahlen haben könnte. Die Erfahrung lehrt auch bald, daß es nicht sehr vernünftig sein würde, sich eines solchen so wichtigen Mittels zur Nachforschung zu berauben. Man kann mehrere solcher farbigen Gläser unter die Linsen schrauben und durch Veränderung ihrer Zahl oder Farbe die Beleuchtung vermehren oder vermindern. Die für das natürliche Licht angegebenen Vorsichtsmaßregeln gelten auch für künstliches Licht. Was die Beleuchtung mit Hülfe des direc-

ten oder gebrochenen Lichtes betrifft, so ist dabei weiter kein Unterschied, als in der Manier die Lichtstrahlen aufzufangen.

Für directes Licht richtet man das Objectivende des Instruments gegen das Fenster, die Lichtstrahlen fallen dann auf das Object; wählt man die Lampe, so muß diese dem Objectträger so nahe als möglich gebracht werden; man kann sie bei der Untersuchung der in meine Glaskapseln eingeschlossenen Objecte, und immer wenn man kein sehr lebhaftes Licht nöthig hat, gebrauchen. Wollte man die Intensität vermehren, so muß man wieder zur Beleuchtung durch Refraction zurückkehren und statt des Hohlspiegels eine Loupe, oder ein System von Linsen nehmen, welche das Licht brechen und auf dem Objecte vereinigen; auch die gefärbten Gläser können hierbei Anwendung finden.

Die Beleuchtung durch Reflection bleibt doch die am gewöhnlichsten angewandte, und auf diese Methode beziehen sich alle Veränderungen und alle mehr oder minder glücklichen Erfindungen, welche man in den verschiedenen Zeiten in Vorschlag gebracht hat.

Den ersten wichtigen Versuch in einer Modification der Beleuchtung wurde vom Dr. Brewster 1820 gemacht; er stellte zuerst das Princip auf, daß allemal, wenn man ein sehr lebhaftes Licht haben wolle, man nur gleichartige Lichtstrahlen anwenden müsse, und um diese zu erhalten, zeigte er zwei Wege an: die Zerlegung mit Hülfe des Prisma's und gefärbte Gläser. In derselben Zeit beschrieb dieser Gelehrte eine neue Art der Beleuchtung, angewandt auf Sonnen- und Lampenmikroskope. Die großen Mängel, sagt er, welche diesen Mikroskopen noch ankleben, haben ihre Quelle in der unvollkommenen Beleuchtung. Das von Aepinus gelehrt, und beinahe von allen Optikern angewandte Verfahren ist gut, bis auf einen gewissen Punkt; es besteht darin, die von einem Planspiegel reflectirten Strahlen mittelst einer Linse zu concentriren. Wenn aber das Licht nur aus einer einzigen Direction kommt, so ist die Oberfläche des beleuchteten Object's mit dichten Schatten bedeckt, und die Intensität der Beleuchtung vollkommen unzureichend, wenn man starke Vergrößerungen gebrauchen will. Sir Dr. Brewster schlug deshalb vor, das Sonnen- oder Lampenlicht durch 4 mit eben so vielen Linsen versehene Oeffnungen eintreten zu lassen, um dadurch zu erlangen, daß das Object durch 4 aus verschiedenen Punkten kommende Lichtkegel erleuchtet wird; man könne dann nach Belieben eine oder mehrere Oeffnungen schließen, um die Beleuchtung zu mildern. Diese Methode hat eben keinen Eingang gefunden, und man kann auch nicht wohl ihre Vortheile einsehen; wir wollen deshalb 10 Jahre überspringen, um zu einem Werke Wollaston's, dessen mächtiger Erfindungsgeist auf dem Wege der Vervollkommnungen beständig glänzt, zu gelangen. In seinem Memoire über die mikroskopischen Doubletten (Phil. trans. 1829) schreibt dieser unermüdlche Philosoph:

» Bei der Beleuchtung der mikroskopischen Objecte ist alles Licht, welches concentrirt und gegen das Auge dirigirt wird, mit Ausnahme dessen, welches die Objectiv-Linsen unvermeidlich gebrauchen, immer dann dem scharfen Sehen hinderlich, wenn es demselben nicht zu Hülfe kommt.«

»Ich habe gesucht, in einem correspondirenden Focus auf der Fläche der Objecte so viel Licht zu vereinigen, als durch einfache Mittel möglich zu machen war. Zu dieser Absicht habe ich mich mit Erfolg eines Planspiegels, um das Licht zu dirigiren, und um es zu condensiren einer planconveren Linse, deren Plansseite gegen das Object, welches ich beleuchten wollte, gekehrt war, bedient.«

Hier folgt die Beschreibung des Apparats, zu welchem die Doublette paßt, wovon im Capitel über das einfache Mikroskop die Rede gewesen ist.

»T, U, B, E, Fig. 46. Taf. 1. ist ein Rohr von ungefähr 6 Zoll Länge und einem hinreichenden Durchmesser; um alle Reflection falschen Lichts, welches seine Wände geben, auszuschließen, ist die beste Manier, das Rohr inwendig schwarz zu machen. Oben im Innern dieses Rohrs, etwas nach unten zu befindet sich eine planconvexe Linse E, T, oder eine so zusammengesetzte Linse, daß sie die möglichst geringste Aberration giebt; ihr Focus beträgt etwa $\frac{3}{4}$ Zoll, die Plansseite ist gegen das Object gekehrt. Am untern Theile des Rohrs ist ein rundes Loch A befindlich von ungefähr 0,3 Zoll Durchmesser, mit der Bestimmung, das von dem Planspiegel R in die Höhe geworfene Licht zu begrenzen, wodurch in dem Focus a ein reines Bild der Deffnung A erhalten wird; derselbe liegt etwa 0,8 Zoll von der Linse ET und in der Ebene des Objects.«

»Man kann auch ein wenig die Länge des Rohrs und die Entfernung der Converlinse von der Deffnung verändern. Die Länge von 6 Zollen, welche ich hier angegeben habe, scheint mir am besten zur Höhe des Auges über dem Tische zu passen. Das Bild der Deffnung A darf $\frac{1}{10}$ Zoll nicht übersteigen, mit Ausnahme des Falles, wo man eine schwache Vergrößerung anwendet.«

»Die Intensität der Beleuchtung hängt vom Durchmesser der Beleuchtungslinse und dem Verhältnisse des Bildes zur Deffnung ab, welches der Beobachter nach seinem Gefallen ändert.«

». Die Linse ET, oder die Deffnung A, müssen so angeordnet sein, daß man ihre Distanz verändern, und dadurch das Bild der Deffnung in die Ebene, worin das Object sich befindet, bringen kann. Des Abends ist eine gewöhnliche Laterne mit einem Ochsenauge ⁴³⁾ sehr vortheilhaft.«

Ich will nur noch zum Schlusse einige Worte Wollaston's beifügen; der Leser wird mir diese Längen verzeihen, ich hielt sie für unsern Gegenstand schlechterdings nothwendig.

»Angenommen,« sagt Wollaston, »daß die planconvexe Linse in die passende Entfernung vom Objectträger gebracht ist, so führt man allmählich das Bild der Deffnung in die Ebene des Objects, während man von Zeit zu Zeit mit etwas Wachs einen kleinen Metallfaden quer über die Deffnung klebt, und nun beobachtet man, nachdem ein Object auf die Platte gelegt ist, indem man die Distanz der Linse von der Deffnung ändert, ob man Object und Metallfaden zugleich und rein sehen kann.«

⁴³⁾ Ein linsenförmiges, in der Mitte sehr erhabenes, in der Regel auf der Glashütte aus der Hand geformtes, nicht geschliffenes Glas. D. Uebs.

Diese neue Methode erregte eine lebhafte Sensation; der Dr. Goring in seinem *Microscopic illustrations*, Exord. p. 1. London 1830, stellt sie in den Rang der Erfindungen, welche dem Mikroskope einen neuen Weg öffnen und sagt ausdrücklich: daß keine Art der Beleuchtung durch natürliches Licht diese des Dr. Wollaston überträfe.

Der Dr. Brewster veröffentlichte 1831 einen Artikel (*Edinburgh Journal of Science*, new Series n. 11. p. 83), in welchem er von Wollaston begangene Irrthümer angab; aber der gelehrte Physiker stützte seine Kritik auf eine sehr unvollkommene Abbildung in den *Philos. transact.* Man braucht nur das Memoir von Wollaston aufmerksam zu lesen, um sich von der Mangelhaftigkeit der Kupfertafel zu überzeugen. Ich gebe hier auch die Zeichnung, welche sich in der Optik des Dr. Brewster (*Cabinet Cyclopaedia*) befindet. Die Hrn. Potter, Pritchard und der Dr. Goring machten auch Versuche über denselben Gegenstand.

Wir wollen jetzt den vom Dr. Brewster nach Wollaston's Principien construirten Apparat vornehmen.

Es sei m, n Fig. 47. Taf. 1. die ebene Fläche, auf welcher das Object ruht, P, Q, R, S, T ein Rohr von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Länge, inwendig ganz mit schwarzem Sammet überzogen. ST eine in das Rohr gemachte Oeffnung, welche nach allen Richtungen hin beweglich sein muß, in der Art, daß man ihre Neigung gegen die Fläche m, n von 90° , oder der gewöhnlichen Stellung, bis zu 60° oder weniger nach Umständen verändern kann. $ABCD$ ist eine Doublette, die man in England ohne Aberration nennt, deren Focus von $\frac{1}{2}$ bis zu 1 Zoll beträgt; mittelst einer gezahnten Stange, wodurch sie bewegt wird, bringt man den Focus paralleler Strahlen F , oder den Vereinigungspunkt divergirender Strahlen in einen auf der Fläche m, n liegenden Punkt. Etwas niedriger befindet sich der ebene Metallspiegel M, L, N , welcher die durch die Oeffnung ST eintretenden parallelen oder divergirenden Strahlen auf die Doublette $ABCD$ reflectirt. Statt des Metallspiegels nimmt man auch wol ein gutes rechtwinkliges Prisma. Die Lichtflamme wird in S' gebracht; so nahe als möglich vor dem Lichte steht ein Fuß, der einen mit mehreren Löchern von verschiedener Größe versehenen Schirm trägt. Hat man ein sehr lebhaftes Licht nöthig, so condensirt man die Strahlen $S'A', S'B'$ und macht sie parallel mittelst einer andern Doublette ohne Aberration $A'B'C'D'$. Hr. Brewster fügt hinzu, daß man bei diesem Apparate sich eines gleichartigen Lichtes bedienen müsse; wenn man sich dennoch des gewöhnlichen Lichtes bedienen will, so ist es erforderlich, daß die Doubletten $ABCD$ und $A'B'C'D'$ achromatisch sind. Es scheint, daß die Linsen ohne Aberration benannt, diese Eigenschaft also doch wol nicht haben müssen. Um zu vermeiden, daß man weiter nichts vom Felde sieht als den Theil, wo sich das Object befindet, verlangt Hr. Brewster von den Beobachtern unter m, n , nach den Umständen veränderte Blendungen anzubringen. Den Gebrauch des Apparats will ich nicht erklären; es genügt, das Memoire Wollaston's zu verstehen und zu wissen, daß die Beweglichkeit des Tubus P, Q, R, S erlaubt, auf die Fläche m, n eine mehr oder minder schiefe Beleuchtung zu senden.

Es ist auch unnütz, von dem monochromatischen Lichte, welches Dr. Brewster vorgeschlagen hat, zu reden; diese Manier, welche die Intensität des Lichts zu schwächen scheint, ist vorzüglich für nicht achromatische Mikroskope anwendbar, und gehört nicht zu unserm Gegenstande. Ich will nun nur noch von der von Goring an dem Apparate des Wollaston angebrachten Modification reden. Er stellt im Anfange fest (*Microscopic cabinet*, pag. 169), daß, um sich mit Vortheil dieser Beleuchtung zu bedienen, man divergirende Strahlen anwenden müsse, und wenn das Object Streifen zeigt, so müsse es ein wenig aus der Axe gebracht werden, wodurch es folglich schiefe Strahlen erhält. Hierzu genügt es, den Support in die Höhe zu heben, dergestalt, daß das Object unter den Focus der Linse gebracht wird. Pritchard rieth auch noch für die obere Oeffnung eine Blendung an.

Fig. 48. Taf. 1. zeigt das Instrument des Dr. Goring. CD ist ein Rohr, I eine Linse und S eine Blendung von etwa 0,1 Zoll, im Focus der Linse. Pritchard bringt in D eine zweite Blendung, welche er für nützlich hält, wenn man sehr feine Objecte untersucht.

Am 17. September 1838 legte Hr. Dujardin der Akademie der Wissenschaften einen Apparat zur Beleuchtung durchsichtiger Objecte vor. Hr. Dujardin ist von demselben Principe ausgegangen als Wollaston und Brewster; der Zweck seiner Zusammenstellung ist, daß der Focus der Lichtstrahlen genau auf das Object fällt. Für unsere jetzigen Mikroskope ist das von einem Spiegel reflectirte Licht hinreichend. Beim Studium der am meisten schwierigen Körper, welche man *Test objects* benannt hat, ist man oft genöthigt, Schatten hervortreten zu lassen, um die Details genau zu unterscheiden; außerdem erhält man eine sehr intensive Beleuchtung, indem man das mehr oder minder durch meine farbigen Gläser gemilderte Sonnenlicht anwendet. Wenn man einst die Kraft des Mikroskops noch vergrößern sollte, wird es auch nöthig werden, die Beleuchtung in eben demselben Maße zu vermehren; aber so wie es jetzt ist, ziehe ich das gewöhnliche Verfahren vor. Dieser lebhafte Schein hat traurige Folgen, und ich könnte einen Beobachter nennen, der wegen Benutzung dieser das Gesichtorgan zerstörenden Mittel sich zu einer langen Unthätigkeit verdammen mußte. In einem Memoire über die niedern Organismen, erschienen im April 1836, schrieb Hr. Dujardin:

»Um allen Einwürfen, welche man aus den, von Hrn. Ehrenberg den Mikroskopen des deutschen Optikers Pistor zuerkannten Vorzügen, vor denen von Tag zu Tag vervollkommneten des Hrn. Charles Chevalier herleiten könnte, zu entgegnen, und die Güte des Instruments, dessen ich mich bediene, zu beweisen, habe ich auch geglaubt, noch ein langes peitschenförmiges Filament anführen zu müssen, welches ich bei sehr vielen Infusorien wahrgenommen habe, wo er es nicht einmal vermuthet hat. Dieses beweiset auch in der That genügend, daß meine Verneinung wegen der Eingeweide nicht auf der Unvollkommenheit meiner Mittel zur Erforschung beruht.«

Weiter unten heißt es von diesem Filamente:

». Mit einer Vergrößerung von 300 habe ich es auf das deutlichste in einem neuen Mikroskope von Hrn. Ch. Chevalier gesehen.«

Die Lobeserhebungen, wofür ich Hrn. Dujardin aufrichtigst danke, zur Seite gesetzt, bemerke ich nur, daß dieser ausgezeichnete Naturforscher keine besondere Beleuchtung nöthig gehabt hat, um deutlich jenes Filament der Infusorien zu sehen, und gewiß mit Grund, weil dasselbe bis auf diesen Augenblick, wo man angefangen, wahrhafte Mikroskope zu machen, unentdeckt geblieben ist.

Anderweitig, wiederhole ich, sind es die zartesten Objecte und Details von größter Feinheit, welche oft einer gemäßigten Beleuchtung bedürfen, während voluminösere Objecte genug Licht erhalten, weil die Linsen, die man zu ihrer Untersuchung anwendet, weniger scharf sind und eine weite Deffnung haben.

§. 2.

Von der Beleuchtung undurchsichtiger Objecte.

Da ich im vorhergehenden Paragraphen mich so sehr ins Einzelne eingelassen habe, so kann ich diesen bedeutend abkürzen.

Die undurchsichtigen Körper fangen die von dem Spiegel reflectirten Lichtstrahlen auf und verhindern, daß sie ins Auge gelangen können; indessen sind diese Körper für den Beobachter nicht weniger interessant als die durchsichtigen, und man hat deshalb Mittel gesucht, sie im Mikroskope sichtbar zu machen, indem man ihnen eine angemessene Beleuchtung verschaffte. Es ist schon gesagt, daß, um dieses zu bemerkstelligen, man das directe, das reflectirte und das gebrochene Licht in Anwendung gebracht hat. Das directe Licht war nothwendig das erste Mittel, welches sich dem Geiste darbieten mußte, aber eben sowohl als das gebrochene Licht wirkte es nur von einer Seite des Objectes, und da im zusammengesetzten Mikroskope man die Körper in einer umgekehrten Lage sieht, kann die Versetzung der Schatten und Lichter die schlimmsten Täuschungen hervorbringen, wogegen auf der andern Seite solches Seitenlicht oft nothwendig ist, z. B. wenn man gestreifte oder mit Erhöhungen, Haaren u. dgl. bedeckte Körper untersuchen will.

Um ein undurchsichtiges Object direct zu beleuchten, braucht man das Instrument nur so zu stellen, daß das Object dem Lichte eines Fensters, oder besser den Lichtstrahlen, welche durch eine enge Deffnung kommen, ausgesetzt wird, oder noch besser wenn man es durch eine dem Objecte ganz nahe gestellte Lampe beleuchtet, jedoch mit der Anordnung, daß das Auge des Beobachters nicht von dem Lichte angegriffen wird. Das erste Verfahren ist nützlich, um mit den schwächern Vergrößerungen die Farbe und die äußere Gestalt gewisser Körper zu erkennen. Um Licht durch Brechung auf einen Punkt, worin das Object sich befindet, zu concentriren, bedient man sich einer planconveren Linse, welche man so stellt, daß auf dem Objecte ein reines Bild des leuchtenden Punktes, woher die Strahlen kommen, entsteht.

Lieberkühn, 1740, brachte die vollständigste Beleuchtung mittelst eines aufs schönste polirten silbernen Hohlspiegels zu Stande, in dessen Mitte die Linse saß und deren beide Foci mit einander correspondirten. Gegenwärtig befolgen wir dieselbe Methode, allein unsre Reflectoren sind von Glas und man hat keine Drydation derselben zu befürchten; zuweilen trennen wir

die Linse vom Spiegel, welcher an einer Stange angebracht ist und nach Belieben bewegt werden kann, so daß er ein mehr oder minder intensives Licht giebt und mit allen Linsen gebraucht werden kann, mit Ausnahme der schärfsten, bei denen die erste Anordnung vorzuziehen ist.

Setzt das Uebrige der Verfahrensart.

Man nimmt das Stück, welches die Blendungen trägt, hinweg, um zu der Objectplatte eine große Oeffnung zu lassen; der mit seiner Linse versehene Reflector wird am Objectivende des Mikroskops angebracht und der innere Spiegel so geneigt, daß er die in diese Oeffnung kommenden Lichtstrahlen reflectirt. Auf dem Hohlspiegel angekommen, werden die Strahlen von neuem reflectirt und vereinigen sich in dessen Focus, in derselben Ebene, worin sich das Object befindet. Um das Object im Focus der Linse zu erhalten, wendet man vortheilhaft den kleinen Fig. 6. Taf. 4. dargestellten Apparat an.

Wenn das Object sehr glänzende Stellen hat, muß die Beleuchtung vermindert werden, sei es durch Bedeckung des untern Spiegels mit geblötem Papier oder weißem Pappdeckel, oder durch Anwendung eines beweglichen Reflectors, welcher die Veränderung des Focus gestattet, wodurch ein mehr oder minder breiter Theil des von den convergirenden Strahlen gebildeten Kegels auf das Object fällt. Man kann auch den mittelst einer gezahnten Stange beweglichen untern Spiegel erheben oder senken, oder endlich sich eines Planspiegels bedienen. Künstliches Licht ist immer bei undurchsichtigen Körpern vorzuziehen. Diese Art von Beleuchtung gestattet nicht den Gebrauch der sehr starken Linsen, weil bei den ansehnlichen Vergrößerungen das Licht geschwächt ist und man immer einen gewissen Raum zwischen Object und Objectiv behalten muß. Dieser Zwischenraum ist vor allen Dingen nothwendig, wenn man directes oder mittelst einer Loupe gebrochenes Licht gebraucht. Das künstliche Licht hat auch noch den Vortheil, daß es vom untern Spiegel mehr oder weniger entfernt werden kann, wenn man mehr oder weniger Helligkeit haben will. Bei gewissen Umständen kann man auch das Licht mit Hülfe veränderlicher Blendungen, welche über die Linsen gestellt werden, modificiren.

Endlich wird der einsichtsvolle und eifrige Beobachter aus dem Gebrauche des Mikroskops eine Geschicklichkeit erlangen, welche allein durch Erfahrung erlangt werden kann.

Wegen der Beleuchtung der Sonnen- und polarisirenden Mikroskope verweise ich auf die Beschreibung dieser Instrumente.

Damit nun der Leser gar keine Schwierigkeiten bei der Anstellung von Beobachtungen findet, so will ich auch noch angeben, welche Lagen, in Folge der verschiedenen Beleuchtungsarten, man dem Mikroskope geben kann. Für durchsichtige Objecte, wenn sie beleuchtet werden:

1) von directem oder gebrochenem Lichte, Fig. 4. Taf. 4.; wenn das Licht direct hinzukommen soll, so wird der Apparat s, s', t zur Concentration des Lichtes weggelassen; man kann sich einer einfachen planconvexen Loupe bedienen, deren Plansseite gegen die Platine gekehrt wird.

2) durch reflectirtes Licht, Fig. 1, 2, 3.

In den Figuren 1. und 2. ist in p eine achromatische Linse auf einem

Rohre von Messing angebracht, welches sich an die Platine schließt und auf seinem Obertheile die veränderliche Blendung V trägt, welche allein Fig. 9. dargestellt ist. Diese Linse ist bestimmt wie bei Wollaston's Apparate, die von dem Planspiegel I reflectirten Lichtstrahlen gegen das Object zu concentriren und die Intensität der Beleuchtung zu vermehren. Für undurchsichtige Objecte wird man die Position 1, 2 und 3 gebrauchen. Die Fig. 5. und 6. giebt die Lage der Loupe und des Hohlspiegels. M Fig. 5. ist eine durch eine durch ein Gelenk bewegliche Loupe, welche an dem Stücke VX mittelst des Ringes d befestigt ist. R Fig. 6. ist ein gläserner foliirter Hohlspiegel, welcher an dem Stücke X befestigt ist. Auf der Platine Z sieht man einen kleinen, besonders zur Beobachtung undurchsichtiger Körper angebrachten Apparat, c ein Kreis von Messing, welcher die kleine bewegliche Nadel b unterstützt, die an ihrem Ende eine kleine geschwärzte Platte trägt, worauf man das Object legt und nach allen Richtungen bewegen kann. Wenn das Object von dunkler Farbe ist, legt man es auf eine kleine weiße Platte.

Sechstes Capitel.

Vom polarisirenden Mikroskope.

Als Bartholin 1669 ⁴⁴⁾ die doppelte Strahlenbrechung im isländischen Doppelspath (kohlen-saurer Kalk) entdeckte, eröffnete er der Wissenschaft einen neuen Weg; damit aber diese Entdeckung einen bestimmten Platz in der gelehrten Welt einnehmen konnte, mußte sie erst auf bestimmte Grundsätze zurückgeführt werden; die Praxis war der Theorie vorangegangen. Huygens ⁴⁵⁾ kann als der Entdecker der Gesetze der doppelten Strahlenbrechung angesehen werden, er hatte ihre Gesetze errathen, bis endlich Wollaston kam und ihnen die aus Versuchen hervorgehende Gewißheit gab. Die Physiker bemächtigten sich mit Begierde dieser neuen Thatsachen, und im Jahre 1810 kam Malus mit einer neuen Arbeit über die doppelte Brechung hervor, er hatte die Polarisation des Lichts entdeckt. Die Theorie dieses Phänomens kann hier keinen Platz finden; in den physikalischen Lehrbüchern und den verschiedenen Abhandlungen der ausgezeichnetsten Physiker unserer Zeit muß man sich hierüber Belehrung suchen. Hr. Henry Fox Talbot war der Erste, der die Idee hatte, die Polarisation mit dem Mikroskope zu verbinden und damit die Structur der Körper zu studiren. Der Dr. Brewster machte ebenfalls vom polarisirenden Mikroskope bei seinen Untersuchungen über die Structur der Edelsteine und mehrerer animalischer und vegetabilischer Substanzen Gebrauch. Er wandte abwechselnd das einfache und das

⁴⁴⁾ Experimenta crystalli Islandici, quibus mira et insolita refractio detegitur. Hafn. 1669.

⁴⁵⁾ Traité de la lumière. Leid. 1690. auch Lateinisch. — Hagenii opp. reliq. Amst. 1728. Tom. I. D. Uebs.

zusammengesetztes Mikroskop an. Vor einigen Jahren beauftragte mich Hr. Biot, ihm einen polarisirenden Apparat anzufertigen, welcher zum Mikroskope gebraucht werden könne; die wunderbaren Wirkungen, welche mittelst desselben hervorgebracht sind, haben mich veranlaßt, die verschiedenen Einrichtungen dieses Instruments zu beschreiben.

Will man das einfache Mikroskop anwenden, so muß man zuvor auf die Linse desselben ein Blättchen Turmalin legen. Kann man eine eigene Linse zu diesen Versuchen bestimmen, so ist es besser, das Turmalin-Blättchen mit canadischem Balsam mit der Linse zusammen zu kleben. Man vermeidet so den Lichtverlust, welcher aus der Reflection durch die erste Oberfläche des Turmalins entsteht; auch ist zuweilen der Stein nicht gut polirt, und auch in diesem Falle ist das Zusammenkleben ein herrliches Verbesserungsmittel. Man könnte auch die Turmalinplatte zwischen 2 planconvexe Gläser legen und diese mit canadischem Balsam zusammen kleben; dieses von Brewster angezeigte Verfahren scheint ihm vor dem vorhergehenden den Vorzug zu haben, und schützt gegen die schon angegebenen Uebelstände; auch für Doubletten gelten diese Bemerkungen.

Hierauf befestigt man auf dem Objectträger ein zweites Turmalinplättchen, und stellt den Spiegel wie bei andern Untersuchungen. Ist der Apparat so angeordnet, und man drehet allmählich das obere Plättchen oder vielmehr die Doublette, so wird man leicht dahin gelangen, daß die beiden Steine sich so kreuzen, daß alles Licht verschwindet und das Gesichtsfeld vollkommen schwarz wird; jetzt muß man das zu prüfende Object auf die polarisirende Platte der Platine bringen. Die eigenthümliche Structur der Körper wird das Licht depolarisiren, welches nun durch das obere Plättchen dringen kann, und man wird nun auf dem schwarzen Grunde die Objecte bunt von den glänzendsten Farben wahrnehmen. Hr. Brewster lehrt uns, daß wenn die Linse sehr klein und die Beleuchtung sehr stark ist, man die erstere aus Turmalin verfertigen, und so das Vergrößerungsglas und das, was er den *Analysieur* oder die obere Platte nennt, vereinigen kann.

Bei dem zusammengesetzten Mikroskope ist die Anordnung dieselbe, indessen giebt doch die Färbung der Turmaline einige Hindernisse ab; um dieselben zu vermeiden, nimmt statt ihrer Hr. Talbot zwei Nicol'sche Prismen, von ihrem Erfinder Richard Nicol in Edinburg so benannt. Ich habe mit dem Apparate des Hrn. Talbot eine Veränderung vorgenommen; nachdem ich eben sowohl als Hr. Brewster bemerkt hatte, daß das Ocularprisma oder der *Analysieur* das Gesichtsfeld verengerte, so habe ich ihn unmittelbar über den Objectivlinsen im Objectivrohre angebracht. Alle meine Polarisations-Apparate mache ich gegenwärtig nach dieser Art. Das Prisma des Nicol ist ebenfalls beim einfachen Mikroskope anwendbar, aber nur als *Polarisateur*; denn wenn man einen zweiten über der Linse anbrächte, würde das Auge des Beobachters zu weit entfernt sein und das Gesichtsfeld zu sehr verengt werden. Fig. 7. Taf. 4. zeigt das zu Experimenten über Polarisation vorgerichtete Instrument. VX die Objectivstücke, Z der Objectträger oder die Platine, T Rohr, welches unter die Platine geschoben werden kann, und das polarisirende Prisma P' enthält. P das analysirende Prisma

(Analyseur) im Innern des Rohrs X über dem Objective Y. Um die Prismen in die erforderliche Lage zu bringen, drehet man dasjenige, welches sich an der Platine befindet. Man kann auch ebenfalls die Lagen 2, 3 und 4 in Anwendung bringen; für die erste und letzte bringt man das Prisma in das Stück V, wohl verstanden, daß man in den Fig. 1. und 2. das polarisirende Prisma an die Stelle des Condensators v bringt. Man säumte auch nicht, Apparate zu construiren, um diese brillanten Erscheinungen bei öffentlichen Vorträgen einer Anzahl von Zuschauern zeigen zu können. Man hat indessen noch nicht Körper von einer gewissen Ausdehnung untersuchen können, und die Turmaline, welche man angewandt hat, haben den Fehler, daß sie die Bilder verdunkeln.

Hr. Alexander Brongniard verlangte einen Apparat, und wandte sich dieserhalb an mich, mir gänzliche Freiheit sowohl in der Einrichtung der optischen als mechanischen Theile lassend, und ich hatte das Vergnügen, diesem Beweise von Zutrauen entsprechen zu können, indem ich ein Polariskop verfertigte, welches der Akademie der Wissenschaften vorgelegt wurde. Ich habe statt der Turmaline ein Prisma nach Nicol und einen schwarzen Spiegel genommen und von zwei ähnlichen Prismen beim Sonnenmikroskope und Polariskope Gebrauch gemacht. Nichts gleicht dem Reichthume der durch die Wirkung des polarisirten Lichtes auf die mikroskopischen Krystalle hervorbrachten Bilder. Mit meinem neuen Polariskope kann man ungeheuer vergrößerte Bilder von Körpern bis auf 10 Centimeter Durchmesser herstellen und untersuchen, so daß das polarisirende Sonnenmikroskop Phänomene entschleiert, welche noch unter den kleinsten Atomen versteckt sind. Hr. Amici hat ebenfalls ein polarisirendes zusammengesetztes Mikroskop verfertigt; allein er gebrauchte aufeinandergelegte Glasscheiben und ein Rhomboïd mit doppeltem Bilde; seine Zusammensetzung ist wenig bekannt, ich hielt es aber dennoch für Schuldigkeit, ihrer in diesem Werke zu erwähnen. Ich hoffe, daß meine Bemühungen einigen Nutzen für die Ausbreitung einer Wissenschaft haben werden, welche sich täglich durch die schönsten Versuche unserer Physiker bereichert, und zu ihren Verehrern Gelehrte zählt, wie Malus, Arago, Biot, Fresnel, Pouillet, Savart, Brewster, Herschel, Talbot u. s. w.

Wegen der Anwendungen, welche man von dem polarisirenden Mikroskope machen kann, verweise ich auf das besonders den mikroskopischen Versuchen gewidmete Capitel.

Siebentes Capitel.

Von der Anwendung der Camera clara beim Mikroskop.

In diesem Capitel wollen wir uns nur mit der Zeichnung, der Wiedererzeugung der dem Mikroskope untergelegten Körper beschäftigen. Man hätte es vielleicht lieber gesehen, wenn ich jeder Anwendung der Camera clara, der Zeichnung, der Messung und der Vergrößerung der Objecte einen besondern

Artikel gewidmet hätte. Allein die Mikrometrie schon für sich bedarf einer großen Zahl Details, so daß es nicht möglich war, sie mit andern Dingen zu vereinigen, und auch anderweitig müssen mehrere Messungsmethoden beschrieben werden, die nicht in's Gebiet der camera lucida gehören — dieses letztere hat mich entschieden, zuerst die Beschreibung derjenigen unter diesen Apparaten zu geben, welche man mit Vortheil mit dem Mikroskope verbinden kann. Auf diese Weise kann ich Wiederholungen vermeiden, und der Leser wird eine so genaue Kenntniß der Apparate erlangen, daß es später nur nöthig ist, sie zu nennen, um im Augenblick zu wissen, warum es sich handelt. Alle Arten der Camera clara sind nicht bei den verschiedenen Mikroskopen anwendbar; die verschiedenen Stellungen dieses Instruments verlangen auch noch Veränderungen in der Einrichtung der Camera. Zuerst wollen wir die vornehmen, welche bei dem horizontalen Mikroskope angewandt werden können; die Camerae clarae von Wollaston, Sommering und Amici gehören in diese Kategorie. Das erste dieser Instrumente ist bekannt genug, und unnöthig, davon eine Beschreibung zu liefern, welche man außerdem in meiner Abhandlung: »Conseils aux artistes et aux amateurs sur l'application de la Chambre Claire à l'art du dessin etc.«⁴⁶⁾ findet. Dasselbe Werk enthält die ersten Ideen von Wollaston, Bate und Amici, so wie meine eigenen Untersuchungen über die Anwendung dieser Instrumente beim Mikroskope. Nachdem wir diese vorläufigen Bemerkungen abgemacht haben, wollen wir zu den Operationsmethoden selbst übergehen.

Die Camera des Wollaston, auf ihrem Gestelle oder mittelst eines Ringes, der sich mit Friction auf der Ocularröhre verschieben läßt, befestigt, wird bei der gewöhnlichen Beobachtungsmethode so gestellt, daß ihre vordere Fläche fast mit dem ersten Glase des Mikroskops in Berührung kommt, besonders bei der Anwendung starker Vergrößerungen. Das weitere Verfahren ist von dem, welches ich für den Gebrauch der Camera allein angegeben habe, durchaus nicht verschieden. Mit dieser Camera clara erhält man sehr leicht die schönsten Resultate; aber die Nachtheile, welche schon bei der vertikalen Stellung des Mikroskops erwähnt sind, zeigen sich auch bei ihr, und geben noch einen andern Beweis der Vortheile, welche mit der horizontalen Lage verbunden sind; denn die Genauigkeit des Instruments und die geringe Schwierigkeit bei seinem Gebrauche haben es doch nicht gegen eine gewisse Zurücksetzung schützen können, selbst nicht, nachdem Amici seine Camera, welche die horizontal-vertikale genannt wird, bekannt gemacht hat. Bevor wir von dieser Einrichtung reden, erst noch einige Worte über die von Sommering. Diese besteht aus einer kleinen, auf das vollkommenste polirten Scheibe von feinem Stahl, deren Durchmesser nicht viel größer ist als der der Pupille. Dieser Spiegel ist um 45 Grad geneigt und wird von einem sehr feinen, an einem ähnlichen Ringe, wie schon erwähnt ist, befestigten

⁴⁶⁾ Von diesem Werke ist schon eine Uebersetzung erschienen unter dem Titel: „Die Camera lucida. Eine gründliche Anweisung für Künstler und Liebhaber der Zeichnungskunst, über den Gebrauch dieses neuen optischen Instruments, das jetzt in Frankreich viel angewendet wird. Von Charles Chevalier. Mit Abbildungen. gr. 8. Quedlinburg, bei G. Dasse, 1839. Preis 8 Ggr.“ D. Uebs.

Drathe getragen. Wenn man dieses Instrument gebrauchen will, schiebt man den Ring über die Ocularröhre, und indem man von oben nach unten sieht, wie bei Wollaston's Camera, kann man zu gleicher Zeit das von dem kleinen Spiegel reflectirte Licht und Papier und Bleifeder sehen; denn die geringen Dimensionen des Spiegels erlauben den vom Papiere ausgehenden Strahlen, an dem Rande des Spiegels weg in's Auge zu gelangen. Fig. 9. Taf. 2. ist der Apparat dargestellt, A der Spiegel mit seinem Ringe, B Profil und Weg der Lichtstrahlen. Diese Camera lucida ist schwer zu gebrauchen, außer den Uebelständen des verticalen Sehens kehrt sie auch noch die Objecte um. Wir wollen nun sehen, wie Hr. Amici diese Schwierigkeiten besiegt hat; Fig. 10. Taf. 2. stellt seine Camera vor, V ist das Ocular des Mikroskops, M der mit einem Loche in der Mitte versehene metallene Planspiegel, welcher genau mit dem Oculare correspondirt. P rechtwinkliges Prisma zur Reflection der vom Papiere kommenden Strahlen. O die Stellung des Auges. Wenn man durch die Oeffnung des Mikroskops sieht, so entscheidet man vollkommen das durch das Mikroskop vergrößerte Object, und auf der andern Seite wirkt das Prisma P auf die von dem Punkte C ausgehenden Strahlen und bringt sie nach m auf den Planspiegel, welcher sie nach der Richtung m O reflectirt, folglich wird man zugleich das Object und das Bild der Hand oder die Bleifeder sehen, welche auf dem vergrößerten Objecte sich herumbewegt, um es abzuzeichnen.

Die Vorzüge dieses Apparats sind unzweifelhaft; unter allen will ich nur die wesentlichsten hervorheben:

1) Es ist nicht mehr das Bild des vergrößerten Object's, welches ins Auge kommt, sondern das vergrößerte Object selbst. Hieraus entsteht eine viel größere Reinheit, und man hat nicht zu befürchten, daß mit dem Bilde eine Veränderung vorgeht, indem es ein anderes Medium passirt oder von einer neuen Fläche reflectirt wird.

2) Es ist nur die Hand, welche sich auf dem Objecte zu befinden scheint, um den Conturen zu folgen, und diese Einrichtung ist sehr vorzuziehen, denn wenn eins von beiden sehr genau gesehen werden muß, so hat das Object doch unwidersprechlich den Vorzug. Viele Personen finden anfänglich beim Gebrauche dieses Apparates eine gewisse Schwierigkeit, aber das ist ja bei den meisten Instrumenten der Fall, jedes Ding will erst gelernt sein; sobald man aber die ersten Schwierigkeiten besiegt hat, wird man durch die schönen Resultate, welche man erhält, vollkommen entschädigt.

Ich stelle die horizontal=vertikale Camera Amici's über alle andern bei dem horizontalen Mikroskope anwendbaren; für das vertikale Mikroskop habe ich den Apparat in seiner ganzen Anordnung ändern müssen, was mir dabei am vortheilhaftesten erschienen, will ich jetzt mittheilen.

Man stellt über das Ocular den durchbohrten, auf einer messingenen Scheibe befestigten Spiegel Amici's, und in einiger Entfernung vom Mikroskope, in derselben Höhe als der Spiegel, bringt man ein rechtwinkliges Prisma, parallel zum Papier, worauf man zeichnen will, an; sieht man nun durch die kleine Oeffnung im Spiegel, so erblickt man zugleich das Object und die Bleifeder. Man sieht leicht ein, daß der hervorgebrachte Effect dem gleich

ist, welchen man durch die Camera des Prof. Amici erhält. Es giebt auch noch andere Apparate zum Zeichnen der mikroskopischen Objecte, ich habe die besten davon ausgewählt.

Es ist allerdings möglich, die Apparate noch sehr zu modificiren, und ich habe schon mehrere nach Angaben von Personen, mit denen ich in Verbindung stehe, oder meinen eigenen Ideen folgend, wenn man es mir überließ, gefertigt, und ich will noch aus deren Zahl eine mikroskopische Camera anführen, welche bei schwacher Vergrößerung bestimmt ist, anatomische Präparate zu zeichnen. Nur wenn das Licht gleichmäßig vertheilt ist, kann man, wie ich schon bemerkt habe, den Apparat mit dem größten Nutzen und der größten Leichtigkeit anwenden, und ich will noch einige Anweisungen über diesen Punkt zufügen, worauf ich großes Gewicht lege. Wenn das Object sehr leuchtend ist, oder vielmehr wenn man, um es sichtbar zu machen, ein sehr lebhaftes Licht gebraucht, so ist es möglich, daß man die Hand und den Bleistift nicht sieht. Man muß den Apparat oder den Tisch so stellen, daß das Tageslicht auf das Papier fällt, und wenn man es dahin gebracht hat, daß ein gewisses Gleichgewicht zwischen der Beleuchtung des Objectes und der des Bleistiftes stattfindet, so wird man beide sehr deutlich sehen, und die Operation weiter keine Schwierigkeiten mehr darbieten.

Bedarf es noch einer Anweisung für den Fall, wenn das Papier zu stark beleuchtet ist?

Das Object, welches man zeichnen will, zeigt oft sehr dunkle Stellen, und andere, welche sehr glänzend sind. Hat man den Apparat so gestellt, wie es für die hellsten Stellen nöthig ist, um so zeichnen zu können, und man dieselben aufs Papier gebracht hat, so bringt man die linke Hand vor das Papier und erzeugt dadurch mehr oder minder starke Schatten, nach dem mehr oder minder verschiedenen Lichte der Theile des Körpers, der vor das Mikroskop gelegt ist.

Wenn das Object schwach beleuchtet ist, so daß es viele dunkle Stellen darbietet, dann ist es sehr vortheilhaft, auf schwarzem Papier mit weißer Kreide zu zeichnen. Ich habe auch gute Resultate bekommen, wenn ich mit gewöhnlicher Bleifeder auf Reispapier (*papier végétal*), welches auf einem andern Blatte schwarzen Papiers lag, gezeichnet habe; die Durchsichtigkeit des Reispapiers gestattet, den schwarzen Grund zu sehen. Man könnte auch nach Bedürfniß Papier von andern Farben wählen, um darauf zu zeichnen, bald ein grünes, bald ein blaues Papier, mit einem Worte, auf solchen Farben zeichnen, welche zugleich mit Deutlichkeit das Object und die Hand des Zeichners erblicken lassen.

Bei dem horizontalen Mikroskope wende ich immer die Camera des Amici an; aber der Leser kann auch ohne Mühe nach meinen Anweisungen andere Apparate dieser Art gebrauchen.

Achstes Capitel.

Die Mikrometrie.

Erklärung der Figuren zur Mikrometrie.

Fig. 13. Taf. 2. A ein Spiegel, worauf ein Maßstab gezeichnet ist. B der durchbohrte Spiegel Amici's.

C das Ocular oder die Linse. P die Pupille des Auges; a, b, c, d, Weg der Lichtstrahlen.

Fig. 14. AB das Objectiv = Mikrometer, ein kleines Lineal von Messing in der Mitte mit dem Mikrometer auf Glas C.

Fig. 15. AA' Ocular = Mikrometer. A' ist in Quadrate getheilt, was zuweilen sehr vortheilhaft sein kann.

Von der Messung der Vergrößerung der Mikroskope, und der wirklichen Größe der Objecte.

Die Mikrometrie war lange Zeit der Stein des Anstoßes für die Beobachter, sie schien ausschließlich denen vorbehalten zu sein, welche sich die Kenntniß der mathematischen Wissenschaften erworben hatten; es war ein Theil des hinter einem Vorhange verborgenen Geheimnisses, den die Neueingeweihten nicht lüften konnten.

Die Bestimmung der Vergrößerungskraft der Mikroskope zeigte überall zahlreiche Schwierigkeiten; denn um eine genaue Berechnung anzustellen, mußte man vollständig die Theorie der Brennpunkte kennen und sich dann noch mit einer Reihe von Operationen beschäftigen, welche das Studium der Mathematik voraussetzten.

Der Physiker, gewohnt die schwierigsten Probleme zu lösen, machte sich ein Spiel aus diesen Untersuchungen, deren Complication und Trockenheit dem auf schnell und leicht zu erlangende Resultate begierigen Liebhaber unübersteiglich schienen.

Auch heute noch betrachtet man die Mikrometrie als einen schwierigen Theil der mikrometrischen Wissenschaften, eine Meinung, welche sich hauptsächlich auf eine falsche Idee basirt. Man glaubt, um die wirkliche Größe eines Objectes messen zu können, müsse man die vergrößernde Kraft des Mikroskops kennen, und ich füge nur schnell hinzu, daß diese dazu ganz und gar unnöthig ist. Auf der andern Seite aber, selbst wenn es nöthig sein sollte, sie zu kennen, so sind die Methoden, die Vergrößerung zu messen, so einfach, daß für Denjenigen, der sich an ihre Ausführung giebt, sie sogleich aufhören zu existiren.

Wir wollen schnell die Methoden unserer Vorfahren durchnehmen.

Das erste Mittel, welches sich dem Geiste darbot, war die Vergleichung der unbekannt zu messenden Objecte mit andern, deren Größe man zuvor bestimmt hatte. So gebrauchte Leeuwenhoek den Meersand, dessen Körner er maß, indem er davon eine gewisse Zahl auf die Länge eines Zolles legte, er brachte dann einige Sandkörner neben die im Mikroskope zu prüfenden Körper und verglich sie mit einander. Der Dr. Surin nahm statt der Sand-

körner Stücke von Metallfäden; um deren Dicke zu bestimmen, wickelte er sie um einen Stift und zählte, wie viele Windungen auf einen Zoll kamen, nachher zerschnitt er den Drath in sehr kleine Stücke, welche er neben das Object legte. Beide Methoden, besonders die erste, konnten kein genaues Resultat geben. Mehr Zutrauen verdient die Methode, deren sich der Dr. Hooke zur Messung der Größe der Körper bediente. Er legte in gleicher Höhe mit dem Objectträger einen in Bruchtheile des Zolles getheilten Maßstab, und beide Augen öffnend betrachtete er zugleich diesen Maßstab und das durch das Mikroskop vergrößerte Object, er transportirte dieses gleichsam auf den Maßstab und zählte die Theile, welche es einnahm. So einfach dieses aber auch zu sein scheint, so bedurfte dieses Mittel doch einer großen Gewandtheit und war für viele Beobachter nicht ohne Schwierigkeiten; es gehört auch wirklich eine gewisse Uebung dazu, um mit beiden Augen zugleich und genau zwei verschiedene Objecte zu sehen. Auch kann man hierbei auf keine große Genauigkeit rechnen; denn der geringste Umstand kann, indem man sich anstrengt, das Bild des Objectes auf den Maßstab zu übertragen, eine Täuschung hervorbringen. Hr. Raspail hat diese Methode erst seit Kurzem wieder an's Licht gezogen.

Die Astronomen beschäftigten sich sehr mit der Auffindung eines guten Mikrometers für ihre Fernröhre; in England machte zuerst Gascoigne ⁴⁷⁾ gegen 1640 ein solches Instrument, und dieser Versuch gab zu einer Menge neuer Erfindungen Veranlassung. Die Neze von Metallfäden, die Haare, die Spinnwebefäden u. wurden nach und nach gebraucht, um neue Instrumente zu bilden; dann zog man Theilungen auf dünne Platten von Perlmutter, Horn und Glas. Bei einigen war der Zeiger des Mikrometers beweglich, und zwar mittelst einer Schraube, deren Umdrehungen auf einem Zifferblatte abgezählt wurden; bei andern war der Apparat unbeweglich. Mehrere astronomische Mikrometer sind auch bei Mikroskopen brauchbar, und ich führe von ihnen besonders die Schraubenmikrometer an; sobald man aber gelernt hatte, auf Glas sehr feine und gleiche Theilungen zu ziehen, bemerkte man bald, daß diese letztern den Vorzug verdienten. Das sehr einfache Mittel, welches man vorzugsweise anwandte, war aber nur bei sehr zarten und sehr durchsichtigen, nicht in einer Flüssigkeit schwebenden Körpern anwendbar. Man legte anfangs die getheilte Platte auf die Platine, und auf die Theilung das zu messende Object; die Zahl der davon bedeckten Theile gab unmittelbar die Abmessungen. Allein, wie schon gesagt, die mindeste Dicke, ein Tropfen Flüssigkeit u. s. w. verhinderten die Operation augenblicklich, denn das Object und der Mikrometer blieben nicht mehr in derselben Ebene und konnten daher auch nicht mehr beide zusammen im Focus der Linse sein. Ungeachtet ihrer Unvollkommenheiten wurde diese Methode doch noch 1824 von Hrn. Le Baillif angewandt. Martin gab in seinem System der Optik von 1740 die Beschreibung seines Ocularmikrometers verbunden mit dem Objectivmikrometer, und dieses Hülfsmittel ist es, welches wir gegenwärtig noch gebrauchen. Die Beschreibung, welche wir später davon geben werden,

⁴⁷⁾ Philosoph. Transact. Nro. 15. p. 457. D. Uebs.
(Die Mikroskope.)

entbindet uns hier, länger dabei zu verweilen. Martin erfand auch noch das Mikrometer mit der Nadel und getheilter Scheibe. Dieses Instrument besteht aus einer Schraube, von der man genau den Betrag der Fortrückung durch eine Umdrehung kennt, welche am einen Ende in eine sehr feine Nadel ausläuft, am andern Ende aber einen Zeiger führt, der auf einer festen getheilten Scheibe die Drehungen der Schraube ablesen läßt. Man befestigt den Apparat auf dem Oculare, und läßt die, das Ende der Schraube bildende Nadel in das Rohr genau an der Stelle treten, wo das Bild entsteht. Indem man nun die Schraube drehet, geht die Spitze der Nadel quer durch das Bild, während der Zeiger auf der Scheibe die Punkte des Anfangs und des Endes bezeichnet; eine einfache Rechnung giebt dann das Resultat genau. Diese Methode ist auch vor einiger Zeit zur Messung der Wolle in Vorschlag gebracht.

Frauenhofer construirte nach diesem Principe ein Mikrometer, welches lange in großem Rufe gestanden hat; er brachte das Instrument auf der Platine des Mikroskop an, die Schraube bewegte das Object, und ein im Oculare angebrachter Faden diente als Merkzeichen. Uebrigens hat der Herzog de Chaulnes bei seinem Mikroskope die meisten dieser Mikrometer angebracht, wovon man die Beschreibung in seinem Werke findet. Es scheint mir unnütz zu sein, uns noch länger bei den jetzt ganz zur Seite geworfenen Mitteln aufzuhalten, und es soll deßhalb auch nicht weiter von dem Samen des Lycopodiums, des Lycopodon Bovista, den Krystalllinsen der Fische, den Zwiebelschalen des Dellabarre u. die Rede sein, denn, entfernt uns weiter zu bringen, würden sie uns unfehlbar in die ersten Zeiten der Mikrometrie und zu Leeuwenhoek's Sandkörnern zurückführen. Seit langer Zeit machte man Versuche, die mikrometrischen Operationen zu vereinfachen, aber man mußte auch gleichzeitig dafür sorgen, daß die Genauigkeit dabei bewahrt oder vielmehr noch vergrößert wurde. Hr. Amici hat eine Schrift herausgegeben unter dem Titel: »De' Microscopi catadiottrici, memoria presentata ed inserita nel tomo 18 della società italiana delle scienze residente in Modena,« welche in's Französische übersezt, und in den Annales de Chimie et de Physique. Tom 17. August 1821, mitgetheilt wurde.

Meine Neugierde wurde lebhaft durch diese Mittheilung erregt, welche schöne Anweisungen über die Anwendung der Camera zur Mikrometrie giebt; nur muß ich gestehen, daß für mich diesen Anweisungen die Deutlichkeit fehlte. Diejenigen meiner Leser, welche die Methoden des gelehrten Professors zu Modena kennen lernen wollen, müssen jene Abhandlung zu Rathe ziehen; ich konnte sie hier unmöglich wiedergeben.

Wiederholte Versuche haben mich in Besitz des Verfahrens gesetzt, welches ich jetzt beschreiben will. Der größeren Sicherheit wegen habe ich es einer großen Anzahl Personen mitgetheilt, welche es bestätigen können und es noch bis heute ausschließend anwenden. Es muß bemerkt werden, daß Amici nicht auf eine genaue Weise die Entfernung des Oculars von dem Papiere, worauf man zeichnet, angegeben hat; diese Bestimmung ist indessen sehr wichtig und ich will einige Worte darüber sagen, bevor ich meine Beschreibung beginne.

Die Physiker weichen in der Bestimmung der mittlern Sehweite von einander ab, dieser Unterschied führt nothwendig Abweichungen in dem Calcül herbei, und wenn man darauf nicht genau Rücksicht nimmt, so setzt man sich der Begehung großer Fehler aus. Ich glaube, daß es die Rechnung erleichtert, wenn man einen durch das Decimalmaß ausgedrückten, mittlern Werth dafür feststellt; so habe ich dafür die Entfernung von 25 Centimetern angenommen, ohne auf irgend eine Weise behaupten zu wollen, daß dieses die wahre Sehweite ist. Dieses Decimalmaß vereinfacht noch die sonst schon sehr einfachen Rechnungen bei meiner Methode, und außerdem entfernt es sich nicht besonders von den verschiedenen Angaben der Physiker.

Es ist schon von den auf Glas getheilten Mikrometern die Rede gewesen, und es scheint mir nöthig, davon eine kurze Beschreibung zu geben.

Man hat es dahin gebracht, daß man mittelst eines Diamanten und einer Maschine auf einer Glasplatte eine sehr große Zahl gleicher und sehr kleiner Räume abtheilen kann, so wird jetzt der Millimeter in 500 Theile getheilt. Mehrere Künstler und einige Liebhaber bringen diese Theilungen in außerordentlicher Vollkommenheit zu Stande, unter den Letztern nenne ich Hrn. Le Baillif, welcher selbst eine Maschine dazu verfertigt hatte, welche ich noch gegenwärtig besitze; der Hr. Baron Séguier macht die Mikrometer zu seinen Beobachtungen selbst, und es dürfte schwer halten, deren zu finden, welche reiner und genauer ausgeführt wären. Hr. Le Baillif war der Erste, der die glückliche Idee hatte, den Linien seiner Theilung eine verschiedene Länge zu geben; man glaubt nicht, wie vortheilhaft diese Einrichtung ist, so z. B. gab dieser geschickte Beobachter ganz genau 5 oder 10 Theile durch die mehr oder weniger langen Linien an, welche wie bei den gewöhnlichen metrischen Maßstäben gezogen sind.

Ob schon man es so weit gebracht hat, daß man den Millimeter in 500 Theile theilt, so macht man doch höchst selten von einem so feinen Maßstabe Gebrauch, und wenn man meine Methode gehörig begriffen hat, so wird man auch einsehen, daß es gänzlich unnütz ist, indem man nach Belieben so kleine Brüche bekommen kann als man will, sobald man das Papier ⁴⁸⁾ (mire) auf eine mehr oder minder beträchtliche Entfernung bringt.

Die Objectiv-Mikrometer sind gewöhnlich in der Oeffnung eines kleinen messingenen Lineals befestigt, so wie man es Fig. 14. Taf. 2. sieht.

Bei der Mikrometrie muß man zweierlei unterscheiden: 1) die Abschätzung der vergrößernden Kraft des Mikroskops; 2) die Messung der wirklichen Größe der Objecte. Mit der Vergrößerungskraft wollen wir anfangen und, um vom einfachsten zum zusammengesetzten überzugehen, zuerst das Sonnenmikroskop vornehmen. Wenn der Schirm in eine angemessene Entfernung gestellt ist ($0^m, 25$), so bringt man in den Objectträger oder die Platine ein Mikrometer, z. B. in Millimeter getheilt, das Bild davon entsteht auf dem Schirme; nun mißt man mit dem Zirkel genau die Größe des Bildes oder eins seiner Theile, sucht auf einem metrischen Maßstabe diese

⁴⁸⁾ Nämlich das Papier, worauf bei der Verbindung der Camera clara mit dem Mikroskope scheinbar das Bild gesehen und nachgezeichnet wird. D. Uebs.

Größe, und hat dadurch sogleich das Maß der Vergrößerungskraft des Linsen. Angenommen z. B., ein Millimeter des Mikrometers giebt auf dem Schirme einen Zwischenraum von einem Decimeter, so ist die Vergrößerung 100fach, und eben so leicht ist die Operation der Größe, mögen sie sein welche sie wollen. Dasselbe Mittel kann man anwenden, um die Kraft des einfachen Mikroskops zu schätzen, indem man die Linse oder die Doublette an der Stelle der achromatischen Linsen befestigt; doch ich will noch ein eben so einfaches Verfahren angeben, welches sehr genaue Resultate giebt.

Mein kleines horizontales Mikroskop kann in ein einfaches verwandelt werden, und folglich kann ein solches auch die horizontale Lage annehmen. Man hat es auch in der Gewalt, daran Hrn. Amici's horizontal-vertikale Camera clara, oder Sommering's Spiegel anzubringen. Bringt man nun das Papier auf $0^m,25$ von der Ase der Linse, und auf die Platine ein Mikrometer, welches z. B. in Hundertel des Millimeters getheilt ist, so kann man auf dem Papiere zwei correspondirende Punkte zu einem oder mehreren der vergrößerten Theile des Mikrometers bezeichnen. Die Vergleichung dieses Abstandes mit der Theilung eines metrischen Maßstabes giebt die Vergrößerungskraft in genauer Maße als Resultat.

Beispiel. Es sei ein Mikrometer in Hundertel eines Millimeters getheilt; wenn nun das vergrößerte Bild von $\frac{5}{100}$ oder $\frac{1}{20}$ des Millimeters einem Centimeter auf dem Maßstabe correspondirt, so ist die Vergrößerungskraft der Linse 200fach. Wenn man den metrischen Maßstab an die Stelle des Papiers legt, und seine Theilung, mit der des Mikrometers gesehen mittelst der Linsen, zusammenfallen läßt, so kann man die Operation in ungeweiner Geschwindigkeit vollziehen.

Da aber alle einfachen Mikroskope nicht so eingerichtet sind, daß sie in die horizontale Lage gebracht werden können, so muß man das Verfahren modificiren, oder vielmehr das System umkehren.

Man stelle $0^m,25$ von der Ase und der Höhe der Linse eine Tafel, über welche man vorher ein Blatt weißes Papier geklebt hat, bringe vor die Linse den durchlochten Spiegel Amici's und drehe dessen reflectirende Fläche gegen das Papierblatt. Bringt man hierauf ein Mikrometer auf den Objectträger und sieht nun durch die centrale Oeffnung des Spiegels ins Mikroskop, so sieht man zugleich die vergrößerten Abtheilungen des Mikrometers und das Papier, worauf dieselben abgezeichnet zu sein scheinen. Nimmt man nun mit dem Zirkel auf dem Papiere eine oder mehrere der Mikrometer-Theile ab, so braucht man deren Größe nur mit der des Mikrometers zu vergleichen, um eben so wie oben das Resultat zu erlangen. Man sieht leicht ein, daß man eben so gut einen Maßstab auf das Papier legen, oder die correspondirenden Abtheilungen darauf nachziehen kann.

Ich glaube nicht, daß es möglich ist, eine einfachere und gemeinverständlichere Methode anzugeben; ohne uns jedoch länger bei diesem Punkte aufzuhalten, wollen wir sogleich zu den Methoden übergehen, von denen wir, bei der Bestimmung der wirklichen Größen der der Wirkung des einfachen Mikroskops unterworfenen Objecte, Gebrauch machen.

Der Leser möge sich zuvor nochmals an den Ausspruch erinnern: »Es

ist durchaus unnöthig, die Vergrößerungskraft des Mikroskops zu kennen, um die wirkliche Größe der Objecte zu bestimmen, und die folgenden Operationen werden eben so einfach und leicht begreiflich sein, als die vorhergehenden.

Bei dem Sonnenmikroskope muß eben so operirt werden als bei der Messung seiner Vergrößerungskraft, und es ist klar, daß, wenn ein Millimeter des Mikrometers sich auf der Wand als ein Decimeter zeigt, jedes an die Stelle des Mikrometers gebrachte Object sich ebenfalls in demselben Größenverhältnisse darstellen wird, also wenn ein Körper auf dem Schirme eine Größe von $0^m,1$ zeigt, muß er nothwendig eine wirkliche Größe von $0^m,001$ besitzen u. s. w. Hat man auf dem Schirme die den $0^m,001$ des Mikrometers correspondirenden Punkte bezeichnet, so nimmt man das Mikrometer weg und bringt an dessen Stelle das auszumessende Object. Sollte es nun aber vorkommen, daß das Object nicht genau ein auf dem Schirme bezeichnetes Intervall ausfüllte, so macht auch dieses keine Schwierigkeit; denn man braucht ja nur ein in Hundertel des Millimeters getheiltes Mikrometer zu wählen, und dessen Theilung auf dem Schirme zu bezeichnen. Wir werden gleich sehen, daß es auch noch ein anderes Mittel giebt, um die wahre Größe der kleinsten Dinge zu messen. Bringt man das einfache Mikroskop in die horizontale Lage, so geschieht es folgendermaßen:

Man ordnet den Apparat als wie bei der Messung der Vergrößerung; nachdem man auf das Papier das vergrößerte Bild des Mikrometers gezeichnet hat, nimmt man letztes weg, bringt auf die Platine das zu messende Object und vergleicht nun dessen Vergrößerung mit dem vorher erhaltenen Maßstabe.

Ich muß hier von einer wichtigen Modification reden, der ich dieses Verfahren unterworfen habe. Wenn die Objecte ungemein klein sind, oder in dem Falle, wo man Details messen will, welche ungeachtet der Vergrößerung noch sehr fein sind, müßte man einen beinahe in unwahrnehmbar kleine Theile getheilten Maßstab haben, der, weil er mit bloßem Auge schlecht zu sehen ist, die Abschätzung sehr erschweren würde. Meine Methode nun macht alle diese Hindernisse verschwinden, und giebt der Mikrometrie eine unbegrenzte Macht; man verzeihe mir hierbei unvermeidliche Wiederholungen.

Der Apparat wird so aufgestellt als wie bei der vorher angegebenen Operation; weil es sich aber nicht darum handelt, die Vergrößerungskraft der Linse zu bestimmen, so ist man auch nicht gehalten, das Papier in einer Entfernung von $0^m,25$ anzubringen, man kann es so weit entfernen als man will, und auf diese Möglichkeit ist die ganze Wichtigkeit der mikrometrischen Methode begründet.

Angenommen, das Papier sei $0^m,5$ von der Linse, das Objectiv-Mikrometer sei in Hundertel des Millimeters getheilt und die Linse vergrößere, um irgend eine Zahl anzunehmen, 100 Mal. Es ist leicht einzusehen, daß, wenn das Papier auf $0^m,25$ entfernt wäre, ein Hundertel des Millimeters in der Vergrößerung auf dem Papiere einem Millimeter entsprechen würde, und also, wenn das Papier auf $0,5^m$ entfernt ist, $\frac{1}{100}$ Millimeter, 2 Millimeter entsprechen würde. Diese 2 Millimeter stellen aber ebenfalls nur $\frac{1}{100}$ Milli-

meter dar; hat man dieses Verhältniß festgestellt, so nimmt man das Mikrometer weg, um dafür das Object an die Stelle zu bringen, welches man ausmessen will; selbst wenn es nicht größer wäre als $\frac{1}{500}$ des Millimeters, wird man noch leicht dessen wirkliche Größe abschätzen können, denn wenn man auf dem Papiere ein Bild von $\frac{1}{100}$ des Millimeters auf dem Mikrometer hat, kann man es in 5 oder 10 Theile theilen, und zwar um so leichter, je größer das Bild ist. So werden 2 Millimeter leichter in 5 Theile getheilt werden können als einer, und diese Theile werden auch um so mehr dem bloßen Auge sichtbar sein. Wenn ein Theil des Objects, welches an die Stelle des Mikrometers gebracht ist, auf dem Papiere ein, 2 oder 3 dieser Theile einzunehmen, so wird die wirkliche Größe $\frac{1}{500}$, $\frac{2}{500}$ oder $\frac{3}{500}$ des Millimeters betragen. Es braucht wol nicht bemerkt zu werden, daß je weiter das Papier entfernt wird, man um so mehr Unterabtheilungen machen kann, und es daher auch um so leichter wird, mit Genauigkeit sehr kleine Objecte oder selbst deren kleinste Details auszumessen. Wenn es Schwierigkeiten machen sollte, auf ein so weit entfernt liegendes Papier Maße abzutragen, so kann man ja nur vorher einen in Millimeter, Centimeter u. s. w. abgetheilten Maßstab darauf zeichnen, und diesen in Uebereinstimmung mit dem Bilde der Theilungen des Mikrometers bringen, wenn man denn an die Stelle desselben ein Object gebracht hat, so erfährt man damit, wie schon gesagt ist. Bedient man sich eines einfachen vertikalen Mikroskops, so stellt man es auf, wie bei der Untersuchung der Vergrößerung, und wenn der Spiegel vor die Linse, und das Mikrometer auf die Platine gebracht ist, so stellt man das Papier in eine gewisse Distanz, z. B. auf 2 Meter, und hernach verfährt man wie oben. In dem Falle, wo man das Papier zu weit entfernt anbringen will, als daß man mit einem Zirkel die Vergrößerung noch messen könnte, ist es vortheilhaft, darauf vorher einen in Centimeter oder sonst gleiche Theile getheilten Maßstab zu zeichnen, und die Striche des Mikrometers dadurch damit in Uebereinstimmung zu bringen, daß man das Papier nähert oder entfernt.

Dieses letztere Manöver ist allemal nöthig, wenn die Theilstriche des Mikrometers nicht genau mit denen des Maßstabes zusammenfallen. Ich will aber doch ein Beispiel von einer solchen Operation anführen. Ein Mikrometer sei in $\frac{1}{10}$ des Millimeters, und der Maßstab auf dem Papiere in Centimeter getheilt; bringt man nun das Papier in eine Entfernung von 2 Meter, so correspondiren die durch das Mikroskop gesehenen $\frac{1}{10}$ des Millimeters, genau bei einer bestimmten Vergrößerung, 1 Centimeter, und daher auch 1 Millimeter einem Decimeter. Wenn das an die Stelle des Mikrometers gebrachte Object einen Theilraum ausfüllt, so beträgt dessen wirkliche Größe $\frac{1}{10}$ Millimeter. Will man aber Details dieses Objects messen, so kann man auch leicht die Centimeter des Maßstabes in Millimeter theilen, stimmt nun das Object mit 1 Millimeter überein, so beträgt seine wirkliche Größe $\frac{1}{100}$ des Millimeters.

Wir wollen jetzt zum zusammengesetzten Mikroskope übergehen; man wird leicht wahrnehmen, daß diese vorangegangenen Erklärungen viel zum Verständniß des zweiten Theils beitragen werden.

Ehe wir aber weiter gehen, ist es nöthig, zu wiederholen, daß es nicht

erforderlich ist, das Papier in die Entfernung von $0^m,25$ zu bringen, welche ich als die der mittlern Sehweite angenommen habe, als es sich um die Ausmittelung der Vergrößerungskraft der Mikroskope handelte.

Da das Instrument horizontal und vertikal gebraucht werden kann, so müssen auch die für diese Lagen anwendbaren Methoden getrennt vorgetragen werden.

Messung der Vergrößerung.

1. Horizontales Mikroskop.

Ueber dem Oculare befestigt man die horizonto = vertikale Camera clara Amici's, auf die Platine legt man ein Objectivmikrometer und auf die Tafel $0,25^m$ von der Ase des Instruments ein Stück Papier. Wenn man dann mit dem Bleistift zwei oder mehrere, der Theilung des Mikrometers entsprechende Abtheilungen bemerkt, so wird es leicht sein, die Theilräume mit dem Zirkel auf einem metrischen Maßstabe abzumessen. Man kann aber auch vorher diesen Maßstab auf das Papier zeichnen, das Verhältniß seiner Theile zu denen des Mikrometers giebt die Vergrößerung des Mikroskops an.

Beispiel. Ein Objectiv = Mikrometer sei in $\frac{1}{100}$ Millimeter getheilt, trifft nun ein solcher Theil mit einem Millimeter des Maßstabes zusammen, so vergrößert das Mikroskop 100 Mal u. s. w.

Hier auch noch eine andere Methode, welche weniger einfach ist, weil man 3 Operationen vornehmen muß, um dasselbe Resultat zu erlangen; man muß dabei 1) die Kraft des Oculars, 2) die des Objectivs finden, und 3) die eine mit der andern multipliciren. Zuerst bringt man auf die Blendung im Innern des Ocularrohres ein z. B. in Millimeter getheiltes Mikrometer, welches genau im Focus des Ocularglases sein muß, dann schiebt man in das Mikroskop die mit der Camera clara Amici's ⁴⁹⁾ versehene Ocularröhre wieder ein. Unter der Camera befindet sich in der gewöhnlichen Distanz das Papier oder der Maßstab, giebt nun 1 Millimeter des Mikrometers einen Centimeter auf dem Maßstabe, so vergrößert das Ocular 10 Mal.

Nun handelt es sich noch darum, die Kraft des zweiten Theils des Apparats kennen zu lernen, d. h. des Objectiv = und Collectivglases.

Man nimmt die Camera weg, legt auf die Platine ein Mikrometer, welches in $\frac{1}{100}$ Millimeter getheilt ist, und indem man die Ocularröhre verschiebt, sucht man die obern Theile mit den untern in Zusammentreffung zu bringen, und macht dann den Proportionsfuß. Z. B. Wenn $\frac{1}{100}$ Millimeter des Objectivmikrometers einem Millimeter des Ocularmikrometers correspondirt, so beträgt die Vergrößerung 100 Mal.

Nun ist noch die dritte Operation auszuführen oder, mit andern Worten, die erste Größe mit der zweiten zu multipliciren, und dadurch bekommen wir:

$$\begin{array}{l} \text{Vergrößerung des Oculars} = 10\text{fach} \\ \dots \dots \dots \text{des Objectivs} = 100 \dots \end{array}$$

Also 1000fach die Vergrößerung des Mikroskops.

⁴⁹⁾ Man muß vom Objectiv = und Collectivglase abstrahiren, welche auch weggenommen werden können, die man aber an ihrer Stelle läßt, weil sie die Lichtstrahlen auf das Ocularmikrometer dirigiren. D. Verf.

Es kann auch vorkommen, daß die beiden Mikrometertheilungen nicht zusammen treffen wollen, und daß man, um es zu bewirken, das Mikroskop mehr oder weniger mit Hilfe der Ocularröhre verlängern muß. Ich halte deshalb dafür, daß, wenn man die beschriebene Methode anwenden will, man damit den Anfang machen muß, daß man das Zusammentreffen der beiden Mikrometer bewirkt, dann das untere heraus nimmt, ohne das Ocular zu berühren, und hierauf weiter verfährt wie angegeben ist.

2. Vertikales Mikroskop.

Beide für das horizontale Mikroskop anwendbare Mittel sind es auch für das vertikale. Zuerst nimmt man statt Amici's Camera clara dessen durchlochtes Spiegel, bringt ein Objectivmikrometer auf die Platine, das Papier auf $0^m,25$ Entfernung, und operirt wie mit dem horizontalen Mikroskope.

Eben so geht es mit der zweiten Methode.

Messung der wirklichen Größe der Objecte.

1. Horizontales Mikroskop.

Die Vorzüglichkeit der für das einfache Mikroskop angegebenen Methode zeigt sich besonders bei der Anwendung auf das zusammengesetzte.

Man stellt den horizontalen Apparat auf, wie bei der Bestimmung der Vergrößerung, entfernt aber das Papier so weit als möglich, und man wird einen Maßstab erhalten, der die beträchtliche Vergrößerung des Objectiv-Mikrometers darstellt. Die Leichtigkeit, womit man diesen Maßstab in mehr oder minder kleine Theile theilen kann, giebt das Mittel, die wirkliche Größe der zartesten Objecte zu messen. Wenn man die Camera clara nicht anwendet, so genügt es, das Objectivmikrometer durch das zu messende Object zu ersetzen, und dessen Verhältniß zum Ocularmikrometer giebt das Maß der wirklichen Größe.

Beispiel. Das Ocularmikrometer sei in Millimeter getheilt. Ist das Objectivmikrometer in $\frac{1}{100}$ getheilt und ein solcher Theil correspondirt mit einem Millimeter des Oculars, so wird ein an die Stelle des Objectivmikrometers gebrachtes Object, welches einen Theilraum des Ocularmikrometers ausfüllt, eine wirkliche Größe von $\frac{1}{100}$ Millimeter haben.

2. Vertikales Mikroskop.

Bei dem vertikalen Mikroskope ersetzt man die Camera des Amici durch dessen Spiegel, und man kann hier, wie bei dem einfachen Mikroskope, das Papier so weit entfernen, als man für gut hält.

Beispiel. Das Objectivmikrometer sei in $\frac{1}{100}$ Millimeter getheilt, auf das Papier sei eine Theilung in Centimeter gemacht, und dasselbe in 3 Meter Entfernung gebracht. Ferner angenommen, die Vergrößerung sei von der Art, daß 2 Theile des untern Mikrometers 5 Theilen des auf das Papier gezeichneten Maßstabes entsprechen, so ist klar, daß diese 5 Theile des Maßstabes $\frac{2}{100}$ oder $\frac{1}{50}$ Millimeter darstellen. Wenn man nun jeden der 5 Theile des Maßstabes auf dem Papiere, jeden in 2 Theile theilt, so erhält man 10 Theile, welche $\frac{1}{50}$ des Millimeters darstellen, und wenn nun das Objectivmikrometer durch ein Object ersetzt wird, so kann man leicht Theile

messen, welche nicht größer sind als $\frac{1}{500}$ Millimeter. Es ist einleuchtend, daß, wenn man die Entfernung des Papiers vom Mikroskope vergrößert, man eben so leicht $\frac{1}{1000}$ u. s. w. des Millimeters bekommen kann.

Hat man die Wichtigkeit dieses Verfahrens eingesehen, so wird man gern die Wiederholung dieses Beispiels, welches schon beim einfachen Mikroskope vorgekommen ist, verzeihen, und die Leser werden mir zugeben, daß durch dieses Mittel die Mikrometrie eine unbegrenzte Macht erlangt hat ⁵⁰⁾.

Ich bezweifle sehr, daß diejenigen, welche einmal meine Methode befolgt haben, jemals zum Gebrauche der doppelten Mikrometer zurückkehren werden; demungeachtet will ich doch noch einige Worte darüber sagen. Der Apparat ist derselbe wie bei der Messung der Vergrößerung des vertikalen Mikroskops; man substituirt das Object dem Objectivmikrometer, dessen Verhältniß zum Ocularmikrometer man vorher ausgemittelt hat.

Ich will dieses Capitel mit der Beschreibung eines goniometrischen Mikroskops, dem Mensurateur des Hrn. Le Baillif und des Mikroskops zur Messung außerordentlich feiner Fäden, als z. B. Seide, Wolle etc., beschließen.

Das zur Messung mikroskopischer Winkel bestimmte Goniometer Fig. 11. Taf. 2. ist in einem Oculare AB im Focus des obern Glases befestigt, das Stück CC besteht aus einem Kreise von Messing CC, in welchem sich die Scheibe DD drehet, die in ihrem Centrum mit einer kreisrunden Oeffnung versehen ist O, worin sich eine Glasscheibe befindet, über welche mit dem Diamant die feine Linie ac gezogen ist. Der äußere Umfang von DD ist gezahnt und der Knopf F, der sich in ein Getriebe endigt, setzt diese Scheibe in Bewegung. Eine zweite Glasscheibe, auf welche man die Linie bd mit Diamant gezogen hat, wird unbeweglich unter dem Stücke CC festgehalten. Drehet man, nachdem man die beiden Striche sich hat decken lassen, den Knopf F, so wird dadurch das Stück DD in Bewegung gesetzt, und die beiden Striche kreuzen sich und bilden größere oder kleinere Winkel, welche man mittelst der auf dem Limbus CC angebrachten Theilung abmißt. Die erste Idee dieses kleinen Apparats gehört Hrn. Raspail; mein Goniometer unterscheidet sich von dem seinigen durch eine bessere Anordnung des mechanischen Theils. Mit der am horizontalen Mikroskope angebrachten Camera clara kann man sehr leicht die Winkel der Krystalle messen, man braucht nur den Winkel zu zeichnen und mit einem Transporteur auszumessen.

Der Mensurateur des Hrn. Le Baillif ist ein kleines sehr sinnreiches Instrument, wovon jedoch nur selten Gebrauch gemacht wird, weil es zu wenig bekannt ist.

AB, AB Fig. 12. Taf. 2. ist eine kleine Platte von Holz oder Messing, cc sind zwei kleine durchbohrte Stücke, in welchen sich das Stück ee schiebt, dieses wird durch die Uhrfeder f nach der Linken hin zurückgeschoben. Die Platte AB, AB ist in der Mitte durchlocht und mit einem Glase versehen, worauf mit einem Diamant ein ganz außerordentlich feiner Strich gezogen

⁵⁰⁾ Diese neue Methode habe ich auch bei Teleskopen und Fernröhren behuf Messung von Distanzen etc. in Anwendung gebracht. D. Verf.

ist. Das Stück e, e ist ebenso durchbohrt in o, und in dem Loche eine Glasscheibe befestigt, welche in Bruchtheile des Millimeters getheilt ist. l ist eine Schraube, welche mittelst der in dem Stücke d eingeschnittenen Mutter vor und zurück geht, und deren Ende gegen einen Zapfen in s drückt. Beim Gebrauche befestigt man das Instrument auf der Platine des Mikroskops, bringt es genau in den Punkt, worin man die Theilung und den Anfangsstrich vollkommen sieht, und führt diesen mittelst der Schraube l genau über den ersten Strich der obern Platte. Wenn man nun einen kleinen Körper, z. B. ein Stück Papier, in den Punkt s zwischen das Ende der Schraube und des Zapfens schiebt, so wird der letztere nach der Rechten zurückgeschoben und der Fortschritt der Theilung über den Anfangsstrich des untern Glases giebt die Dicke des Körpers. Was die zur Messung feiner Fäden bestimmten Mikroskope betrifft, so sind sie nichts anders als ein kleines Mikroskop, dessen Ocular mit einem im Focus des ersten Glases feststehenden Mikrometer versehen ist. Man bestimmt im Voraus den Werth dieser Theile, indem man sie mit einem Objectivmikrometer vergleicht, so wie oben gezeigt ist; es ist dann ausnehmend leicht, die auf dessen Platte liegenden Objecte zu messen.

Ich habe diesen Apparat construirt, um die Operation zu erleichtern; denn viele Fabrikanten oder ihre Arbeiter finden Schwierigkeit dabei, das Ocularmikrometer wohl zu richten, und außerdem, ist der Werth dieses Mikrometers einmal bestimmt, so ist schon alles in Ordnung, wenn man das Object auf die Platte legt und durch das Mikroskop beseht, um ein genaues Resultat zu erlangen. Ich ziehe indessen die Camera clara vor; zwei oder drei Versuche reichen hin, um Jeden in den Stand zu setzen, mein Verfahren, welches die feinsten Bestimmungen mit der größten Schärfe giebt, ausüben zu können.

Gegenwärtig würde es überflüssig sein, noch vom Wollaston'schen Mikrometer, den Drathgittern, den auf dem Fuße des Instruments abzunehmenden Mäßen, und dem Winkelmikrometer zu reden; mein Zweck war, diesen Zweig der Wissenschaft zu vereinfachen, und ich glaube, daß ich es erreicht habe. Wollte ich alle bekannt gewordenen Verfahrensarten beschreiben, so würde ich den Leser durch eine Masse unnützer Dinge verwirren, und er würde mir mit Recht vorwerfen, daß ich ihm nichts gegeben hätte, indem ich ihm hätte zu viel geben wollen. Curiose Liebhaber können aus alten Schriften sich Rath's erholen. —

Neuntes Capitel.

Vom Zubehör des Mikroskops.

Wenn man mikroskopische Versuche anstellen will, so muß man zuvor sein Laboratorium ausrüsten. Man erschrecke aber nur nicht sogleich; für mich ist dieser geheimnißvolle Ort nichts anders als die Schieblade, worin das Instrument verschlossen wird, Fächer und über einander gestellte Kästchen ent-

halten den ganzen Apparat, dessen man zu den Experimenten bedarf. Gewisse Schriftsteller haben sogar verlangt, man müsse ein eigenes für das Mikroskop bestimmtes Zimmer haben; so weit gehen meine Ansprüche nicht, obschon ich es erkenne, daß ein solches Laboratorium für Personen, die sich beständig mit dem Mikroskope beschäftigen, sehr nützlich ist, so bedarf ich doch weiter nichts als eines Schrankes oder eines Glaskastens, um den Apparat gegen Staub und Feuchtigkeit zu schützen.

Der Tisch, den das Mikroskop trägt, muß fest und gegen alle Erschütterung geschützt sein; einige Beobachter vermeiden sogar, ihre Brust daran zu legen, damit nicht die Herzschläge eine leichte Erschütterung geben können; es scheint mir jedoch nicht nöthig zu sein, daß die Vorsicht so weit getrieben wird. Die Höhe des Tisches oder des Stuhles richtet sich nach der Größe des Beobachters, mit einem Worte, das Ocular muß sich dem Auge in ungezwungener Lage darbieten, die Stellung des Apparates mag sein welche sie wolle.

Von dem Zubehör des Mikroskops sind schon genannt die gefärbten Gläser, welche über die Linsen geschoben werden können, die Mikrometer, die Camera clara, und die Nicol'schen Prismen zur Polarisation; es bleiben aber noch mehrere unumgänglich nothwendige Instrumente zu beschreiben übrig, voran stelle ich meine veränderlichen Objective und mein Umkehrungsprisma.

Wenn man sich mit mikroskopisch-anatomischen Arbeiten beschäftigt, so ist das zusammengesetzte Mikroskop oft zu stark, oder vielmehr das Gesichtsfeld ist nicht ausgedehnt genug, und es fehlt auch an Raum zwischen der Objectivlinse und der Platine; dieselben Uebelstände zeigen sich beim einfachen Mikroskope. Mein veränderliches Objectiv wird hierbei unumgänglich nothwendig; es besteht aus zwei messingenen Röhren, welche in einander geschoben sind, und durch eine gezahnte Stange und Getriebe in Bewegung gesetzt werden, am Ende jedes dieser beiden Röhren befindet sich eine achromatische Linse von großer Brennweite. Der Apparat paßt an's Mikroskop an der Stelle des Objectivs; mittelst des Getriebes nähert oder entfernt man die Linsen, und kann dadurch eine mehr oder minder starke Vergrößerung bewirken, ohne daß man die Linsen zu wechseln braucht, das Gesichtsfeld ist ausgedehnt und der Raum zur Handhabung der Instrumente groß genug. Ein ausgezeichnete Anatom, der Dr. Bourgery, macht häufigen Gebrauch von einem solchen, an eins meiner großen Mikroskope angebrachten Objective. Zuweilen bringe ich auch diesen Apparat unter der Platine an, und erhalte so einen veränderlichen Condensator, der unter Umständen sehr nützlich werden kann. Seit mehreren Jahren habe ich diese Vorrichtung an meinen achromatischen Fernröhren angebracht, und Resultate erlangt, die mich veranlassen haben, dieses neue System anzunehmen. Die Fig. 16. Taf. 2. stellt das Objectiv vor. T äußeres Rohr, t immer im ersten verschiebbar, V oberes, V' unteres Glas, B Knopf des Getriebes, wodurch das Rohr t bewegt wird.

Fig. 16^a. zeigt ein viel stärkeres Objectiv ohne Zahn und Getriebe.

Das Umkehrungs-Prisma (*prisme redresseur*) ist ein für Anatomen nicht entbehrliches Stück. Alle, welche gewohnt sind, mit dem Mikroskope umzugehen, wissen sehr wohl, wie schwierig es ist, mit Sicherheit

das Messer auf der Platine zu führen, indem die sich kreuzenden Strahlen ein verkehrtes Bild des Object's geben; wenn man daher mit dem Messer eine Bewegung nach der linken Seite macht, so scheint es sich nach der rechten Seite des Object's zu bewegen und so umgekehrt.

Mein Apparat ist sehr einfach, ein rechtwinkliges Prisma, welches in einem messingenen Rohre befestigt ist, das auf das Ocular des Mikroskops gestellt wird. Die Basen des Prismas sind gegen die Wände des Rohrs gekehrt. Mit diesem Instrumente kann man dem Objecte seine rechte Lage wiedergeben, ja selbst es nach allen Seiten drehen. Indem die Lichtstrahlen das Ocular verlassen, werden sie gezwungen, durch das Prisma zu gehen; es bewirkt aber dasselbe mit dem Prisma des Apparates selbst eine vollständige Aufhebung der durch die Kreuzung der Strahlen entstandenen Umkehrung. Zuweilen ist es sehr schwierig, den Bewegungen der kleinen Thiere, welche jeden Augenblick ihren Platz verändern, zu folgen; mit Hülfe des Umkehrungs-Prismas wird man nicht dem ausgesetzt, daß man den Objectträger in einem umgekehrten Sinne verschiebt, wenn man das Thierchen wieder auffinden will. Ein herrlicher Apparat für anatomische Arbeiten und Nachforschungen entsteht, wenn man an einem Mikroskope dieses Prisma und das veränderliche Objectiv anbringt, wovon schon oben die Rede gewesen ist.

Fig. 17. Taf. 2. ABCD ein Rohr von Messing.

P das Umkehrungs-Prisma (*prisme redresseur*).

O die Oeffnung für das Auge.

E das Rohr von oben gesehen.

Es ereignet sich zuweilen, daß die Beweglichkeit gewisser Objecte ein Hinderniß selbst für den geduldigsten Beobachter wird; ein anderes Mal will man auch wol die Modificationen studiren, welche eine Veränderung in der Gestalt der Körper hervorbringt, wenn sie Flüssigkeiten enthalten oder einen Druck erleiden. Man hat mehrere Instrumente ausgedacht, auf die Objecte einen allmählichen Druck hervorzubringen, und ihnen den Namen *Compressorium*, *Compresseur*, oder *Quetscher* gegeben. Ich glaube, ohne es jedoch versichern zu können, daß das erste *Compressorium* von den Hrn. Purkinje und Valentin erfunden wurde; er besteht aus einem kleinen Cylinder, auswärts mit einem Schraubengange und inwendig mit einer Glasscheibe versehen, worauf das Object gelegt wird. Ein kleiner Hut, der inwendig denselben Schraubengang hat und dessen obere Oeffnung durch ein sehr dünnes Glas geschlossen ist, schraubt sich auf den Cylinder, und wenn beide Stücke vollständig vereinigt sind, so befindet sich das Glas des Deckels in Berührung mit dem Glase des Cylinders. Der kleine Apparat wird auf einer Messingplatte befestigt, welche ihn auf der Platine des Mikroskops fest zu halten dient. Um ein Object zu prüfen legt man es auf das Glas des Cylinders, und schraubt allmählich den Deckel herunter, so daß der Körper bald mit weniger oder mehr Kraft gedrückt wird. Allein indem man den Hut schraubt, kann durch die Drehung des Glases das Object zerstört oder zerrissen werden. Hr. Cornelius Barley in London beschrieb diesen Apparat in einem Memoire, welches 1832 erschien.

Hr. Solly hat mir mit einem beinahe ganz ähnlichen, aber sehr glück-

sich verbesserten Compressorium ein Geschenk gemacht. Die verschiedenen Stücke desselben sind wie bei dem vorigen, nur daß der Hut sich nicht drehet, sondern durch einen mit einem Schraubengewinde versehenen Ring in Bewegung gesetzt wird, der sich bloß drehen, aber nicht von der Stelle bewegen kann. Ich hatte schon mehrere dieser Quetscher verfertigt, als der Dr. Gluge mir einen neuen von Hrn. Schick in Berlin verfertigten zeigte, den ich sofort beschreiben will, weil er von dem Beobachter gewöhnlich gebraucht wird.

Fig. 18. Taf. 2. **AB** eine kleine messingene Platte in der Mitte mit der runden Oeffnung **C** versehen. **D** ein horizontal um den Zapfen **E** drehbares Stück, hat am einen Ende ein Paar Lappen **F**. **G** ein Hebel, welcher sich um den, durch die Lappen **F** gesteckten Stift drehet. **H** eine halbkreisförmige Gabel, welche mit einem Zapfen in dem Ende des Hebels steckt, dieselbe enthält den um den Zapfen **LL** drehbaren Ring **I**. Am andern Ende des Hebels befindet sich eine Schraube mit gerändeltem Kopfe **K**, die mit dem andern Ende in einer Rinne in dem Stücke **D** steht. Wenn man die Schraube **K** losschraubt, so drückt eine kleine zwischen **D** und **G** angebrachte Feder den Arm **G** des Hebels herunter und hebt den andern Arm, der den Ring trägt. Die Oeffnung **C** und der Ring **I** sind mit Plangläsern versehen, das des Ringes muß sehr dünn sein. Wenn man dieses Instrument gebrauchen will, so drehet man das Stück **D** um den Zapfen **E**, nachdem man zuvor die Schraube **K** gelöst hat, bringt dann ein Object auf das Glas der Oeffnung **C**, führt den Ring **I** über das Glas und zieht die Schraube **K** sanft an. Wenn die beiden Platten beinahe in Berührung sind, bringt man den Apparat auf die Platine des Mikroskops, wo man nach Belieben die Objecte mittelst der Schraube **K** noch zusammendrücken kann. Man muß jedoch von Zeit zu Zeit das Mikroskop stellen, denn der Druck auf die Objecte bringt sie weiter herunter, und somit aus dem Focus. Dieser Quetscher übertrifft alle andern, die Bewegung ist regelmäßig, die Schraube ist zur Seite des Apparats, und man braucht daher auch nicht, wie bei den andern, die Hand auf die Mitte der Platine zu bringen, um den Hut oder die Zwinge zu drehen; die Berührung der beiden Gläser ist vollkommen vermöge der beiden Zapfen **L** und **P**, welche dem Ringe **I** erlauben, sich zu senken und dabei beständig die parallele Lage gegen die Platte **AB** zu behalten. Der Zapfen **E** endlich erleichtert sehr die Präparation der Objecte, weil man den obern Theil des Apparats, während man dieselbe auf dem Glase **C** vornimmt, zur Seite drehen kann.

Der Elektricitäts-Leiter (*Conducteur électrique*) ⁵¹⁾ Fig. 19. Taf. 2. ist mir von Hrn. Plöfel in Wien zugesandt; ich will ihn beschreiben, das Weitere geht aus der Figur hervor.

AB eine Messingplatte, **C** ein in der Mitte derselben befestigter, mit einem Glase **D** versehener Ring. **EE** kleine Röhren, worin die Zapfen der Stücke **FF** stecken; diese Röhren sind, um fester anzuschließen, gespalten. **GG** Röhren, welche sich in den Gewinden **FF** drehen und die sehr engen Glasröhren **aa**, **aa** enthalten; **bb** Platinadräthe, durch diese Glasröhren ge-

⁵¹⁾ Es ist der bekannte sog. allgemeine Auslader von Genh im Kleinen. D. Uebs.

zogen, deren eines Ende in einen Ring gebogen ist, und das andere auf die Platte **D** kommt. Die Art, dieses Instrument zu gebrauchen, ist sehr einfach; man vereinigt die Leitungsdräthe einer Elektrifirmaschine mit den Ringen **b, b** der Platindräthe und stellt deren freie Enden einander gegenüber. Man begreift, daß man auf diese Weise Flüssigkeiten oder feste Körper der Einwirkung der Elektricität unterwerfen, und die Erscheinungen mit dem Mikroskope beobachten könne, welche sie hervorruft.

Die Zugplatine (*platine à chariot*) ist ein sehr wichtiges Zubehör. Es ist sehr schwer, genau den Weg oder die verschiedenen Bewegungen der Infusorien ohne eine solche Platine zu verfolgen. Wenn die Thierchen sich auf einem Glasstreifen befinden, so kann man mit der bloßen Hand denselben nicht regelmäßig genug bewegen, und man verliert sehr oft viele Zeit, um dasselbe Individuum wieder zu finden, oft gelingt es nicht einmal, ihm wieder zu begegnen. Der Mechanismus der beweglichen Platine ist so zusammengesetzt, daß man die obere Platte nach allen Richtungen bewegen kann. Der Apparat besteht aus 3 übereinanderliegenden Platten; die untere wird am Mikroskope festgemacht und bleibt unbeweglich, die beiden andern schieben sich in Falzen, nach zwei um einen rechten Winkel verschiedenen Richtungen, die eine vor und zurück, die andere seitwärts. Bewegt man beide Platten zugleich, so kann man einen schrägen oder diagonalen Weg damit verfolgen.

Die 3 Platten sind mit runden gleich großen Oeffnungen versehen und werden durch eine Schraube und ein Getriebe mit gerändelten Scheibenköpfen, welche an den Seiten angebracht sind, in Bewegung gesetzt. Die beschriebene Zugplatine oder der Wagen (*chariot*) ist von Turrel, Fig. 20. Taf. 2. Bei meinen großen Mikroskopen wende ich eine rücksichtlich des Effects ähnliche Platine an, welche ich aber so construirt, daß bei den starken Vergrößerungen der Gang nicht so rasch und von allen ruckweisen Verschiebungen frei ist. Auf der obern Platte bringe ich ein schwarzes Glas an, welches sehr nützlich ist, um den Angriff chemischer Substanzen auf das Messing zu vermeiden. Der Herzog de Chaulnes hat mehrere Zeichnungen solcher Instrumente in der Beschreibung seines Mikroskops gegeben, und seit Hr. Amici, welcher eine bewegliche Platte bei seinem Apparate angebracht hat, sind dergleichen unter verschiedenen Formen gemacht. Der Dr. Poisseuille hat einen pneumatischen Objectträger construirt, um die lebenden organischen Körper unter verschiedenem atmosphärischen Drucke untersuchen zu können. In England und Deutschland hat man bei den Zugplatinen die Schraubenköpfe behuf mikrometrischer Operationen mit Eintheilungen versehen; auch Hr. Amici wandte dieses Verfahren an, denn er hatte selbst noch nicht den vollen Werth seiner so glücklich angebrachten *Camera clara* erkannt.

Der besondern Berücksichtigung der Beobachter empfehle ich meine durchsichtigen Kapseln (*boîtes*) mit ebenen Flächen; lange Zeit gebrauchte man zur Beobachtung gewisse in Flüssigkeiten befindliche Körper, Röhren oder kleine Gläschen, und noch nicht lange ist es her, daß ausgezeichnete Optiker und Beobachter in England dieselben noch anwendeten, wie man aus der Abbildung ihrer Apparate in den neuesten Abhandlungen über Mikroskope noch sieht. Diese Methode ist schlecht, denn die krummen Flächen des mit

Wasser gefüllten Glases können nicht zu gleicher Zeit im Focus der Linsen sein, und die vom Objecte ausgehenden Strahlen erleiden verschiedene Brechungen, welche der Reinheit des Bildes schaden. Wenn man einen Druck auf das Object ausüben muß, so kann er nicht gleich sein auf allen Punkten, wenn der zusammenpressende Theil nicht dieselbe Krümmung wie die Wände des Gefäßes hat, und ist das Object ein lebendes Wesen, so kann es an den Seiten durch den Spielraum ent schlüpfen, auch würde ein besonderer Apparat erforderlich sein, um die Fläschchen festzuhalten. Seit mehreren Jahren verfertige ich Kapseln, welche aus vier durch einen besondern Kitt vereinigten Glasstreifen bestehen. Alle Flächen derselben sind eben, und man befestigt sie auf der Platine mittelst messingener Haste. Für das Sonnenmikroskop sind sie ganz und gar nicht zu entbehren. Ein gleichfalls ebener Glasstreifen, dessen Ränder in Berührung mit den äußern Wänden der Kapsel sind, schiebt sich darin auf und nieder, um den innern Raum derselben zu vermehren oder vermindern. Diese Platte ist sehr nützlich, wenn man, wie Hr. C. Barley, die jungen Chara⁵²⁾ untersuchen will, die man in demselben Gefäße wachsen läßt, worin man sie beobachtet; man bringt sehr leicht die kleine Pflanze gegen die Wände der Kapsel, wo man sie absorbirt, und geht dabei eben so zu Werke, als wenn man ein lebendes Wesen festhalten oder zusammendrücken will.

Der Fanglöffel (*cuiller à filet*) ist erforderlich, wenn man zwischen mehreren Individuen in einem Gefäße eins aussuchen will; man kann ihn sich selbst verfertigen, indem man ein Stück Metalldraht in einen Ring biegt, auf welchem man ein Stück feiner Gaze befestigt. Will man eine Wahl treffen, so schiebt man den Löffel langsam unter einen oder mehrere Individuen, und zieht sie, ohne die Flüssigkeit zu sehr zu bewegen, heraus. Zuweilen gebraucht man auch statt des Löffels ein schlank ausgezogenes Glasrohr, welches man mit einem Finger verschließt und in die Flüssigkeit taucht, indem man es über den Punkt führt, wo die Thierchen versammelt sind; man hebt nun den Finger in die Höhe, vermöge des hydrostatischen Gesetzes steigt das Wasser in dem Rohre in die Höhe, und die darin enthaltenen Körper folgen gewaltsam demselben Wege. Man braucht nun nur die Deffnung des Rohrs mit dem Finger wieder zu verschließen, und kann so die Flüssigkeit auf eine Glasplatte oder in ein Gefäß mit ebenen Wänden übertragen. Diese Manier, die Thierchen zu fischen, ist sehr zweckmäßig und erleichtert die Untersuchungen, weil dadurch die Flüssigkeit von den übrigen Schmutztheilen in dem großen Gefäße getrennt werden kann⁵³⁾. Hr. C. Barley gebraucht ein ähnliches Rohr, um die Umgebung der Infusorien zu reinigen, indem er einige Tropfen schwach mit Salpetersäure angesäuerten Wassers daran bringt; ich werde auf dieses Verfahren zurückkommen. Fig. 21. Taf. 2. giebt einen anschaulichen Begriff von diesem Verfahren.

Die Fächer des Instrumentenkastens müssen außerdem noch ein Paar

⁵²⁾ Chara, Armleuchter, eine Wasserpflanze. D. Uebs.

⁵³⁾ Ledermüller wandte ein solches Rohr häufig an; siehe dessen Mikroskopische Gemüths- und Augenergöhung. D. Verf.

kleine Pressen zum Festhalten kleiner Objecte, einen Pinsel zum Reinigen der Gläser, Scheeren mit langen Griffen und mit Federn, kleine Scalpelle oder Lanzetten, Spizen in Hefen, oder vielmehr ein Assortiment gerader und krummer Nadeln von verschiedener Größe enthalten. Die letzten befestigt man in einem kleinen Stiele mit Schiebern, ungefähr so wie die Crayons zur Kreide, deren man sich beim Zeichnen bedient; hat man ein solches Instrument nicht, so steckt man die Nadeln in ein Hest von weichem Holze. Ein kleines Glas mit Firniß oder Canadischem Balsam, ein Durchschlag, Glasstreifen und eine Auswahl gut präparirter Probeobjecte vervollständigen das Arsenal des Beobachters. Ich lege besondere Wichtigkeit auf die kleinen Quadrate oder Scheiben von sehr dünnem Glase; denn der Glimmer, dessen man sich sonst bedient, zerbricht sehr leicht und besitzt auch keine vollkommene Durchsichtigkeit. Die Glimmerblättchen haben beinahe in allen Richtungen Streifen, welche durch die Vergrößerung stark hervortreten, und welche durch die geringste Reibung noch zahlreich vermehrt werden. Im Jahre 1825 habe ich schon sehr dünne Glasblättchen verfertigt, welche bei den stärksten Vergrößerungen gebraucht werden können, und seit der Zeit habe ich kaum den zahlreichen Bestellungen genügen können, die von den Liebhabern an mich ergangen sind.

Die Uhrgläser, welche gar nicht gebraucht werden müssen, will ich gar nicht erwähnen, und eben so sind alle Gefäße mit convexen oder concaven Flächen gänzlich zu verwerfen.

Zehntes Capitel.

Von der Auswahl eines guten Mikroskops.

Test-objects. — Probeobjecte.

Die merkwürdigen Fortschritte und die Ausbreitung der Wissenschaften in Beziehung auf das Mikroskop sind die besten Beweise, welche man von der Stufe der Vervollkommnung liefern kann, zu welcher das Mikroskop seit einigen Jahren gelangt ist. In den ersten Zeiten waren die Untersuchungen ohne Unterlaß durch die schlechte Einrichtung des mechanischen Theils behindert, und es war wirklich kein leicht zu lösendes Problem, die Beweglichkeit mit der Festigkeit zu verbinden, ohne den Apparat zu überladen und den Beobachter durch eine Menge von Trägern, Schrauben u. dgl. zu verwirren. Als man nun endlich dahin gekommen war, diese ersten Schwierigkeiten zu besiegen, so behielt doch der, im engeren Sinne so genannte optische Apparat noch alle seine Unvollkommenheiten.

Endlich ward das Mikroskop ganz von neuem geboren; die Gelehrten nahmen sich desselben an, und die Wissenschaft ward durch diese neue Eroberung bereichert.

Der mechanische und der optische Theil des Apparats sind die beiden Hauptgrundlagen, und ich will jetzt genauen Unterricht ertheilen, welche

Eigenschaften ein gutes Mikroskop in beiden Beziehungen haben muß. Allein es genügt nicht bloß, diese Eigenschaften anzugeben, es muß auch eine Anweisung gegeben werden über die Art und Weise, wie man sich wegen derselben versichern muß.

Es war zu diesem Zwecke ein Mittel von großer Wichtigkeit, Proben anzugeben, durch welche man die Mängel entdecken, und die guten Eigenschaften klar darthun kann.

Die Astronomen begnügen sich nicht mehr damit, daß sie die Planeten und ihre Trabanten gut sehen können, wie vor der Entdeckung der Doppelsterne und der Nebelflecke, nein diese letztern müssen auch ein Prüfungsmittel für die Fernröhre abgeben.

Weswegen sollte das Mikroskop nicht auch ein ähnliches Mittel zur Controle haben? Es war vorauszusehen, daß von der Entdeckung desselben die Zukunft des Instruments abhängen würde; denn die Erkennung der Unvollkommenheiten ist der erste Schritt zur Vervollkommnung, und daher die Einführung der Test-Objects in die mikroskopischen Wissenschaften gewiß unter die Zahl der glücklichsten neuen Ideen zu setzen.

Zuerst wollen wir den Mechanismus des Instruments prüfen, weil es am leichtesten ist, darüber ins Reine zu kommen.

Welche zahlreiche Veränderungen hat man nicht mit dem mechanischen Theile des Mikroskops vorgenommen! Einige wollten für jede Art von Beobachtung einen besondern Apparat, und es ist noch nicht lange her, daß man andere Mikroskope für wässerige Objecte, andere für lebende Körper u. s. w. verfertigte; ich halte den Mechanismus für den besten, der zu der größten Zahl von Beobachtungen anwendbar ist, und damit die größte Festigkeit vereinigt. Dieser unablässig verfolgte Gedanke führte mich von Veränderungen zu Veränderungen, bis zuletzt zu der Form, welche ich gegenwärtig in Ausführung bringe. Die Details der Construction, welche für den Mechaniker kein Interesse haben können, übergehe ich mit Stillschweigen.

1. Alle Theile, welche den Mechanismus bilden, müssen auf das vollkommenste ajustirt sein. Man kann sich leicht davon vergewissern, denn der geringste Fehler dagegen giebt Veranlassung zu unregelmäßigen ruckweisen Bewegungen und Verrückungen des Objectes, deren kleinste sich schon dem Auge darthun und auch nicht die einfachste Beobachtung erlauben.

2. Um alle zu starken Reibungen zu vermeiden, verfertige man die verschiedenen Schieber, vierkantigen Hülsen, Schrauben u. s. w. von verschiedenen Metallen. Ich glaube kaum, daß es nöthig ist, diesen zweiten Satz weiter zu erklären; wenn man die verschiedenen Theile verschiebt, wird man ohne Mühe die Genauigkeit oder Rohheit der Bewegungen wahrnehmen.

3. Von der größten Wichtigkeit ist es, daß die verschiedenen Theile vollkommen centrirt sind.

Wenn dieses nicht der Fall ist, und die übereinander befindlichen Theile nicht in derselben Axe liegen, so können die Gläser nicht genau mit einander correspondiren, oder wenn die andern Theile des Apparats sich nicht auf eine gehörige Weise gegen die Gläser bewegen, so wird es unmöglich sein, die Objecte zu unterscheiden, oder sie in eine dem Beobachter bequeme Lage zu bringen.

4. Bei dem zusammengesetzten Mikroskope muß der optische Theil unbeweglich sein.

Wenn die genaue Stellung durch eine Bewegung auf den Körper des Instruments selbst hervorgebracht wird, so muß das Auge, welches sich vor dem Oculare befindet, den verschiedenen Veränderungen folgen, und wenn es sich ereignet, daß man den Rand der Augenhöhle an das Instrument bringt, so kann das Gewicht des Kopfes, welches dann auf dem Tubus ruht, leicht geringe Veränderungen hervorbringen; auch die kleinste unfühlbare Bewegung, man vergesse es nicht, zerstört sofort die Reinheit des Bildes, und deshalb muß der Objectträger allein beweglich sein. Diese Bewegung muß aber auch eine außerordentlich präcise Bewegung und fleißige Arbeit haben. Wenn auf der einen Seite die Beweglichkeit des Instruments schädlich ist, so wird auf der andern die unvollkommene Bearbeitung der Theile des Objectträgers und seines Mechanismus nothwendig dieselben Resultate zur Folge haben. Die Bewegungen vor- oder rückwärts, oder die Seitenbewegungen, müssen eben so genau sein, wenn sie, statt dem Beobachter zu Hülfe zu kommen, nicht demselben hinderlich sein sollen; auch sind Vorrichtungen nöthig, um die Grenze der Bewegung zu bestimmen, damit die Stücke wieder genau in ihre ursprüngliche Lage gebracht werden können. Alle diese Verrückungen vermeidet man bei der Zugplatine (dem Wagen).

Ich habe auf die Unbeweglichkeit des Körpers des Instruments gedrungen, weil es feststeht, daß man durch das Centrum der Linsen am reinsten sieht, und weil es durchaus erforderlich ist, daß Linsen, Object und Spiegel in derselben Axe liegen, abgesehen von der sonst erforderlichen Bewegung des Spiegels und des Objectes; Grundsätze, die ich schon 1823 aufgestellt habe.

Diese Bemerkungen sind zum Theil auch anwendbar auf die einfachen Mikroskope; allein wenn man sie bei anatomischen Arbeiten gebrauchen will, muß die Platine unbeweglich sein, wie schon im zweiten Capitel gesagt ist.

5. Die Röhren, worin sich die Linsen des zusammengesetzten Mikroskopes und die Oculare befinden, müssen à bayonette mit dem Körper des Instruments verbunden sein. Die Doubletten passen mit Friction in die Ringe des einfachen Mikroskops. Bei der Verbindung à bayonette hat man nicht die Veränderungen zu befürchten, welche aus der geringsten Unvollkommenheit einer Schraube entstehen können; man gebraucht weniger Zeit, um die Stücke auszuwechseln und ist versichert, daß sie immer wieder in dieselbe Lage kommen; ich wende diese Verbindungsart, wo es nur irgend möglich ist, bei allem Zubehör an.

6. Von den Vortheilen, welche die Stellschraube für die langsame Bewegung und die veränderlichen Blendungen giebt, ist schon die Rede gewesen, und wir brauchen hier uns nicht noch einmal dabei zu verweilen; auch von der allgemein gebrauchten Ueberziehung des Innern der Röhre mit schwarzem Sammet braucht nichts weiter gesagt zu werden.

7. Mit der größten Leichtigkeit muß das Instrument aufgestellt und auseinandergenommen werden können; auch müssen die einzelnen Theile, woraus es zusammengesetzt wird, so in die Fächer des Kastens eingepaßt sein, daß jedes Herumrollen oder Zusammenstoßen vermieden wird.

8. Endlich muß ein gutes Mikroskop sich nach allen Bedürfnissen fügen, und alle verlangten Stellungen annehmen können, auch ohne Veränderung in ihnen beharren; die Einfachheit der Formen, des Mechanismus und des Zubehörs ist auch noch eine schätzbare Eigenschaft.

Jetzt zu dem Hauptpunkte, ohne welchen die beste und sinnreichste mechanische Vorrichtung ein unbeseelter Körper, eine Materie ohne Leben ist.

1. Die verschiedenen Gläser, welche im Mikroskope zusammengesetzt werden sollen, müssen aus einer sehr durchsichtigen und reinen Masse mit der allergößten Sorgfalt geschliffen werden.

2. Die beiden Oculargläser, oder, um richtiger zu reden, das Ocular- und das Collectivglas, müssen ihre Converität gegen das Objectiv kehren. Die Schrauben an ihrer Fassung müssen sehr gut geschnitten sein, damit es keine Schwierigkeit macht, nach der Reinigung sie wieder an ihren Platz zu bringen.

3. Es ist wichtig, daß die Linsen vollkommen centriert, und daß die Gläser, welche sie bilden, zusammengeklebt und in den Fassungen befestigt sind.

Es würde leicht sein, diese Vorschriften zu vervielfältigen; aber ist es nicht besser, lieber sofort die Mittel anzuzeigen, wodurch die Wirksamkeit des Instruments erkannt wird.

Die eben erwähnten Eigenschaften sind leicht zu erkennen, aber sie genügen nicht; vor allen kommt es auf ihr Zusammenwirken an, und in dieser Beziehung müssen sie noch einer Prüfung unterworfen werden. Wie viele dem äußern Anscheine nach vollkommene Instrumente können in dieser Probe nicht bestehen?

Der Dr. Goring gilt fast allgemein für Denjenigen, welcher die Test-objects in die Wissenschaft eingeführt hat; ich muß jedoch, jede Zumuthung von Parteilichkeit zurückweisend, hier sagen, daß lange vor dem Bekanntwerden des Mémoires des englischen Doctors, Hr. Le Baillif (1823) schon die Mikroskope durch Beobachtung der Streifen auf Schmetterlingsflügeln, der peitschenförmigen Anhängsel der Samenthierchen, der mikrometrischen Theilungen ic. geprüft hat. Ich besitze selbst ausgemalte Zeichnungen, welche mehrere dieser Objecte vorstellen und von Hr. Le Baillif gezeichnet sind.

Da es nicht unmöglich wäre, daß ich der Anklage nicht entginge, als wolle ich das Verdienstliche der Arbeiten des Hrn. Dr. Goring heruntersehen, so beantworte ich sie im voraus dadurch, daß ich auf die freundschaftlichen Verhältnisse, in welchen ich mit dem gelehrten Hrn. Doctor stehe, eine mehrere Jahre hindurch fortgesetzte Correspondenz und die häufigen Entlehnungen aus seinen Werken mich beziehe. Ich kann noch hinzufügen, daß, weit entfernt, den Forschungen des Hrn. Goring etwas zu schaden, die Versuche des Hrn. Le Baillif die Trefflichkeit dessen Verfahrens bestätigen; warum sollte nicht derselbe Gedanke gleichzeitig in dem Geiste zweier, durch ihr Beobachtungstalent und die Richtigkeit ihrer Wahrnehmungen so merkwürdigen Männer entstanden sein können?

Es scheint, daß Hr. Goring auf die Entdeckung der Test-objects durch eine Stelle Leeuwenhoecks, welche sich auf den Schmetterling der Seidenraupe bezieht, geführt ist. Bei dem Studium der Tests erkannte der

englische Gelehrte zwei verschiedene Eigenschaften des Mikroskops, die eine nannte er die durchdringende Kraft (*pouvoir pénétrant*), die andere die bestimmende Kraft (*pouvoir définissant*); die erstere hängt von der Deffnung der Linsen ab, die zweite steht im umgekehrten Verhältnisse mit der chromatischen und sphärischen Aberration. Ich glaube, man kann einen hinreichend genauen Begriff von diesen Eigenschaften geben, wenn man sagt, die penetrirende Kraft enthüllt die innerste Structur der Körper, wie die definirende Kraft die Kenntniß ihrer Gestalt und ihres äußeren Ansehens. Die erste ist vorzüglich anwendbar für durchsichtige, die zweite für undurchsichtige Körper. Ein Mikroskop kann im hohen Grade die eine dieser Kräfte, z. B. die penetrirende, besitzen, während seine definirende Kraft weniger stark ist, und umgekehrt; ein ganz vollkommenes Instrument vereinigt beide Eigenschaften.

Der Dr. Goring macht 2 große Abtheilungen unter den Tests.

1. Durchsichtige Test-objects zur Ausmittelung der penetrirenden Kraft.

2. Undurchsichtige Test-objects für die definirende Kraft.

Ich will aus dem *Microscopic cabinet* eine Stelle im Auszuge geben; denn es scheint mir wichtig zu sein, diese zu citiren, bevor ich zu den eigenen Arbeiten übergehe.

»Man findet oft sehr leicht zu erkennende Schuppen und Federchen⁵⁴⁾ unter den schwierigsten Objecten; ich bemerke, daß man Schuppen von dunkler Farbe viel leichter wahrnimmt, und daß schwarze gar nichts beweisen; dagegen je durchsichtiger das Gewebe ist, desto schwieriger ist dessen Structur zu unterscheiden. Auch auf die Dimensionen, die Länge und Breite der Objecte ist Rücksicht zu nehmen; denn in gewissen Fällen sind lange und schmale Schuppen sehr schwer und kurze breite sehr leicht«

Man darf also nicht ohne Unterschied alle Federchen anwenden; es ist daher von Wichtigkeit, die Merkmale derjenigen kennen zu lernen, welche den Vorzug verdienen.

Ich will jetzt zuerst die Liste der von dem Dr. Goring vorgeschlagenen Test-Objects mittheilen, dann, mit Zugrundelegung der Arbeiten des Dr. Goring, ihre unterscheidenden Merkmale beschreiben und schließlich meine eigenen Ideen in Beziehung auf diesen kizligen Gegenstand auseinandersetzen.

Liste der Test-Objects des Dr. Goring.

Für die Penetration.

1ste Abtheilung. Leichte.

Schuppen von } *Petrobius maritimus*.
 { *Lepisma saccharina*.

⁵⁴⁾ *Plumules*, Federchen, eine Benennung, die von Le Vaillif den kleinen Schuppen der Schmetterlingsflügel gegeben ist. D. Uebsf.

2te Abtheil. Mittlere.
 Federchen von **Morpho menelaus.**
Alucita pentadactyla.
 — **hexadactyla.** ⁵⁵⁾
Lycaena argus.
Tinea vestianella.

3te Abtheil. Schwere.
 Federchen von **Pieris brassica.**
 Schuppen von **Podura plumbea.**

Für die Definition.

Haare von Mäusen und Fledermäusen.
 Blättchen von einer unbekanntem Moosart zum Geschlecht
Hypnum gehörig.
 Gefleckte Schuppen von **Lycaena argus.**

Unterscheidende Merkmale.

1. *Lepisma saccharina.*

Man wendet die frischen Schuppen an; wenn das Insect schon seit längerer Zeit todt ist, so steht zu befürchten, daß man sie beim Abnehmen zerstört.

Die Längsstreifen divergiren, von ihrem Ursprungsorte ausgehend, nur sehr wenig; sie erscheinen glatt oder vierkantig wie die einiger Muschelarten; außer diesen sind auch noch andere Streifen da, welche mehreren Richtungen folgen. Auf die Reinheit der Zwischenräume, welche die Streifen trennen, kommt es hauptsächlich an.

2. *Petrobius maritimus.* Findet sich unter den Steinen am Ufer des Meeres; die Gestalt der Schuppen ist der der vorhergehenden beinahe gleich, aber sie sind länger und die transversalen Streifen sind deutlicher.

3. *Morpho menelaus* (Amerika).

Die wie Ziegel in der Mitte der oberen Fläche der Flügel liegenden Federchen sind matt blau und einige beinahe schwarz; die erstern sind viel breiter und dürfen allein nur als Tests gebraucht werden; sie haben Längen- und Transversal-Streifen, welche den Fugen einer Backsteinmauer ähnlich sind. Diese Streifen und ihre Zwischenräume müssen sehr bestimmt erscheinen, selten kann man jedoch alle die transversalen Streifen zugleich sehen. Man muß diese Federchen mit vieler Sorgfalt abnehmen, denn sie werden leicht verdorben und die transversalen Streifen gehen verloren.

4. u. 5. *Alucita pentadactyla et hexadactyla.* Man gebraucht die von dem Körper, nicht die von den Flügeln abgenommenen Federchen; sie sind durchsichtig, gewöhnlich mehr breit als lang, und nicht symmetrisch, oft mit einem zarten unegaln und membranösen Gewebe (trame) bedeckt, welches die Linien verbirgt. Die Längsstreifen sind nicht schwer zu unterscheiden, aber sie liegen so nahe, daß es einer beträchtlichen Vergrößerung

⁵⁵⁾ *Orneodes hexadactylus* Latr. u. Lin. D. Uebf.

und einer angemessenen Beleuchtung bedarf, um sie von einander zu trennen. (Selten.)

6. *Lyceana argus*. Die Federchen der untern Fläche des Flügels, schön gelb, die Zwischenräume sehr durchsichtig. Von den punktirten Federchen später.

7. *Tinea vestianella*. Kleine Federchen von der untern Fläche der Flügel. Dieses Probeobject gehört nicht zu den sehr schweren, aber es gehört ein herrliches Mikroskop dazu, um die Streifen rein sehen zu können.

8. *Pieris brassica*. Man muß die blassen, dünnen, herzförmigen Federchen, deren Wurzel mit einem haarigen Büschel versehen ist, und welche auf gewissen Theilen des Flügels gegen einander liegen, auswählen. Sie sind sehr durchsichtig, gelblich, und ihre Oberfläche ist selten glatt. Durch schräge Beleuchtung kann man die Längsstreifen sehr wohl unterscheiden. Unabhängig von den transversalen und Längsstreifen giebt es noch zwei Ordnungen von schrägen Linien, welche jedoch viel blasser als die andern und niemals vereinigt sind; sie sind schwer zu sehen; es gehört dazu eine schräge Beleuchtung und ein nicht zu lebhaftes Licht.

9. *Podura plumbea*. Sie werden in feuchten Gehölzen, Sägespänen und Kellern gefunden; man kann diese Insecten nicht leicht fangen, doch kann man es auf folgende Art: Man bestreuet ein schwarzes Stück Papier mit Mehl, und legt es an einen Ort, wo die Poduren sich aufhalten; einige Stunden nachher wirft man das Papier in einen gläsernen Topf, den man ins Helle bringt; sie springen dann von dem Mehle in den Topf, worin man sie aufbewahren kann. Der Leib und die Füße dieses Insects sind mit sehr zarten Schuppen bedeckt, die man mit Vorsicht auffammeln muß; es ist sehr weich und wird leicht zerquetscht, die herausfließende Feuchtigkeit hängt sich an die Schuppen und macht die Streifen unsichtbar. Ich habe diese Linien nie mit einer geringeren als 350fachen Vergrößerung unterscheiden können; man kann sie aber auch mit einer guten Doublette und Wollaston'schen Beleuchtung sehen; ihre Durchsichtigkeit steht im umgekehrten Verhältnisse zu ihrer Größe; ihre Formen sind verschieden, aber sie zeigen einen spitzen Winkel. Mit einem guten Mikroskope und paßlicher Beleuchtung bemerkt man eine Reihe von Linien oder Erhöhungen, die nach verschiedener Art geordnet sind, bald sind sie gerade und von zwei Ordnungen schräger Linien durchschnitten, bald wellenförmig. Von diesen hat man bis jetzt die Anordnung nicht erkennen können.

Allgemeine Regel: Je kleiner die Schuppen sind, desto schwieriger ist das Probeobject.

Hinsichtlich der undurchsichtigen oder Tests für die definirende Kraft des Mikroskops findet man im *Microscopic cabinet* nichts über ihre Merkmale; der Verfasser verweist auf die Kupfertafeln dieses Werkes, und ich will hier nur die Federchen von *Lyceana argus* anführen, von denen schon die Rede gewesen ist. Diese Federchen, welche von der unteren Fläche der Flügel genommen werden, gleichen nach ihrer Gestalt einer mit Flecken bedeckten Rackette. Sie scheinen aus zwei zarten Schichten zu bestehen, von denen die obere regelmäßige Reihen von konischen Stacheln bildet, welche sich sehr deut-

lich zeigen müssen. Trifft das Licht von der Seite, so verwischen sie sich und gleichen einer mit zitternder Hand gezogenen Linie.

Die schon beträchtliche Zahl der **Test-objects** läßt sich noch vermehren; so sind die Blutkugeln der verschiedenen Thiere, die peitschenförmigen Anhängsel der Samenthierchen und Infusorien, die zitternden Härchen der Ixodern u. s. w. ebenfalls sehr gute Prüfungsobjecte. Aber wozu die Beispiele vermehren; ist es nicht besser, eine sorgfältige Auswahl zwischen den schwereren zu treffen und sich an die Resultate halten, welche sie liefern? Ein gutes Mikroskop wird siegreich alle diese Proben bestehen; hat es einmal rein ein oder zwei sehr schwere Objecte gezeigt, so ist es nicht nöthig, auch die Versuche noch mit andern **Tests** zu wiederholen, am wenigsten wenn man keine Zeit zu verschwenden hat, was bei Demjenigen, der sie gut anzuwenden weiß, niemals der Fall ist. Ich habe indessen mehrere **Test-objects** ausgewählt, weil nicht alle Mikroskope eine hinreichende Kraft haben, um damit die schwersten sehen zu können, und auch, weil man sich die einen leichter als die andern verschaffen kann.

Jetzt will ich meine Eintheilung und die Kennzeichen der verschiedenen Körper folgen lassen.

1. Abtheilung. Leichte.

Die Längsstreifen und das Hervortreten der schrägen Linien auf den Schuppen von **Forbicina (Lepisma saccharina)**.

Streifen auf den Schuppen des Rübenweißlings (**Pieris rapae**).

2. Abtheil. Schwere.

Die Granulation der Streifen derselben Federchen.

3. Abtheil. Schwerere.

Längsstreifen auf den Federchen des Kohlweißlings (**Pieris brassicae**).

4. Abtheil. Sehr schwere.

Die unterbrochenen Linien der kleinen und mittlern Schuppen von der **Podura**.

1. **Forbicina (Lepisma saccharina)**. Dieses Insect hat seine Silberfarbe von den dasselbe bedeckenden glänzenden Schuppen; will man die Schuppen haben, so muß man das Insect mit einer Feder fangen und sanft auf einen Glasstreifen bringen, den man sogleich mit einem andern bedeckt; drückt man nun sanft, so fängt das Insect an sich zu bewegen und läßt einen Theil seiner Schuppen an den Gläsern hängen. Die Schuppen zeigen Längsstreifen, die sich nach ihrem Anfangspunkte hin krümmen und bilden am entgegengesetzten Ende eine deutliche Zahnreihe. Diese Streifen sind leicht zu unterscheiden, selbst mit einem Mikroskope von mittlerer Kraft; sie müssen rein und scharf beschnitten erscheinen.

Mit einer 100- bis 150maligen Vergrößerung erkennt man zwei Arten von schrägen Linien, welche vermuthlich durch das Zusammenfallen der Längsstreifen gebildet werden.

2. Der Rübenweißling (**Pieris rapae**). Die Flügel dieses sehr gemeinen Schmetterlings sind mit 3 oder 4 verschiedenen Sorten von Schuppen bedeckt. Hrn. Le Baillif verdanken wir die Entdeckung der

kleinen Schuppen, welche er Federchen (*plumules*) benannt hat, und welche allen andern vorzuziehen sind. Man sammelt sie von den Flügeln des männlichen Schmetterlings; das eine Ende derselben ist herzförmig und die beiden Lappen sind entweder abgerundet oder viereckt, das andere Ende läuft in haarige Fäserchen aus. Zwischen den beiden Lappen des herzförmigen Theils am äußersten Ende eines dünnen Stiels bemerkt man eine kleine Kugel, und dieses ist nach der interessanten Beobachtung des Hrn. Bernard Deschamps derjenige Theil, womit es in den Membranen des Flügels festsißt. Mit einem guten Mikroskope und gewöhnlicher Vergrößerung sieht man Streifen, die sich, indem sie den schmalen Theil des Federchens verlassen, auseinanderbiegen; der Mitte näher gekommen, trennen sie sich, gehen nach den Rändern hin und biegen sich so, daß sie beinahe der Contour des Federchens folgen. Mit einer 300fachen Vergrößerung erkennt man die körnerartige Bildung, welche ihnen das Ansehen einer Perlschnur giebt, deren einzelne Körner Zwischenräume zwischen sich lassen. Die Güte eines Mikroskops giebt sich durch die Reinheit dieser Körner zu erkennen, zuweilen erlaubt dieselbe gar, deren eine gewisse Menge zu zählen.

3. Der Kohlweißling (*Pieris brassicae*). Nur ausschließlich muß man die Federchen des Männchens anwenden, deren Enden mit den eben erwähnten einige Aehnlichkeit haben; die Herzlappen sind oben vollkommen abgerundet, die Federchen selbst sehr länglich und blaßgelb. Die Streifen laufen der Länge nach und sind in dem spitzen Theile des Federchens sehr dicht beisammen; indem sie weiter vorrücken, divergiren sie gegen das herzförmige Ende, dessen Conturen sie schwach folgen.

Die Trefflichkeit eines Instruments läßt sich an der größeren oder geringeren Reinheit dieser Streifen abmessen; allein die körnerartige Aneinanderreihung, aus der sie bestehen, kann als das schwierigste Test-Object, und als der wahre Probestein betrachtet werden. Nur ein ganz ausgezeichnetes Mikroskop läßt diese so feinen und nahe liegenden Körner erkennen.

Hr. Goring unterscheidet zwei Arten von Linien: die einen laufen der Länge nach, die andern schräg; seiner Bemerkung nach übertreffen diese letztern alle andern Tests an Schwierigkeit. Ich bin verschiedener Meinung mit dem Hrn. Doctor; denn meiner Ansicht nach existirt nur eine einzige Art Streifen von einem granulirten Ansehen. Hr. Goring selbst kommt auf seine ersten Ideen wieder zurück, und sagt, indem er von den Streifen redet: »Sie verbergen ein unerklärliches Geheimniß; denn wenn sie nach demselben Principe, als die Linien des Mikrometers entstanden sind, warum sieht man sie nicht eben so leicht?« Der Dr. Brewster untersuchte diese Streifen auch mit der größten Sorgfalt, und erkannte endlich, daß diese mysteriösen Linien der Test-objects nur scheinbar vorhanden wären, und daß sie nur durch eine Reihe der Auszackungen gebildet würden, welche mit den Fibern, in welchen sie festsißen, den zarten Ueberzug der Federchen bildeten. Rückfichtlich der schrägen Linien, so hält sie Dr. Brewster für das Resultat einer optischen Täuschung, welche durch das zufällige Alignment der verschiedenen Reihen

der Auszackungen entsteht, wenn sie durch ein schräg einfallendes Licht gleich beleuchtet werden etc.

4. **Podura plumbea.** Die Schuppen der Podura haben gemeinlich eine längliche Form, aber ihre Größe ist verschieden. Mit einem mittelmäßigen Mikroskope erscheint ihre Oberfläche ganz einfarbig; aber mit einem sehr vollkommenen Instrumente entdeckt man eine unendliche Menge länglicher Punkte, welche nach der Veränderung der Beleuchtung gerade, gekreuzte, schiefe und wellenförmige Linien bilden.

Auf den größten Schuppen sind diese Punkte nicht sehr schwer zu entdecken; man muß daher die kleinen wählen, und diese scheinen mir das beste Prüfungsobject für die penetrirende Kraft des Mikroskops zu sein.

Wenn auch der Leser durch das Vorhergegangene einen richtigen Begriff von den **Test-objects** erhalten hat, so muß ich doch noch Einiges über die Schwierigkeit beifügen, welche man selbst bei dem besten Mikroskope findet, wenn man die beschriebenen Merkmale unterscheiden will. Nirgend als hierbei, ist die paßliche Beleuchtung von so großer Wichtigkeit; nur ein Beispiel davon. Die Streifen der Federchen sind so zart, daß sie in einem zu starken Lichte vollkommen verschwinden würden; die Zartheit der Hervorragungen, welche sie auf der Oberfläche des Federchens bilden, bedarf eines schrägen Lichtes, denn diese Linien werden nur durch den Schatten sichtbar, den sie werfen. Es ist klar, daß man einen ähnlichen Weg auch bei den andern **Tests** befolgen muß, indem man sie immer in die günstigsten Umstände bringt.

Ueberflüssig und ermüdend würde es sein, alle die kleinen und nothwendigen Vorsichtsmaßregeln aufzuzählen; wer sich einige Uebung im Gebrauche des Mikroskops erworben hat, wird sich leicht selbst die besten Wege auffinden. Mittelst der eigenen Erfahrung und den hier gegebenen Anweisungen werden angehende Beobachter bald dahin gelangen, die sämtlichen Geheimnisse der mikroskopischen Wissenschaft sich eigen zu machen; ich habe nur immer ihre ersten Schritte leiten, und ihnen die Eigenschaften der Instrumente erklären wollen.

Die verschiedenen **Test-objects** sind mit der größten Sorgfalt, mittelst der mit dem Mikroskope verbundenen **Camera clara**, von einem jungen Künstler, Hrn. Vaillant, dessen Talent unseren Professoren bekannt genug ist, gezeichnet; allein ich befürchte, daß der Kupferstich nicht alle die Zartheit der Zeichnung wiedergeben dürfte. Der Leser wird sich jedoch nach den Figuren in so weit richten können, um daraus die Reinheit abzuschätzen, mit welcher die **Test-objects** sich darstellen müssen; so wie sie hier sind, habe ich sie mit meinen bessern Mikroskopen gesehen, und so muß man sie auch mit einem guten Instrumente sehen können.

Ich glaube diesen Artikel nicht besser, als durch eine wörtliche Uebersetzung des vom Dr. Goring in seiner **Micrographie** aufgestellten **Codex**, beschließen zu können.

Codex.

Artikel I. Das beste Instrument ist dasjenige, welches mit der größten Reinheit und Schärfe die verschiedenen Details des Objects zeigt; gleichviel ob es nach dieser oder jener Manier, chromatisch oder achromatisch, pla-

natisch oder aplanatisch construirt, ob es gut oder schlecht ajustirt, ob die Linsen gut oder schlecht geschliffen, polirt und centrirt sind. Wenn ich durch ein, von der Krystalllinse eines verfaulten Weißfisches verfertigtes Mikroskop ein Object sehen kann, welches durch ein anderes Instrument nicht sichtbar war, so werde ich das erste für das bessere erklären.

Art. II. Wenn man ein Mikroskop mit einem Engskope vergleichen will, so muß man dasselbe Object gebrauchen; man nimmt die Schuppen von Insecten, welche man zeichnen muß, um immer sicher zu sein, daß man dasselbe Specimen wählt.

Art. III. *Caeteris paribus* muß ich sagen, daß dasjenige das bessere Instrument ist, welches ein Object vollkommen mit einer weniger starken Vergrößerung sehen läßt. Man habe ein Instrument *A*, womit man ein Object mit einer Vergrößerung von 200 gut sehen kann, während ein anderes *B* alle Details eben so gut nach einem kleineren Maßstabe mit einer Vergrößerung von 100 zeigt, so erkläre ich, daß *B* das bessere ist. Gesezt den Fall, die Vergrößerungskraft beider Apparate wird auf 100 festgestellt, so ist der Effect nicht gleich, und *B* hat den Vorzug; wird aber auch die Kraft beider auf 200 gebracht, und *A* hat dann den Vorzug, so sage ich doch noch, daß *B* besser ist. In meinen Schriften bin ich oft auf diesen Punkt gekommen, und habe angegeben, was ich als hinreichende Gründe für meine Behauptung ansehe.

Art. IV. Wenn 2 Instrumente *C* und *D* gleich gut die Streifen und Flecken eines Objects sehen lassen, aber mit *C* man den Rand des Schuppens oder des Federchens wahrnimmt (vorausgesetzt, der Apparat bleibt in dem zum Sehen der Streifen erforderlichen Punkte fest), so daß die Streifen und der Umfang zugleich sichtbar sind, und *D* nicht dasselbe Resultat giebt, so wird *C* besser sein.

Art. V. Wenn mit einem Instrumente die Linien eines Tests als durch eine Zusammensetzung von Punkten oder Kugeln entstanden, oder gebrochen, mit Unterbrechungen, oder zerrissen erscheinen, während ein anderes Mikroskop sie bestimmt zeigt, als mehre mit der gezogene Linien, so hat das letztere den Vorzug⁵⁶⁾.

Art. VI. Wenn man mit 2 Instrumenten gleich gut gewisse gestreifte Körper, als durchsichtige Objecte untersucht, sehen kann, aber das eine von beiden dieselben mehr oder weniger rein, als undurchsichtige Objecte zeigt, so wird das letztere den Vorzug haben.

Art. VII. Wenn 2 Instrumente in allen Beziehungen gleich gut sind, aber das eine von ihnen achromatisch ist; so verdient es den Vorzug, weil dessen Bilder von der Farbenzerstreuung frei sind ic.

Die verschiedenen Test-objects sind Taf. 5. dargestellt:
Fig. 1 und 1' Schuppen von *Lepisma saccharina*.

⁵⁶⁾ Diesen Satz kann ich nicht zugeben, die Streifen müssen im Gegentheil granulirt sein; wie kann man behaupten, daß diese vom Dr. Brewster entdeckten Auszadungen das Ansehen einer nicht unterbrochenen vollkommenen Linie haben sollen? D. Verf.

- Fig. 2. Federchen vom Rübenweißling, *Pieris rapae*.
 = 3. = = = Kohlweißling, *P. brassicae*.
 = 4. Schuppen von der *Podura*.
 = 5, 5', 5''. Peitschenförmige Anhängsel und Haare der Infusorien, beschrieben von Hrn. Dujardin: »Ann. des Scienc. Nat., Tom. V, 1836.«

Elftes Capitel.

Vorsichtsmaßregeln bei der Beobachtung.

Zubereitung der Objecte.

Vor dem Anfange mikroskopischer Untersuchungen muß man sich vom Zustande des Instruments versichern; wie oft kommt es wol nicht vor, daß die Nichtberücksichtigung dieser Regel die Beobachtung vereitelt? Bald ist Staub ins Innere des Mikroskops gedrungen, und man hat sich begnügt, nur die äußere Fläche der Gläser zu reinigen; bald sind die Gläser von der Feuchtigkeit angelaufen u. s. w. Solche Hindernisse machen den Beobachter ungeduldig; er legt Mikroskop und Versuche zur Seite, und verliert oft die schöne Gelegenheit, ein vorübergehendes Phänomen zu beobachten. Diese Bemerkungen scheinen für Mikrographen, welche mit Sorgfalt und Methode verfahren, etwas kindisch zu sein; allein ich schreibe ja für Diejenigen, welche es noch nicht wissen, oder gar zu geschwinde operiren wollen, und deshalb will ich ihnen auch die geringsten Umstände, alle die Kleinigkeiten, welche zu beobachten so nothwendig sind, und bei dem vorliegenden Gegenstande in nicht geringer Zahl vorkommen, vor die Augen führen. Ich kann nicht umhin, zu wiederholen, daß alle diese Vorsichtsmaßregeln streng befolgt werden müssen, und keine davon vernachlässigt werden darf; auch der am wenigsten aufmerksame Leser wird endlich doch durch Versuche die Wichtigkeit derselben einsehen, und sich eine Fertigkeit in diesen Kleinigkeiten erwerben, welche die größten und schönsten Resultate verhindern können.

Eine andere Bedingung, von der auch noch der gute Erfolg der Experimente abhängig ist, ist die angemessene Zubereitung der Objecte. Ein geschickter Anatom legt große Wichtigkeit auf die Schönheit seiner am Cadaver gemachten Präparate; es ist nicht dabei die läppische Absicht, seine Geschicklichkeit zu zeigen; es ist nicht eine lächerliche Coquetterie, die ihn dazu veranlaßt, denn meistens gelten diese Präparate nur für die zu einer Demonstration nothwendige Zeit. Denn kann man keinen Anatomen nennen, der gleich stark Augen und Geist seiner Schüler in Anspruch nehmen will, indem er ihnen einen ganz zerstückelten Cadaver vorzeigt, statt vor ihren Augen mit geschickter Hand das Werk selbst vorzunehmen. Wie soll man eine neue Idee, eine Entdeckung prüfen können, wenn man nicht ebenfalls mit zur ersten Quelle zurückgehen kann?

Was der Anatom bei dem Präpariren im Großen thut, das geschieht

von ihm noch mehr bei den zartesten Arbeiten, und die glückliche Gewohnheit, alle seine Kräfte auf das vorhabende Werk zu concentriren, giebt die Quelle der schönsten Entdeckungen. Wir wollen jetzt der angezeigten Ordnung folgen, und sehen, was zu thun ist, bevor man einen Körper ins Mikroskop bringt.

Die verschiedenen Gläser sind häufig mit Staub bedeckt; wenn er nur auf der äußern Fläche liegt, so wischt man ihn mit einem Pinsel ab, ist er aber in das Rohr des Mikroskops gedrungen und liegt auf der andern Seite der Gläser, so muß man sie herausschrauben, um sie zu reinigen. Wenn Feuchtigkeit, oder die Berührung mit den Fingern, eine leichte Bedeckung, von Ansehen wie ein matter Fleck, bewirkt haben, so muß man ebenfalls anfänglich den Pinsel gebrauchen, um die harten Körperchen, oder Kieselfragmente, welche dem Staube beigemischt sind, und die Politur der Gläser durch Angriff ihrer Flächen verderben könnten, zu entfernen; ist dieses geschehen, so wischt man sie gelinde mit einem Stück sehr feinen und schon gebrauchten Battist ab. Wenn dieses nicht genügt, so bedient man sich mit Vortheil einiger Tropfen Alkohol, und wischt dann sorgfältig ab; bei zusammengeklebten Linsen hingegen darf man das Tuch nur eben befeuchten und muß schnell abwischen, denn der Alkohol könnte durch Einwirkung auf den Canadischen Balsam ihre Reinheit verderben. Die verschiedenen Theile müssen sehr genau wieder zusammengeschnitten werden, damit die Centrirung vollkommen bleibt. Man muß niemals den Athem auf das Ocular gehen lassen; wenn es geschehen sein sollte, so wird die Wolke sich bald zertheilen und die Dämpfe verdichtet werden, welche man mit Vorsicht abwischt. Einige fassen den Körper des Instruments mit den Händen an, um ihm gewisse Bewegungen mitzutheilen; im Winter oder in einem kalten Zimmer wirkt die Wärme der Hand auf die im Rohre befindliche Luft, und eine leichte Wolke trübt die Gläser; das Beste ist, das Instrument in einem warmen Zimmer aufzubewahren. Will man ein Object untersuchen, so muß man soviel als möglich es in die Mitte des Objectträgers oder in die optische Ase bringen; es versteht sich, daß man nachher die Lage verändern kann. Jetzt wollen wir zur Zubereitung der Objecte übergehen. Der Leser wird ohne große Mühe die Hauptregeln, welche ich in diesem Capitel aufstellen werde, auf die verschiedenen Körper anwenden, welche er zu Studien sich vornimmt.

Der berühmte Boerhave hat der Wissenschaft einen großen Dienst geleistet, indem er mit Sorgfalt aus den Briefen und Manuscripten Swammerdams die von diesem großen Anatomen in Anwendung gebrachten Methoden zur Zubereitung und Zerlegung der mikroskopischen Objecte wieder aufgesucht hat. In dem trefflichen Werke von Adams findet man diese herrlichen Anweisungen für Experimentatoren.

Swammerdam zerschnitt die kleinen Insecten auf einer kupfernen von Muschenbroek construirten Tafel; zwei auf derselben angebrachte bewegliche Arme waren bestimmt, der eine das Object, der andere die mit der größten Sorgfalt angefertigte Linse oder das Mikroskop, zu halten, deren Brennweiten und Dimensionen verschieden waren. Swammerdam fing mit den schwächsten Vergrößerungen seine Beobachtungen an und nahm nach und nach stärkere. Es scheint, als wenn er eine ausgezeichnete Geschicklichkeit in

der Verfertigung sehr kleiner Scheeren und der Kunst, ihnen einen vollkommenen Schnitt zu geben, besessen hat; denn er bediente sich ihrer bei den zarresten Objecten, und zog diese Manier zu schneiden der mit Scalpellen und Lancetten vor, die, wenn sie auch außerordentlich fein sind, doch oft die sehr zarten Substanzen verderben und die Organe zerreißen.

Seine Scalpelle, Lancetten, Nadeln u. dgl. waren so fein, daß er ihnen nur mittelst Prüfung unter der Loupe die gehörige Schärfung geben konnte; aber dafür machte er auch die Anatomie einer Biene eben so accurat, als es die berühmtesten Anatomen mit großen Thieren zu thun vermocht hätten. Er handhabte mit unendlicher Geschicklichkeit so dünn als Schweineborsten ausgezogene Glasröhrchen, deren er sich bediente, um damit die kleinsten Gefäße für die Demonstration aufzublasen, sie in ihrem Verlaufe zu trennen oder sie mit Flüssigkeiten von verschiedenen Farben auszuspritzen. Die Insecten tödtete er, indem er sie in Alkohol, Wasser oder Terpentingeist warf, wodurch die Fäulniß verhindert, die Festigkeit der weichen Theile vermehrt und die Zerschneidung erleichtert wurde. Wenn er die kleinen Individuen mit der Scheere zerlegt und aufmerksamer alles, was er anfänglich bemerkte, aufgezeichnet hatte, so nahm er mit Sorgfalt und Geduld die kleinen Organe heraus, nachdem er sie vorher mit kleinen Pincetten von dem Fette befreiet hatte, welches bei den Insecten vorkommt und dessen Zerschneidung oft die Zerlegung der benachbarten Theile verhindert. Bei den Nymphen ist diese Behandlung leicht auszuführen. Zuweilen tauchte er die Eingeweide unter Wasser und bewegte dieses sanft, um die luftführenden Canäle vorzeigen zu können, welche durch dieses Mittel von den umgebenden Theilen getrennt wurden, ohne sie zu zerstören. Oft reinigte er die Eingeweide durch einen mittelst einer Spritze hineingetriebenen Wasserstrahl, dann blies er Luft hinein und trocknete sie, um sie zu neuen Beobachtungen aufzubewahren; mehrere Male machte er die wichtigsten Untersuchungen und Entdeckungen an Insecten, welche jahrelang im Balsam aufbewahrt gewesen waren. Zuweilen stach er auch mit sehr feinen Nadeln hinein, und nachdem er durch einen leichten Druck die Flüssigkeiten herausgetrieben, blies er sie mit sehr feinen Röhren auf, trocknete sie im Schatten und überzog sie mit einer Lage Spicköl, worin eine kleine Quantität Harz aufgelöst war; diese Präparate behielten lange Zeit ihre natürliche Gestalt. Swammerdam hatte auch ein geheimes Mittel, den Nerven ihre Gestalt und Geschmeidigkeit zu erhalten. Er wußte, daß Terpentingeist vollkommen die Fettgewebe der Insecten auflöst, und konnte dann die Organe rein entdecken; nach dieser Auflösung unterwarf er die Stücke wiederholten Waschungen mit Wasser. Oft brachte er ganze Tage damit hin, auf diese Weise Raupen zu reinigen, um die Einrichtung ihres Herzens zu entdecken.

Es muß hier auch sein sinnreiches Verfahren erwähnt werden, um die äußere Hülle der Raupen in dem Momente, wo sie sich einspinnen wollen, abzunehmen; er hing sie an ihrem Faden auf, tauchte sie plötzlich in siedendes Wasser, woraus er sie bald wieder herauszog. Die Oberhaut lösete sich so mit der größten Leichtigkeit ab und ohne Mühe konnte er die Reste der äußeren Hülle wegnehmen; mittelst dieses Verfahrens zeigte er auf das

evidenteste, wie der Schmetterling in der Nymphe, und letztere in der Raupe enthalten ist.

Lyonet hatte die Gewohnheit, die Insecten, welche er untersuchen wollte, zu ertränken; er erhielt so ihre Durchsichtigkeit und Biagsamkeit; vorzugsweise machte er seine Untersuchungen mit zwei feinen Nadeln, welche in kleinen Heften steckten. —

Der Dr. Hook hatte viele Schwierigkeit gefunden beim Zeichnen gewisser mit großer Beweglichkeit begabter Insecten, besonders der Ameisen; er kam deshalb darauf, sie in starken Weingeist zu tauchen, worin sie einen plötzlichen Tod finden; werden sie nun herausgezogen, so verdunstet der Alkohol und das Insect bleibt vollkommen in seiner natürlichen Stellung.

Auch in Adams Werken findet man einige allgemeine Regeln, gewisse bei vielen Individuen vorkommende Organe zu präpariren, welche ich unmöglich mit Stillschweigen übergehen kann; doch will ich, so weit es, ohne der Deutlichkeit zu schaden, angeht, dieselben abkürzen.

Flügel. Einige sind sehr schwer auseinander zu falten; man nimmt das Insect zwischen den Daumen und Zeigefinger und versucht, mit einer stumpfen Spitze den Flügel zu öffnen, auf dem Zeigefinger auszubreiten und sogleich den Daumen auf die entfalteteten Theile zu legen. Den Flügel schneidet man mit einer scharfen Scheere, ohne ihn los zu lassen, ab, bringt ihn eine Stunde lang zwischen zwei Stücke Papier in eine Presse, und wenn man ihn dann herausnimmt, kann man ihn zwischen 2 Glasstreifen legen, ohne zu befürchten, daß er sich wieder zusammenlegt. Diese Operation muß sogleich nach der Tödtung des Insects vorgenommen werden.

Die Flügel des *Dhrurms* bieten die meiste Schwierigkeit dar.

Die Präparation der Rüssel erfordert viele Sorgfalt; man kann über ihre Gestalt und Einrichtung nicht eher ein Urtheil fällen, bis man mehrere untersucht hat; zuweilen entdeckt man an einem Stücke Details, welche man an andern vielleicht gar nicht wieder findet. Der Rüssel der Bienen ist eins der schönsten mikroskopischen Objecte; um ihn zu präpariren, muß man ihn zuerst in Alkohol waschen und die daran hängenden klebrichten Theile wegnehmen. Wenn das Organ gut getrocknet ist, wäscht man es nochmals mit einem sehr weichen Pinsel, wodurch die zahlreichen Haare wieder in ihre natürliche Lage gebürstet werden u. s. w.

Die Augen der Insecten zu präpariren muß man sie vorsichtig waschen und einige Tage in Wasser maceriren; diese Maceration bewirkt, daß man eine oder zwei Schichten, welche das Organ zu undurchsichtig machen, abnehmen kann; aber man muß sehr vorsichtig dabei zu Werke gehen, indem man sonst sehr leicht es so zerstört, daß man sich nachher keinen richtigen Begriff mehr von dem Organe machen kann.

Die Haut der Insecten bedarf wenigerer Zubereitung; ist sie zusammengefaltet, so genügt es, sie einige Minuten an einen feuchten Ort zu legen, um sie wieder in ihre natürliche Lage bringen zu können; Dampf von siedendem Wasser ist sehr zu dieser Operation dienlich.

Die Muskelfasern untersucht man, indem man ein Stück Fleisch auf einen Glasstreifen bringt und mit heißem Wasser anfeuchtet; sobald das

Wasser wieder verdunstet ist, unterscheidet man deutlich die Gefäße, und nach wiederholten Macerationen oder Waschungen werden alle Theile immer mehr und mehr sichtbar.

Die fetten Substanzen werden zwischen zwei Glasstreifen gelegt und leicht zusammengedrückt, um durch Verminderung ihrer Dicke die Durchsichtigkeit zu vermehren.

Bei gewissen Körpern ist die Organisation so beschaffen, daß die geringste Aenderung der Form die Zerstörung der Theile nach sich zieht, welche man untersuchen will; die Nerven, Sehnen, Muskelfasern, das Mark des Holzes u. dgl. sind von dieser Beschaffenheit, und es ist besser, sie in ein durchsichtiges Liquidum zu legen. Die Muskelfasern, die so schwer zu unterscheiden sind, zeigen die geringsten Details ihrer Structur, wenn man sie in Wasser oder Del untersucht.

Elastische Objecte muß man so ausbreiten, daß man unter dem Mikroskope die Structur der Theile erkennen kann, welche diese Eigenschaft bewirken.

Die Knochen werden anfangs als undurchsichtige Körper untersucht, dann als durchsichtige, wenn man daraus dünne Blätter gemacht hat; diese Blätter muß man nach allen Richtungen zerschneiden, und sorgfältig waschen, zuweilen müssen sie auch macerirt werden. Man kann sie auch im Feuer ausglühen; wenn man sie herauszieht, so ist das Zellgewebe rein geworden und alle andern Stoffe sind entfernt; ein anderes Mal sucht man die Kalksalze zu entfernen, zu welchem Zwecke man die Knochen in schwache Salzsäure taucht.

Fischschuppen muß man einige Tage in Wasser einweichen, bevor man sie zwischen die Glasstreifen bringt, und auch gut abtrocknen, um alle Körper zu entfernen, welche noch daran hängen könnten.

Blätter werden folgendermaßen zerlegt: Man legt deren eine Anzahl in Wasser und läßt sie zur vollständigen Maceration 3 bis 4 Wochen darin liegen; dann breitet man sie auf einem glatten Brette aus, und streicht sie mit einem Messer sanft ab, wodurch die ganze obere Bedeckung weggenommen wird; dieselbe Operation wiederholt man auf der andern Seite; das innere Gerippe des Blattes kommt so aufs vollkommenste zum Vorschein, welches man auch leicht theilen kann, nachdem man den Stiel des Blattes gespalten hat. Die beiden abgenommenen Oberflächen des Blattes können auch mit unter die mikroskopischen Objecte kommen. Am besten glückt diese Operation im Herbst.

Mineralien müssen mit einer kleinen Bürste gereinigt werden; das Innere der Muschelschalen zeigt sich, wenn man sie auf einem Schreifeisene abschleift.

Diesen allgemeinen, Adams entlehnten Anweisungen will ich noch einige zu deren Ergänzung folgen lassen.

Man könnte glauben, daß das Mikroskop nur zur Untersuchung der Körper bestimmt wäre, welche man mikroskopische nennt, indem der Name des Instruments diesen Irrthum begünstigt. Weil aber alle, selbst die größten Objecte in der Wirklichkeit nur eine Zusammensetzung unendlich kleiner Theile sind, so kann die genaue Kenntniß der innersten Structur dieser Theile

oft einen sehr genauen Begriff vom Ganzen geben. Die Chemie zerlegt die Körper, um ihre Bestandtheile einzeln zu untersuchen; das Mikroskop unterwirft sie derselben Prüfung, ohne sie zu trennen, und zeigt stets zugleich die Details und das Ganze. Es ist inzwischen oft nöthig, die Theile zu trennen, welche man untersuchen will; gewisse Zubereitungen sind unvermeidlich, um ihnen die erforderliche Größe, Form, Lage, Durchsichtigkeit zu geben; die vorhergegangenen Regeln enthalten zum Theil die in Anwendung gebrachten Verfahrensarten, allein sie genügen dem Beobachter noch nicht.

Zuerst müssen wir den vorhandenen Zustand der Körper untersuchen.

Durchsichtige Körper werden bloß auf einen Glasstreifen gelegt; allein ihre Form, die Zufälligkeiten ihrer Oberflächen können hinderlich sein, daß gewisse Punkte nicht zugleich im Focus der Linsen sich zeigen können; die Falten, Warzen, die Erhöhungen und Vertiefungen sind eben so viele Hindernisse, welche man aber dadurch entfernen kann, daß man das Object mit einer sehr dünnen Glasscheibe bedeckt; zuweilen muß man das Object in eine Flüssigkeit bringen, bevor man es zwischen die beiden Gläser einschließt.

Die Hinzufügung einiger Tropfen warmen oder kalten Wassers nach Beschaffenheit des Körpers ist nöthig, wenn die Fluida zu dick sind, und im entgegengesetzten Falle läßt man sie entweder an der Luft, oder mittelst gelinder Wärme zum Theil abdunsten. Bei der Krystallisation der Salze nimmt man statt Wasser Aether oder Alkohol, wenn sie in derselben auflöslich sind, und erhält so aufs schnellste die Krystalle. Die chemischen Präparate müssen von allen fremden Körpern frei sein, und gegen Staub geschützt werden; man erhält sie rein durch Auflösung und wiederholtes Filtriren. Die Salze müssen sehr rein sein, wenn ein auf den Objectträger gebrachter Tropfen schöne und von fremden Körpern freie Krystallisationen bilden soll.

Wenn man die Infusorien aus den Macerationen, worin sie sich bilden, herausnehmen will, so führt man die Spitze eines Zahnstochers, oder einen von den infundirten vegetabilischen Stielen an die Oberfläche der Flüssigkeit, setzt den kleinen Tropfen auf eine Glasplatte und bedeckt ihn sofort mit einem von meinen dünnen Glasblättchen. Dieses Blättchen zwingt den Tropfen, sich auszubreiten und eine ebene Fläche zu bilden; die Thierchen werden dadurch nicht in ihren Bewegungen gehindert, die Verdunstung ist langsamer und man kann die Beobachtung einige Stunden lang fortsetzen. Wenn die außerordentliche Beweglichkeit der Thierchen die Untersuchung hindern sollte, so läßt man einen Theil der Flüssigkeit abtrocknen, bevor man sie bedeckt, oder man fügt, jedoch nur in höchst geringer Quantität, einen narkotischen Stoff hinzu, z. B. Opium.

In einem Tropfen Flüssigkeit können oft auch so viele Infusorien enthalten sein, daß das Auge in diesem Wirbel nicht einem bestimmten Individuum folgen kann; mittelst eines Tropfen Wassers, den man hinzufügt, kann man sie in einen größern Raum zertheilen. Einige haben auch eine sinnreiche Methode, gewisse Individuen, welche sie studiren wollen, von den übrigen zu trennen. Neben dem Tropfen der Infusion bringen sie einen Tropfen reines Wasser und vereinigen beide durch einen Kanal, indem sie mit einer Nadelspitze von dem einen Tropfen zum andern ziehen; bald begeben sich

Infusorien in diesen Kanal, und sobald eine hinreichende Zahl in dem Tropfen reinen Wassers ist, wird durch Zerstörung desselben die Verbindung der Tropfen unterbrochen.

Das Compressorium oder der Quetscher, welchen ich beschrieben habe, ist immer dann nöthig, wenn man kleine lebende Insecten untersuchen will; wenn man nicht einen allmählichen Druck anwendet, so kann man sie leicht zerquetschen, und dadurch die Untersuchung verhindern; doch auch bei todtten Insecten, so wie andern durchsichtigen oder undurchsichtigen Objecten ist dieser Apparat erforderlich, wenn man sie ausbreiten oder in einer bestimmten Lage erhalten will. Will man Körper in der Flüssigkeit selbst untersuchen, worin sie sich entwickeln, so muß man meine gläsernen Kapseln mit parallelen Flächen anwenden, deren Gebrauch schon gelehrt ist.

Im Capitel IX. vom Zubehör des Mikroskops sind die zu mikroskopischen Zerlegungen erforderlichen Instrumente aufgezählt; ich muß sie hier, mit den Details ihrer Anwendungen begleitet, noch einmal nennen.

Scalpelle und Lancetten dienen zur Zerschneidung der Körper, welche entweder von selbst oder durch ihre Lage auf dem Glase Widerstand leisten; will man aber Theile trennen, welche durch den Druck zerstört werden könnten, so muß man lieber feine mit langen Stielen und Federn versehene Scheeren gebrauchen; der Schnitt ist reiner, schneller und das Object wird nicht in verschiedener Richtung verzogen.

Mit den kleinen fein und sauber gearbeiteten Federzangen hält man das befestigte Object mit der einen Hand, während die andere die schneidenden Instrumente führt.

Gerade und krumme Nadeln sind gewiß die nützlichsten Instrumente; sie nehmen wenig Platz auf dem Objectträger ein, verdecken das Gesichtsfeld nicht, und man kann mit ihnen in die kleinsten Kanäle eindringen. Es ist schon gesagt, daß Swammerdam seine kleinen Instrumente sich so zart anfertigte, daß er bei deren Schärfung eine Loupe gebrauchen mußte; sollte nicht dieser geschickte Anatom Nadelspitzen zu Scalpellen geschliffen haben? Ich glaube, daß man diese Methode anwenden, und selbst von den Nadeln zum Staarstechen, deren lanzenförmige Spitze gerade oder krumm ist, Gebrauch machen kann.

Die Pinsel von verschiedener Größe und größerer oder geringerer Biegsamkeit dienen zum Waschen der Präparate, die Organe von ihren Umgebungen sanft zu trennen, und die Flüssigkeiten wegzunehmen, welche der Reinheit der Theile schädlich sind.

Um das kleine Arsenal des Mikrographen zu vervollständigen, muß auch noch das mikrometrische Messer, oder besser das mikrotomische Instrument erwähnt werden. Gegen 1770 erfand Adams der Vater eine Maschine, um sehr dünne Holzblättchen abzuschneiden, welche von Hrn. Cumming vervollkommenet wurde. Hr. Custance scheint in der Herstellung feiner Schnitte sich besonders ausgezeichnet zu haben. Zu demselben Zwecke hat man eine große Zahl Maschinen construirt, welche alle darin übereinkommen, daß sie aus einem Messer mit geneigter Schneide und einer Mikrometerschraube bestehen, welche letztere einen kleinen Wagen, worauf das

(Die Mikroskope.)

Object befestigt wird, in Bewegung setzt. Durch dieses Mittel kann man 40 bis 50 und mehr Schritte auf die Dicke einer Linie machen. Letzthin habe ich ein neues mikrotomisches Messer von der Erfindung des Hrn. Valentin erhalten; es besteht aus zwei Blättern, welche mittelst einer kleinen Schraube nach Belieben weit oder eng von einander gestellt werden können; sind die beiden Blätter auf einander geschoben, so wirken sie wie ein einzelnes, bringt man sie aber ein wenig auseinander, so dringen sie getrennt in den Körper, den man theilen will, und eine dünne Lamelle schiebt sich davon in den Zwischenraum. Ich habe es versucht, dieses Instrument zu gebrauchen, aber gefunden, daß es den Zweck, wofür es bestimmt ist, nicht vollkommen erfüllt. Die Ranten der Blätter sind schräg geschliffen und bilden deßhalb zwei geneigte Ebenen, welche, je mehr die Blätter in den Körper eindringen, dieselben zwingt, sich zu nähern; es kann deßhalb der Abschnitt nicht von gleicher Dicke werden und selbst ist oft auch dessen Gewebe zerrissen.

Man begreift leicht den Nutzen der Mikrotomen bei der Untersuchung undurchsichtiger Körper, wenn sie sonst ein bedeutendes Volumen besitzen; indem man sie in dünne Blättchen trennt, erlauben sie dem Lichte den Durchgang. Solcher Art sind die Nerven der Muskeln, endlich die weichen Theile der Thiere und Vegetabilien, die in verschiedenen Richtungen zerschnittenen Hölzer, die fossilen Holzarten, die dünngeschliffenen und polirten Steine oder andere in dünne Blättchen getrennte Substanzen.

Die mikroskopischen Dissectionen lassen sich am leichtesten ausführen, wenn die Körper in eine Flüssigkeit getaucht sind; im Wasser behalten sie ihre Biegsamkeit, gewisse Organe schwimmen obenauf und werden sichtbarer, die Membrane lösen sich ab und die allgemeine Durchsichtigkeit ist erhöht. Alkohol und verdünnte Säuren machen die Gewebe fester und geben ihnen zuweilen eine schwache Färbung, welche die Nachforschung erleichtert. Swammerdam lösete die fetten Theile durch Befeuchtung mit Terpentingeist. Von dem Aufweichen der getrockneten Insecten ist schon die Rede gewesen; ich halte es jedoch für nützlich, etwas weitläufiger das bei den Entomologen gebräuchliche Verfahren zu beschreiben. Man füllt ein kleines, mit einem Deckel versehenes Gefäß zur Hälfte mit Sand; nachdem man den angefeuchteten Sand leicht aufgehäufelt hat, bedeckt man ihn mit einer Papierscheibe von gleichem Durchmesser mit dem Gefäße; will man nun ein Insect aufmachen, so legt man es auf die Papierscheibe und deckt das Gefäß zu, nach einigen Stunden kann man es, vollkommen erweicht und ohne die geringste Verletzung erlitten zu haben, wieder herausnehmen. Will man das Object in eine gewisse Stellung bringen, so bringt man die Theile mit einer feinen Nadel in die gewünschte Lage; sie behalten diejenige, welche man ihnen giebt, und will man sie in diesem Zustande aufbewahren, so muß man sie im Schatten trocknen und sie dabei einige Mal in Canadischen Balsam legen.

Längere Macerationen sind nicht allein für das Studium der Vegetabilien von Nutzen, nein auch der Anatom macerirt einzelne Theile, um die großen Präparationen zu erleichtern, und so kann auch der Mikrograph dieses Verfahren anwenden, um gewisse Theile, welche schneller als andere faulen, von jenen zu trennen.

Die Pincette allein genügt nicht immer, um das Object während einer Section oder Beobachtung unbeweglich festzuhalten; das Mikroskop vergrößert die kleinsten Dinge so sehr, daß die geringste Bewegung der Hand das Object aus dem Gesichtsfelde bringt, ja es selbst der Gefahr einer Verletzung aussetzt. Hat das Object eine gewisse Größe, so muß man es am Boden eines kleinen gläsernen Gefäßes mit erweichtem Wachs festkleben; ist es sehr klein, so nimmt man ein wenig Terpentin oder Canadischen Balsam; wenn das Object auf diese Manier befestigt ist, füllt man das kleine Gefäß mit Wasser, welches auf das Wachs oder die Harze keine Wirkung äußert; so kann man denn mit der Pincette die verschiedenen Theile halten, ohne eine Verrückung zu befürchten. Cuvier befolgte häufig diese Methode.

Zuweilen sind Körper so weich, daß man sie auf eine andere Art befestigen muß; man nimmt dann ein wenig fein geriebenen gebrannten Gips, reibt ihn mit Wasser und legt das Insect in einer passenden Lage darauf. Der Gips wird hart und das Object wird überall ohne die geringste Umgestaltung festgehalten.

Hat man längere Zeit mit der Bearbeitung eines Präparats hingebraucht, oder es ist sonst ein seltenes Stück, so entsteht der Wunsch, ein solches aufzubewahren; man hat zu diesem Zwecke, je nachdem das Object mehr oder minder voluminös ist, mehrere Methoden ausgedacht. Ist es klein, dünn und platt, so bringt man es zwischen zwei Glasstreifen, welche durch einen umgewickelten Faden zusammengehalten werden; der Druck treibt die in dem Körper enthaltene Feuchtigkeit aus, und verhindert, daß er dieselbe nicht wieder anziehen kann. Nachdem man das Object ein oder zwei Tage in dieser kleinen Presse gelassen hat, so nimmt man es vorsichtig heraus, um es nicht zu verderben, wenn es an die Gläser angeklebt sein sollte; hierauf bringt man es einige Zeit in Aether oder Weingeist, und legt es dann an die Luft, worin diese Liquide verdunsten und das Object vollkommen trocken wird. Wenn noch Feuchtigkeit zurückgeblieben wäre, so wird die Operation so oft erneuert als nothwendig ist, dieselbe gänzlich zu vertreiben. Hierauf wählt man einen reinen Glasstreifen, auf welchen man einen mit einem runden Loche versehenen Papier- oder Staniolstreifen klebt; das Object wird mitten in diese Oeffnung gelegt, mit einer der ersteren ähnlichen Glasplatte bedeckt und dann an den Rändern die beiden Gläser mit Papierstreifen zusammengeklebt. Die Dicke des zwischengelegten Papiers muß im Verhältniß zu der des Objects stehen, so daß die obere Platte nicht zu sehr auf dasselbe drücken kann. Ist das Object aber sehr klein und man muß erst, um es zu sehen, starke Vergrößerungen anwenden, so bringt man das Object ebenfalls auf einen Glasstreifen und backt es mit einer meiner kleinen dünnen Plättchen, welche durch ein Stück Papier auf dem andern Glasstreifen festgeklebt wird. Das alte Verfahren verwerfe ich gänzlich; die Ringe, wodurch man in den in Holz gebohrten Oeffnungen die Glas- oder Glimmerblättchen zusammenhält, üben oft einen zu starken Druck aus, der dann auch wol noch die eine Partie mehr als die andere trifft.

Bei durchscheinenden Körpern giebt es mehr oder minder durchsichtige Theile, und oft ist auch ihre Gestalt hinderlich, daß man alle Theile nicht

gleich gut sehen kann; um diese zu präpariren, wendet man ganz das obige Verfahren an, nur daß man sie in einen Tropfen Terpentin oder Canadischen Balsam bringt, den man durch den Druck der obern Glasplatte ausbreitet und auch dadurch die etwa darin befindlichen Luftblasen austreibt. Die harzige Substanz durchdringt die Theile und macht sie durchsichtig; ihre strahlenbrechende Kraft verhindert zum großen Theile die Phänomene der Diffraction, welche sich immer am Rande gewisser Körper, als Haare, feine Fäserchen u. dgl., zeigen. Ist das Object zu dick, so könnte sich das kleine Glasblättchen darauf stützen und nach der einen oder andern Seite sich neigen; dieses vermindert man dadurch, daß man auf beide Seiten des Objects kleine Stücke Kartenpapier oder Zinnblättchen von der Dicke des Objects legt. Der genaueste Parallelismus der Gläser ist von größter Wichtigkeit; denn wenn die Oberflächen gegen einander geneigt sind, so können deren Punkte nicht zugleich im Focus liegen. Die Eintauchung der Objecte in Canadischen Balsam hat aber nicht allein den Zweck, die Objecte durchsichtiger zu machen, sondern er schützt sie auch auf das Beste gegen die Einwirkung des Staubes in der Luft.

Sollte man einen solchen Objectträger zerbrechen, so legt man die Bruchstücke in Terpentingeist; dieser löset den Firniß auf und giebt das Object wieder rein, das man dann wieder von neuem einschließen kann.

Bei dem Sonnenmikroskope gebraucht man dasselbe Verfahren; aber man muß die sämtlichen Ränder sorgfältig mit Stanniol verkleben, weil sonst der durch die Sonnenstrahlen geschmolzene Firniß herausfließen würde.

Haben die Objecte eine zu große Dicke, so daß man sie in Alkohol oder andern Flüssigkeiten aufbewahren muß, dann muß die Zubereitung auf eine andere Art gemacht werden. Mit einem kleinen Pinsel und mit Del abgeriebenem Bleiweiß macht man auf einen Glasstreifen einen kleinen Rahmen, dessen Dicke man durch wiederholte Auftragungen bis zu der des Objects vermehrt. In dieses kleine Reservoir bringt man die Flüssigkeit und das zu bewahrende Object, bedeckt es dann mit einem Glasblättchen, welches auf der Einrahmung ruhen muß, und drückt es dann allmählich dagegen, bis es mit der Flüssigkeit in unmittelbare Berührung kommt, wobei man jedoch vermeidet, daß dieselbe nicht über die Ränder ausweichen kann. Hierauf muß man mehrere Male einen Auftrag von Süßmandelöl auf die Ränder bringen; dieses dringt in die Zwischenräume und verschließt sie vollkommen; nachdem man das überflüssige Del weggenommen hat, bestreicht man die Gläser mit einer Lage Bleiweiß in denselben Dimensionen als die erstern; wenn sie trocken geworden, kann das Stück jahrelang aufbewahrt werden. So muß man auch die beweglichen Moleculen des Dr. Robert Brown einschließen.

Hr. Pritchard wandte nun, die Krystallisationen der Salze aufzubewahren, Glasstreifen an, an deren Rande die Kante abgeschärft war; legte er dieselbe auf einander, mit der Abschrägung gegen einander gekehrt, so entstand dadurch eine kleine Rinne, welche er mit Siegellack ausfüllte, und auf diese Art die beiden Gläser so vereinigte, daß das Object vom Zutritte der Luft befreiet blieb. Zuweilen schleift man auch eine kleine Vertiefung in einen

Glasstreifen, worin man das Object legt, deckt dieselbe dann mit einem andern Plättchen zu und verklebt dasselbe mit Papier.

Die undurchsichtigen Körper bedürfen wenigerer Zubereitung; wenn man sie durch Refraction beleuchtet mittelst einer seitwärts des Instruments befindlichen Loupe, so klebt man sie mit Gummiarabicum auf kleine schwarze Scheiben, wenn sie weiß, und auf weiße, wenn sie dunkelfarbig sind. Bedient man sich aber des durch den Lieberkühn'schen Spiegel reflectirten Lichtes, so muß man sich des kleinen Apparats Fig. 6. Taf. 4. bedienen, der schon früher beschrieben ist. Große Scheiben würden das von dem untern Spiegel reflectirte Licht auffangen; man nimmt deshalb möglichst kleine Korkstückchen, auf welche man schon vorher die Objecte befestigt hat und steckt sie an die Spitze der Nadel, womit man sie nach allen Richtungen drehen kann, um sie zu untersuchen. Baker giebt ein niedliches Mittel zur Verfertigung der kleinen Scheiben an; er wählt die Farben der Spielkarten: roth, schwarz und weiß, um daraus dieselben zu schneiden, welche dann mit den Objecten herrlich contrastiren.

Dieses sind die allgemeinen Anweisungen, deren Kenntniß mir unumgänglich nöthig schien, bevor ich das Capitel von den mikroskopischen Beobachtungen, welches die speciellen Details enthält, beginnen konnte. Es wäre mir leicht gewesen, mich über diesen Gegenstand noch weiter auszubreiten, indem ich nur eine Menge jedem Observator eigenthümlicher Verfahrensarten hätte anführen dürfen; allein es handelt sich um die Auswahl sicherer und leicht ausführbarer Mittel; ein einsichtsvoller Mann weiß sich immer zur Erleichterung seiner Untersuchungen eine Menge kleiner Hülfsmittel zu beschaffen.

Alle, welche Hrn. Le Baillif gekannt haben, erinnern sich gewiß der einfachen und sinnreichen Apparate, welche er sich in jedem Augenblicke selbst schaffte. Der gewandte Mikrograph muß niemals bei seinen Experimenten in Verlegenheit kommen.

Zwölftes Capitel.

Von den mikroskopischen Beobachtungen.

Den von mir verfertigten Mikroskopen füge ich immer einige präparirte Objecte bei; dieselben haben einen doppelten Nutzen, einmal dienen sie als Modelle für die Zubereitung anderer, und dann noch geben sie ein leichtes Mittel für die ersten Versuche im Beobachten und der Behandlung des Mikroskops; hat man an diesen dazu besonders ausgewählten Objecten sich die erforderliche Geschicklichkeit erworben, dann wird man überall Gelegenheit zu neuen Beobachtungen finden und nicht mehr in Verlegenheit kommen, wie sie anzustellen sind.

Man erwarte hier nicht eine Sammlung von wissenschaftlichen Beobachtungen mit ihrem Gefolge von Raisonnements und Folgerungen; ich will

nur den ersten Anfang derselben zeigen, das Uebrige überlasse ich Andern.

Die Infusorien. Ich habe unter den Infusorien nur die merkwürdigsten ausgewählt; weiterer Unterricht darüber ist in den Werken von Ehrenberg und Müller, so wie in den schon genannten Artikeln des Hrn. Dujardin in den *Annales des scien. natur.* zu finden; auch habe ich vor Kurzem einen Auszug aus dem englischen Werke von Pritchard unter dem Titel: »300 Animalcules infusoires dessinés à l'aide du Microscop par Pritchard, de Londres. Six planches gravées sur acier, accompagnées d'un texte extrait de l'ouvrage du même auteur et publié par Charles Chevalier« herausgegeben.⁵⁷⁾ Die Orte, wo man eine ausführlichere Beschreibung nachschlagen kann, sind jeder Beschreibung beigefügt; dieser Unterricht ist aus dem Werke von Müller entnommen.

Die Infusorien von der Gattung *Proteus* sind höchst interessant zu beobachten; sie besitzen das eigenthümliche Vermögen, in einer Minute mehrere Male ihre Gestalt zu verändern; die Umwandlungen gehen langsam vor sich und sind leicht zu beobachten. Im März findet man die Proteen im Flußwasser und zwischen den Wasserlinsen sehr häufig.

Hierauf will ich die Vibrionen oder Essig- und Kleisterraale folgen lassen; ist zwischen den Kleister Alaun gemengt, wie Einige zu thun pflegen, so scheint dieses die Entwicklung der Vibrionen sehr zu befördern; die Structur dieser Infusorien ist sehr merkwürdig und schon mit einer mittelmäßigen Vergrößerung zu erkennen.

Sherwood, ein englischer Chirurg, entdeckte eine eigene Art der Reproduction dieser Thierchen; als er einst zufällig einen *Vibrio* verletzt hatte, sah er aus der Wunde ein feines Röhrchen wie ein Eingeweide heraustreten; Sherwood theilte diese Beobachtung Needham mit und Beide wiederholten den Versuch, welcher sogleich dasselbe Resultat gab, und ihnen auf's deutlichste zeigte, daß die Wunde zum Austritt mehrerer junger lebendiger Vibrionen diene, deren jeder in eine ungemein zarte Membran eingeschlossen war.

Will man denselben Versuch anstellen, so nimmt man mit einer Nadelspitze ein klein wenig die Infusorien enthaltenden Kleister und bringt denselben in eine kleine Portion Wasser, schon mit bloßem Auge kann man dann mehrere darin herum schwimmende Vibrionen wahrnehmen. Es ist sehr leicht, unter einen der größten mit einer sehr feinen und biegsamen Federspitze zu fahren und ihn mit dem Wassertropfen auf ein Glasblättchen zu bringen; mittelst einer zum Scalpell geschliffenen Nadel kann man ihn dann bequem in der Mitte seiner Länge einschneiden; in dem Augenblick, wo es geschehen, muß man den *Vibrio* unter das Mikroskop bringen, und man wird eine Menge kleiner Vibrionen wahrnehmen, welche aus der Deffnung schlüpfen; der Versuch gelingt fast immer, es sei denn, daß der *Vibrio* seine Kleinen schon producirt habe. Wenn man das trüchtige Thierchen vor der Operation beobachtet, so unterscheidet man die darin befindlichen Jungen und zwar um so

⁵⁷⁾ Es wird davon ebenfalls nächstens eine Uebersetzung erscheinen. D. Uebsf.

deutlicher, je näher nach dem Schwanze zu. Um den Kleister zu bereiten, läßt man ein wenig Mehl mit Wasser so lange kochen, bis es die Consistenz des Buchbinderkleisters erlangt hat; stellt man diesen Kleister in einem offenen Gefäße an die Luft und rührt ihn von Zeit zu Zeit durch, damit die Oberfläche nicht hart oder schimmelig wird, nach einigen Tagen wird der Kleister sauer und dann findet man in der Oberfläche Myriaden von Vibrionen. Um diesen Papp das ganze Jahr hindurch aufzubewahren, braucht man nur von Zeit zu Zeit frischen Kleister oder ein wenig Wasser, auch hin und wieder einige Tropfen Weinessig hinzuzufügen; die Bewegung der Vibrionen verhindert das schimmelig werden. ⁵⁸⁾

Die *Vorticella rotatoria* oder das Räderthierchen ⁵⁹⁾ ist eins der schönsten mikroskopischen Objecte; die Härchen, die eigenthümlichen Bewegungen, welche ihnen das Ansehen kleiner Räder geben, die schöne innere Organisation, die man durch die durchsichtige Oberhaut ohne Mühe entdeckt, ihre Fortbewegung, alles vereinigt sich, um Bewunderung zu erregen. Die *Vorticella convallaria* und *lunaris* und besonders die schöne *Vorticella Senta* von Müller, oder *Hydatina Senta* von Ehrenberg, verdienen besondere Erwähnung. Man findet sie im Meerwasser zwischen den Wasserlinsen, am Ende des Sommers besonders auf Blättern, kleinen Muscheln, in mehreren vegetabilischen Infusionen, die man im Sommer bereitet, in stehenden Wassern, in Dachrinnen u. s. w. In einer Bemerkung von Le Baillif ⁶⁰⁾ finde ich ein untrügliches Verfahren, sich die Räderthierchen zu verschaffen.

»Im Jahre 1811«, sagt er, »untersuchte ich besonders den Teich von Auteuil, und jedes Mal, wenn das Wasser die Röhrrchen mit den Larven der Frühlingsfliege (*Phryganea*) enthielt, so war ich gewiß, Rotatorien zu finden; ich sammelte deßhalb so viele der Röhrrchen, als ich zusammenbringen konnte. Nach dieser Zeit nahm ich im Monat April 6 oder 8 der Röhren und legte sie in ein Gefäß mit Brunnenwasser, welches ich an ein Fenster an der Nordseite stellte. Nach dem die Temperatur war, kündigte gegen den fünften Tag ein gelbliches Pünktchen mir die bevorstehende Erzeugung der Räderthierchen an, und am zehnten Tage oder etwas später fand ich die Co-

⁵⁸⁾ Mir ist es sehr gut gelungen, wenn ich ordinäre Stärke mit kochendem Wasser einrührte und die gehörige Consistenz des Kleisters, ohne denselben ins Sieden zu bringen, durch Erhitzen unter beständigem Umrühren hervorbrachte, und dann ein kleines Stückchen Sauerteig hineintrührte; die Vibrionen zeigten sich besonders im Sommer oft schon am folgenden Tage. D. Uebs.

⁵⁹⁾ Nach Blumenbach *Furcularia rotatoria*. D. Uebs.

⁶⁰⁾ Ich werde oft aus den zahlreichen Bemerkungen, welche ich von diesem geschickten Beobachter besitze, Anführungen machen; die Herausgabe dieser höchst merkwürdigen Sammlung würde für die Mikrographen eine erwünschte Neuigkeit sein. Manchmal habe ich schon Hand an's Werk gelegt; allein es müssen gewisse Versuche zu deren Vervollständigung noch wiederholt werden. Manche Anmerkungen sind in einer zur Verzweiflung führenden Kürze abgefaßt; oft selbst genügt ein Wort, Hrn. Le Baillif die wichtigsten Thatsachen ins Gedächtniß zurück zu rufen; und endlich sind viele unter diesen Beobachtungen, welche der Autor selbst erst noch hätte befruchten müssen. Diese Materialien haben reichlich zu diesem Capitel beigetragen; aber der Schüler wagte es nicht, die Werke seines Lehrers weiter ausführen zu wollen. D. Verf.

lonien dieser Thierchen. Um sie zu erhalten, war nur nöthig, von Zeit zu Zeit etwas frisches Wasser hinzuzufügen.«

Le Baillif machte auch Versuche mit der Wiederauflebung der Räderthierchen nach mehrtägiger Austrocknung; er drückt sich darüber folgendermaßen aus:

»Mein trefflicher Freund Hr. Caligant hat von den Ziegeln seines Hauses einen Büschel sehr grünendes Moos genommen und nachdem er es in Wasser gelegt, zeigte es sich sehr reich an Räderthierchen.«

»Heute Morgen, 29. November 1831, hat er die Güte gehabt, mir einen Glasstreifen zu bringen, auf welchem er 7, aus dem erwähnten Moose erhaltene Räderthierchen seit 8 Tagen aufgetrocknet hatte. Zwei bis drei Tropfen Wasser wurden darauf gebracht, und nach einer Stunde hatten schon 3 Thierchen ihre Beweglichkeit wieder erlangt.«

»Diese Glasplatte soll, mit einer Etikette versehen, aufbewahrt, und von Monat zu Monat mit Wasser getränkt werden.«

Grüne und braune Polypen (*Hydra viridis et grisea Lin.*). Diese Polypen scheinen von der Natur bestimmt zu sein, den Uebergang aus dem Pflanzenreiche ins Thierreich zu bilden; sie sind merkwürdig durch die Einfachheit ihrer Organisation und die Art und Weise ihrer Erzeugung. Sie haben ein gallertartiges Ansehen und mehrere Arme, welche von einem gemeinschaftlichen Stamme ausgehen; der Mund ist mit Fangarmen von verschiedener Zahl versehen und röhrenartig wie der übrige Körper. Das Ende des Hintertheils, der Schwanz, ist fächerförmig, um eine größere Fläche zu bedecken, wenn der Polyp auf einem Gegenstande sich festsetzt; man bemerkt indessen bei ihnen keine andere Oeffnung als den Mund, aus dessen Oeffnung auch die Gegenstände wieder herauskommen. Man kann die Polypen mit einem Rachen vergleichen; die innere Höhlung ist zugleich das Verdauungswerkzeug, welches die Nahrungsmittel mittelst aufeinander folgender Zusammenziehungen und Erweiterungen des Körpers durchlaufen. Von Nervensystemen oder Respirationswerkzeugen nimmt man nichts wahr; sie verändern ihren Platz, indem sie sich abwechselnd mit dem Kopfe und dem Schwanz an den umgebenden Körpern festhalten. Sie ernähren sich gewöhnlich von kleinen Schalthieren, Larven und zuweilen von Fleisch. Es ist einzig, sie auf ihre Beute lauern zu sehen; sie dehnen sich aus, breiten ihre Fangarme aus, umfassen ihr Opfer und verschlucken es; dann ziehen sie sich zusammen und fallen in eine Mattigkeit, der einer Boa ähnlich, welche sich satt gefressen hat. Sie sind geschlechtslos; jedes Individuum reproducirt sich selbst; ein Theil des Körpers erweitert sich und bringt einen neuen Arm hervor, und wenn er sich hinreichend entwickelt hat, zeigen sich am andern Ende die Fangarme; zwischen beiden Individuen besteht eine Verbindung, welche erst kurz vor ihrer Trennung aufhört.

In der warmen Jahreszeit sieht man zuweilen auf demselben Individuum 3 oder 4 Sproßlinge, welche selbst schon wieder andere hervortreiben, ehe sie sich von ihrem Stamme getrennt haben. Schneidet man einen Polypen durch, so bildet jedes Stück ein neues Individuum; Hr. Pritchard hat gesehen, daß die Stücke sich schon in 3 Tagen vollständig wieder ausge-

bildet haben. Baker, welcher sich mit demselben Gegenstande beschäftigt hat, erzählt einige von Trembley 1704 angestellte Versuche. Wenn man einen Polypen der Länge nach zerschneidet, so bekommt man zwei Hälften des Rohrs, aber die Ränder jeder Hälfte vereinigen sich und bilden nun zwei getrennte Individuen; diese Regeneration geschieht in 2 bis 3 Stunden. Wenn der Längenschnitt nicht bis zum Schwanzende geführt ist, so bekommt man zwei im Schwanze vereinigte Polypen, und die Theilung dieser neuen erzeugt wieder neue. Trembley erhielt auf solche Weise einen Polypen mit einem Leibe und 7 Köpfen ⁶¹⁾; er schnitt sie hierauf ab, sie wurden bald wieder ersetzt und bildeten nun selbst 7 neue vollständige Polypen. Liest man diese merkwürdigen Thatsachen, so glaubt man sich in die Fabelzeit versetzt, in welcher der Sohn Jupiters den Kampf mit der Lernäischen Hydra bestand! —

Trembley machte noch andere Versuche und fand, daß die beiden Theile eines quer durchschnittenen Polypen sich wieder vereinigen können, wenn man sie in Berührung bringt, ja sogar die Hälfte des einen kann mit der Hälfte eines andern vereinigt werden; doch diese Experimente gelingen nicht immer. Trembley kehrte die Polypen um, wie einen Handschuh, und sie lebten fort; Réaumur wiederholte in Verbindung mit Jussieu und andern Gelehrten alle diese Versuche, und fand auch bei mehreren Thieren ähnliche Eigenschaften.

Setzt einige Anweisungen, die Polypen aufzubewahren. Man muß sie in ein weites durchsichtiges Gefäß bringen; die erleuchtete Seite desselben ziehen sie vor; das Wasser muß oft erneuert werden, und kann man dazu nicht Wasser aus dem Behälter, woraus man sie gefischt hat, bekommen, so kann man statt dessen Flußwasser nehmen, worin man beständig einige kleine Pflanzen, als z. B. Wasserlinsen u. dgl., vegetiren läßt. Ehe man das Wasser wechselt, muß man die Polypen mit der Fahne einer Feder in ein anderes Gefäß, welches etwas von dem Wasser, worin sie sich befunden haben, enthält, übertragen; man kann dann die an den Wänden des Gefäßes angehäuften Materien, welche der Entwicklung der Polypen hinderlich sind, wegschaffen, und dann für frisches Wasser und hinreichende Nahrung sorgen. Man ernährt sie mit kleinen Schalthierchen, Larven oder Würmern, oder wenn man die nicht haben kann, muß man zartes Fleisch in sehr kleine Stücke zerschneiden und dieselben sanft in der Gegend, wo sich die Polypen befinden, ins Wasser fallen lassen. In der kalten Jahreszeit darf man sie nicht an's Fenster stellen, denn der Frost würde sie tödten. Diese Polypen wurden 1703 von Leeuwenhoek entdeckt; man findet sie in den Winkeln der Gräben, den Pflügen und Teichen in dem Monat März; sie hängen sich an die Wasserpflanzen, Holzstückchen, faulende Blätter, Steine zc., die sich im Wasser befinden, zuweilen selbst sitzen sie auf kleinen Wasserinsecten; solche Substanzen sammelt man in einem Gefäße und die Polypen werden sich bald entwickeln; selten findet man sie jedoch in stillstehenden (?) oder raschfließenden

⁶¹⁾ Wenn nicht ein Kopf verloren gegangen ist, hätten sie doch auf diese Weise paarweise, also 6 oder 8, entziehen müssen? D. Uebf.

Gewässern. Die Teiche des Waldes von St. Germain sind sehr reich an Polypen. Zuweilen sind die Polypen mit Insecten bedeckt, welche sie aufzehren; man muß dieselben mit einem sehr weichen Pinsel, womit man leicht über ihren Körper herfährt, entfernen. Die an den Wänden des Gefäßes sich ansetzenden Materien verursachen zuweilen die Tödtung eines Theiles der Polypen, den man aber sogleich abnehmen muß, um das Individuum zu retten. Sehr schwer ist es, die Polypen zu präpariren, welche man als Objecte aufbewahren will, doch mit Geschicklichkeit und Geduld bringt man es zu Stande. Man bringt den Polypen in einen kleinen Löffel mit etwas Wasser; wenn er sich auseinander gedehnt hat, läßt man etwas Wasser ablaufen und bringt das Ganze plötzlich in Weingeist, das Thier wird augenblicklich getödtet und zieht sich mehr oder weniger zusammen; während es noch im Weingeiste befindlich, reinigt man es mit einem feinen Pinsel und entfernt die etwa daran sitzenden Insecten. Zieht man es nun aus dem Alkohol heraus, so sind die verschiedenen Theile zusammen geklebt, und man würde sie nicht trennen können, ohne sie in Stücke zu reißen; man muß deshalb einen Glasstreifen unter das obenauf schwimmende Thier bringen, und die Theile so in der Flüssigkeit trennen; dann zieht man es heraus und vollendet mit einem mit Weingeist angefeuchteten Pinsel und kleinen Pincetten die angemessene Ordnung der einzelnen Theile. Nachdem man das Präparat getrocknet hat, bleibt nichts weiter zu thun, als daß man es mit einem dünnen Glasblättchen bedeckt, welches darüber durch Bleiweißölfarbe festgehalten wird; man bringt den Polyp auch wol zuvor in Canadischen Balsam. Ich will hiermit diese Anweisungen beschließen; man muß das Werk von Trembley lesen, um die vollständige Naturgeschichte der Polypen kennen zu lernen, diese schöne Monographie ist ein wahres Muster für naturhistorische Arbeiten.

Die Larve einer Art von *Ditycus*, das Crocodill genannt (?). Die Eier, welche diese Larven enthalten, finden sich während des Frühjahrs und Sommers unter den Wasserpflanzen und Conferven, welche auf dem Wasserspiegel herumtreiben; sie sind in einer Art von Sack, etwas kleiner als eine Erbse und von weißlicher Farbe, eingeschlossen; ein sehr zartes Filament befestigt denselben an den kleinen Gewächsen und hindert, daß sie nicht vom Laufe des Wassers weggerissen werden. In einem, in die Sonne gestellten Gefäße voll Wasser kommen die Eier in wenigen Tagen aus; die Larven haben anfänglich eine dunkle Farbe und sind sehr beweglich, etwas später verlassen sie ihre Schale, sind dann fast unbeweglich, verlieren ihre Farbe und nehmen keine Nahrung. Haben sie später ihre Beweglichkeit wieder erlangt, so bemerkt man während des Schluckens die Bewegung der Kehle, den Gang der Nahrungsmittel in den Eingeweiden, so wie die Circulation der Flüssigkeiten in den Gefäßen. Man darf dieselben nicht in ein Gefäß bringen, worin noch andere Insecten befindlich sind, die letztern wären gewiß verloren. Zwei starke Kinnbacken, welche sich kreuzen, wenn sie geschlossen sind, bilden den Vordertheil des Kopfs; mit dieser furchtbaren Waffe ergreift das Crocodill seine Beute, und bringt sie in den Mund; ohne zu warten, bis das Insect todt ist, saugt die Larve die Flüssigkeiten aus und läßt nur die Haut des Insects zurück. Man unterscheidet auf derselben Stelle aus vier Gliedern

bestehende Fressspitzen (*palpes*) und 6 Augen, welche auf jeder Seite gruppirt sind. Der Kopf selbst ist platt und durch biegsame Muskeln, welche eine Bewegung nach allen Richtungen gestatten, mit dem Thorax vereinigt. — Die Durchsichtigkeit der obern Bedeckung des Körpers läßt deutlich die Ganglien, die Luftröhre und das von einigen Naturforschern für das Herz der Insecten gehaltene, aber nach Cuvier's und anderer Beobachter (Blumenbach?) Untersuchungen kein Gefäß aufnehmende, pulsirende Organ wahrnehmen. Die 6 Füße sind mit Haaren besetzt, endigen sich in starke Haken, und werden von kleinen ästigen Gefäßen ihrer ganzen Länge nach durchlaufen; der Schwanz theilt sich in zwei Anhängsel, welche wiederum mehrere kleine haben; man behauptet auch, daß sie wieder wüchsen, wenn man sie zerstörte.

Diese Insecten nähren sich vorzugsweise von den Larven der Ephemeriden und Mücken, zuweilen fressen sie sich einander auf. So wie sie ihrer Reife sich nähern, werden ihre Bewegungen langsamer, und zuweilen sind sie ganz mit *Vorticellis convall.*, welche sich durch ihre Filamente daran hängen, bedeckt; man kann dieses besonders gut bemerken, wenn die Larven in engen Gefäßen aufbewahrt werden. (Man sehe *Microscopic Cabinet pl. 1.*)

Der *Monoculus Lynceus sphaericus*, Müller; *Monoculus minutus*, Lin. ⁶²⁾ Die Bedeckung dieses Insect's ist durch die netzartigen Linien, welche ihr das Ansehen von Mosaikarbeit geben, sehr merkwürdig. Diese Schale ist sehr durchsichtig und besteht aus einem Stücke, ist aber dabei elastisch genug, daß das Thier sie wie die Muscheln öffnen und schließen kann. Des Namens *Monoculus* (Einauge) ungeachtet haben diese Insecten zwei schwarze Augen von verschiedener Größe, welche in der Schale sitzen. Der Rüssel ist spiz und folgt der convexen Form der Umhüllung, unter ihr ist ein zweiter kürzerer und in Haare auslaufender Theil, dann kommen die beiden Fühlspitzen, ebenfalls an den Enden mit seidenartigen Härchen. Vier Kiemen sind in derselben Ordnung im Innern der Schale und dienen, dem Insect eine kreisförmige Bewegung zu geben, zuweilen scheinen sie selbst dazu zu dienen, um an den Stielen, worauf sie sich setzen, der Länge nach herum zu klettern, indem sie dieselbe zwischen die Ränder der Schalen fassen. Am Hintertheile findet sich ein haariger Anhängsel, der mit zwei Haken bewaffnet, und an seiner Basis eine Art von kleinem Dreizack führt. Man erkennt deutlich den Eingeweidekanal und die Nahrung, welche ihn durchläuft, so wie auch einen kleinen eiförmigen, hinter dem Kopfe befindlichen und mit einer schnellen pulsirenden Bewegung begabten Körper. Der *Monoculus* lebt von kleinen Thieren; man findet ihn während des Sommers in den Teichen und den Ansammlungen des Regenwassers.

Die Jungen spielen um ihre Eltern herum; bei der geringsten Gefahr stürzen sie gegen ihre Mutter, welche sie in Schutz nimmt, indem sie dieselbe in ihre Schale einschließt.

Cyclops quadricornis, Müller; *Pediculus aquti-*

⁶²⁾ *Monoculus Conchaceus*, Blumenb. *Cypris conchacea*, Latr. Von der Größe eines Hirsekorns in den steinernen Behältern des Regenwassers sehr häufig. D. Uebf.

cus, Baker. Dieses kleine Schalthier findet sich in allen Jahreszeiten an der Oberfläche des Wassers, aber besonders im Juli und August; man fängt es mit einem kleinen Netze. Der Körper desselben ist mit ziegelartigen Schuppen bedeckt, welche sich seitwärts und aufwärts bewegen; unter dem Leibe treten dieselben nicht zusammen, sondern lassen einen Durchgang für die Kiemen. Der Rüssel ist spitz und kurz; ein wenig darunter befindet sich das einzige Auge, welches dunkelroth ist und in der Schuppe liegt; auf beiden Seiten des Auges treten die Fühlhörner hervor, deren oberes Paar länger ist, sie sind mit Gelenken versehen und mit Haaren besetzt. Die Cyclopen bewegen sich sprungweise und gehen an den Stengeln mittelst ihrer Kiemen, welche etwas bläulich sind. Die traubenförmigen Eierbehälter sind sehr entwickelt und liegen, zwei an der Zahl, am Hintertheile; die Eier sind kugelförmig, und wenn sie zur Reife kommen, kann man den Embryo in ihnen mit starken Vergrößerungen unterscheiden. Der Schwanz des Cyclops spaltet sich; die zwei Arme an seinem Ende sind bei dem Weibchen allein mit feinen ästigen Härchen besetzt. Man erkennt sehr gut das Eingeweiderohr und bei dem Weibchen den Eierstock. Die Farbe dieses Thiers ist verschieden, oft blaß und durchsichtig und zuweilen roth gezeichnet; einige haben eine grünlichblaue Farbe, andere sind roth und die Eierbehälter ins Grüne gefärbt.

Da ich in diesem Capitel eine Menge von Beobachtungen mitzuthellen habe, so muß ich mich kurz fassen und selbst den kleinen Cyclops, die Larven der Mücken, die Hydrophile, Libelle u. s. w. mit Stillschweigen übergehen, und auf die Werke von Müller, Baker, Adams, des *Microscopic Cabinet* und *Microscopic Illustrations* des Dr. Goring und Hrn. Pritchard's verweisen, wo man die ausgedehntesten Details und schöne Kupfer tafeln, diese verschiedenen Objecte darstellend, findet.

Setzt noch einige Worte über die fossilen Infusorien. Das Folgende ist ein Auszug aus einer Abhandlung von Ehrenberg in Poggendorf's Annalen, betitelt: Vorläufige Mittheilung über das wirkliche Vorkommen fossiler Infusorien und ihre große Verbreitung. Nach einem Vortrage in der Kön. Akadem. d. Wissensch. zu Berlin am 7. Juli 1836. ⁶³⁾

»Hr. Fischer, Eigenthümer der Porzellanfabrik in Pirkenhammer bei Carlsbad, meldete mir am 20. Juni d. J., daß er die Beobachtung gemacht habe, daß der im Torfmoore bei Franzenbad unweit Eger in Böhmen vorkommende Kieselguhr fast ausschließlich aus Panzern von *Naviculis* bestehe. Zugleich schickte Hr. Fischer mir ein Stück von dieser fossilen kieselartigen Masse, mit dem Ersuchen, die Thierform zu bestimmen; die mikroskopische Prüfung bestätigte die Beobachtung des Hrn. Fischer und ergab, daß die Hauptmasse sehr genau mit der noch in allem Süßwasser bei Berlin

⁶³⁾ Ich habe es für angemessener gehalten, hier, statt zu übersetzen, einen etwas ausführlicheren Auszug als der Verf. aus dem Originale, in Poggendorf's Annalen der Physik u. Chemie 1836, 1tes Stück Seite 213, und 2tes Stück Seite 455, hier mittheilen. D. Uebs. —

und anderweitig sehr verbreiteten *Navicula viridis* übereinstimmt. Im Jahre 1834 zeigte ich bereits der Akademie die von Hrn. Küzing gemachte Entdeckung an, daß die Panzer der Bacillarien aus Kieselerde bestehen. Da das Interesse dieser Erscheinungen ein sehr großes zu sein schien, so verglich ich viele andere kieselhaltige und erdige Substanzen, ohne jedoch den gesuchten Gegenstand weiter fördern zu können; zu glücklicher Stunde fiel mir aber ein, daß solche Kieselpanzer, dem kieselhaltigen Schachtelhalme gleich, vielleicht als Polirmittel im technischen Gebrauche sein könnten. Zuerst betrachtete ich den gemeinen Tripel oder Blättertripel und sogleich erkannte ich, daß er ebenfalls allein nur aus Infusorienschalen bestehe. Besonders wichtig ist das Vorkommen der fossilen Infusorien im Polirschiefer vom Tripelberge bei Bilin in Böhmen. Schon vor diesen Untersuchungen war ich geneigt, einem im Jahre 1834 mir bekannt gewordenen Infusionsthier *Gaillonella ferruginea* einen großen Einfluß auf die Entstehung des Raseneisens zuzugestehen; seit der Entdeckung so vieler und verschiedener Panzerinfusorien als Gesteinmassen, und seitdem ich gefunden, daß das Thierchen, welches den Polirschiefer von Bilin fast ausschließlich bildet, ebenfalls eine Species der Gattung *Gaillonella* ist, trage ich kein Bedenken mehr, auch diese Beobachtung den andern anzuschließen. Auch im Bergmehl von San Fivore fand ich 19 verschiedene Thierarten. Es verdient besonders bemerkt zu werden, daß die Mehrzahl der, in den genannten Fossilien vorkommenden 28 fossilen Infusorien, welche sämmtlich der Familie der Bacillarien und zwar 8 verschiedenen noch jetzt lebenden Gattungen angehören, nämlich den Gattungen:

Navicula, *Synedra*, *Cocconema*, *Bacillaria*, *Cocconeis*, *Gomphonema*, *Podosphenia*, *Gaillonella*,

daß von diesen 28 Arten 14 Arten sich von den noch lebenden Süßwasser-Infusorien nicht haben unterscheiden lassen, und eben so 5 Arten von noch lebenden Seethieren. Die 9 übrigen Arten sind entweder untergegangene oder noch nicht entdeckte Formen.

Schließlich verdient wohl das Zahlenverhältniß dieser Thiere eine wenigstens übersichtliche Aufmerksamkeit, da die Infusionsthierchen auch alle Anforderungen an technischen Gebrauch und Nützlichkeit befriedigen. Ueberginge man auch noch ihren Antheil am Raseneisenstein, so pußt das Militair mit Tripel, die Metallarbeiter, Schloßpolirer und die Kupferstecher poliren mit Infusorien und sie dienen zum Formen bei Gusarbeiten. Diese mithin nach ihrem Tode sogar nützlichen und Felsen bildenden Thiere erlangen jetzt ein specielleres Interesse für ihre Individualität. Die Größe eines einzelnen Infusionsthierchens, welches den Polirschiefer bildet, beträgt im Mittel und der Mehrzahl $\frac{1}{288}$ Linie, also $\frac{1}{6}$ der Dicke des menschlichen Kopfhaares, wenn man dessen mittlere Stärke zu $\frac{1}{8}$ Lin. rechnet. Ein menschliches Blutkugeln zu $\frac{1}{300}$ Lin. gerechnet, ist nicht viel kleiner; die des Froches sind noch einmal so groß als ein solches Thierchen. Im Biliner Polirschiefer würden auf eine Cubiklinie in runder Zahl 23 Millionen Thiere gehören; auf einen Gran desselben gehen 187 Millionen oder der Kieselpanzer eines einzelnen Thierchens wiegt $\frac{1}{187}$ Milliontheil eines Grans. Die Thier-

chen des Raseneisenerzes haben nur $\frac{1}{1000}$ Lin. im Durchmesser oder den 21sten Theil der Dicke eines Menschenhaares.« Ich habe hier zwei dieser Infusorien Taf. 5. abbilden lassen; die Zeichnungen sind nach der Natur, nach den von Hrn. Ehrenberg erhaltenen Proben ausgeführt.

Fig. 6. *Navicula viridis* von der Seite gesehen, wo man die 3 Oeffnungen, die auf der entgegengesetzten Seite sich auch ebenmäßig befinden, und die transversalen Streifen oder Lamellen sieht, zwischen denen die Eierstöcke des lebenden Thieres sich befinden.

Fig. 6' *Cocconeis Clypeus* aus dem Infusorienberge bei Eger. ⁶⁴⁾

Cercaria spermatica. Die Samenthierchen. Zoospermen. Ich werde hier nicht auf die Details der Streitigkeiten eingehen, welche durch die Entdeckung dieser Thierchen von Leeuwenhoek oder Hartsoecker, oder von vielleicht beiden veranlaßt wurden; ich glaube nicht, daß gegenwärtig noch Jemand ihre Existenz oder thierische Beschaffenheit bestreiten wird. Ihr Ansehen im Allgemeinen und ihre Größe ist fast bei allen Thiergattungen gleich; bei dem Menschen ist ihr Körper eiförmig abgerundet, zeigt zuweilen Ausbauchungen und endigt sich mehr oder wenig rasch in ein schwanz-

⁶⁴⁾ Im Königreich Hannover wurde 1837 bei Oberohre im Amte Esstorf, in der offenen hohen Heide, auf dem Rücken zwischen der Elbe und Aller ein erdiges Mineral (Kieselguhr) entdeckt, welches ein ungemein lockeres und leichtes Hauswerk von zarten kleinen Theilen ist. Das Lager der Kieselguhr hat in bedeutender Erstreckung eine sehr beträchtliche Mächtigkeit. Obenauf liegt sie auf 10 bis 18 Fuß tief, mit rein weißer Farbe, darunter bräunlich grau durch eine geringe Menge eines im Feuer zerfließbaren Stoffes gefärbt. Diese letztere Schicht ist mit 10 Fuß Tiefe noch nicht durchbohrt. Die obere weiße Schicht erkarte Dr. Wigger's in Göttingen für reine Kieselerde; Gruner fand

Kieselerde	85,420
Thonerde	3,130
Bittererde	0,558
Mangan und Eisenoxydul	0,117
Wasser	10,630

99,855.

Nachdem dem Prof. Ehrenberg in Berlin eine Probe davon zugesandt war, fand derselbe, daß dieses Lager aus Infusorienschalen besteht; er hat 16 verschiedene organische Körper darin als besondere Bestandtheile unterschieden, von denen 14 Kieselpanzer ebenso vieler Infusorienarten sind. Die obere Schicht besteht aus reinen, sehr wohl erhaltenen Infusorienschalen ohne alle andere fremde Beimischung, als einzelne seltene Quarzkörner. Er zählte bis jetzt 12 verschiedene Arten. Die Hauptmasse bilden *Synedra Ulna* und *Gaillonella aurichalcea*. Außerdem finden sich darin: 3. *Gomphonema clavatum*, 4. *G. capitatum*, 5. *Cocconema cymbiforme*, 6. *Coc. Cistula*, 7. *Navicula inaequalis*, 8. *Nav. viridula*, 9. *Nav. striatula*, 10. *Nav. gibba*, 11. *Eunotia Westermanni*, 12. *Eun. Zebra*. Die untere graue Masse besteht aus denselben Formen, nur sind sie weniger gut erhalten, mehr zerbrochen, und es finden sich auch noch zwei Infusorienarten, welche der obern Lage zu fehlen scheinen, nämlich: *Gaillonella varians* und *Cocconeis clypeus*. Ganz besonders merkwürdig ist aber eine Beimischung pflanzlicher Stoffe und Formen. Es finden sich nämlich in der untern Masse man kann wohl sagen $\frac{1}{10}$ des Volumens (!) an Pollen von Nichten, d. h. irgend einer Pinusart, und es ließen sich auch Kieselnadeln von Spongillen erkennen. Diese Infusorien, mit Ausnahme der *Cocconeis clypeus* der untern Lage, leben noch gegenwärtig in der Umgegend von Berlin. — Ueber fossile Infusorien u. s. w. ist auch noch außer den schon erwähnten Aufsätzen, in Poggenдорfs Annalen nachzulesen: Jahrgang 1837. Band 41. 3tes Stück S. 555. und Band 42. 3tes Stück S. 470. D. Uebersetz.

artiges, sehr zartes Filament; man hat sie jederzeit mit den Kaulquappen verglichen und der Vergleich trifft zu. Leeuwenhoek hat berechnet, daß ein Samenthierchen an Größe kaum dem millionsten Theil eines Sandkorns gleich käme, und also viel kleiner wäre als ein Blutkugeln. Die genauen Dimensionen sind Taf. 5. Fig. 7. angegeben. Der Schwanz ist in beständiger Bewegung, mit ungemeiner Schnelligkeit die Flüssigkeit, worin das Thierchen ist, schlagend, welches selbst sich nur langsam fortbewegt. Ihre ungeheure Zahl macht den Beobachter, welcher sie zum ersten Male sieht, ganz bestürzt. Der Abbé Spallanzani machte viele Versuche mit diesen Thierchen und bestimmte den Einfluß der Temperatur auf ihre Beweglichkeit; an einem warmen Orte oder im Sommer setzten sie ihre Bewegungen lange Zeit fort, hingegen im Winter oder in einem kalten Zimmer sah er sie bald in Unbeweglichkeit versinken und sterben. Wegen der Details in Bezug auf diese Thierchen verweise ich auf das Werk dieses geschickten Beobachters und das des Baron von Gleichen, und begnüge mich damit, einige Anweisungen darüber zu geben, wie man die Beobachtungen anzustellen hat, um gute Resultate zu erhalten.

Man muß einen kleinen Tropfen der Samenflüssigkeit nehmen und sie auf ein ebenes dünnes Glas bringen, man wird leicht darin zweierlei Flüssigkeiten unterscheiden, eine dicke und eine dünne, die letztere gebraucht man zuerst, die dicke wird an der Luft sehr bald flüssig und die Thierchen befinden sich in ihr in eben so großer Anzahl, als in dem dünnflüssigeren Theile. Bedeckt man den Tropfen mit einem kleinen Glasblättchen, so wird dessen Oberfläche eben, verdunstet weniger geschwind, wird auch weniger kalt und die Thierchen leben länger. Ich habe welche 12 Stunden lang am Leben erhalten. Man glaube nicht mit Buffon, daß diese kleinen Thierchen mehrere Tage leben können, nachdem sie ihren natürlichen Behältern entzogen sind; Spallanzani hat siegreich diesen Irrthum bekämpft, und es ist dieses eins von seinen Hauptargumenten, um zu beweisen, wie die größten Geister sich durch eine zu große Einbildungskraft und vorgefaßte Theorien hinreißen lassen. Spallanzani bemerkte, daß die einige Tage aufbewahrte Samenflüssigkeit eine unzählige Menge Infusorien von verschiedener Gestalt hervorbrachte, während die Cercarien nach einigen Stunden gestorben und in der Flüssigkeit niedergesunken waren. Buffon hatte also in der einige Tage alten Flüssigkeit nicht noch lebendige Cercarien sehen können, er beobachtete schlecht in einer gar zu großen Quantität der Materie, er untersuchte nicht nach einander die Oberfläche und den Bodensatz der Flüssigkeit, wo er die Cadaver der Zoospermen erblickt haben würde, und nahm so die Individuen der neuen Formation für Umbildungen der Samenthierchen.

Auch Haller, der Fürst der Physiologen, sagte von Buffon: »Ich bezweifle, daß er jemals die Samenthierchen gesehen hat.«

Man kann sie auch in den Samensträngen einiger Thiere beobachten; diese Kanäle macht man durchsichtig, wenn man dem Thiere zur Zeit der Begattung die Nahrung entzieht; der männliche Salamander ist ein herrliches Subject zu diesem Versuche.

In der letzten Zeit hat Hr. Dr. H. Bayard eine glückliche Anwen-

bung von dem Mikroskope auf gerichtlich=medizinische Besichtigungen gemacht. In seinen Memoiren über die mikroskopische Untersuchung des in Leinen oder Zeugen von verschiedener Beschaffenheit und Farbe fest getrockneten Samens (Tom. XXII. der Annales d'hygiène et de médecine légale 1^{re} partie) giebt dieser Arzt die gehörigen Mittel an, um die Gegenwart der Samenthierchen in den Flecken des auf Geweben seit Monaten und selbst Jahren festgetrockneten Samens nachzuweisen, indem man den Schleim, welcher sie umgiebt, auflöst, ohne sie selbst im Mindesten zu verletzen. ⁶⁵⁾

Circulation des Blutes. Blutkugeln. Der Umlauf des Blutes in den Gefäßen ist eine Erscheinung, welche gewiß die Aufmerksamkeit des Beobachters erregt; diese Circulation kann jedoch nur an lebenden Thieren studirt werden, und es kommt daher besonders darauf an, solche Thiere zu wählen, deren eigenthümliche Structur durch die Häute hindurch die Blutgefäße zu sehen gestattet, oder bei denen durch einen Einschnitt in die durchsichtigsten Theile man dieselben bloß legen kann. Der Schwanz der Kaulquappe, gewisser Fische, die Membran an den Hinterfüßen des Frosches, die Flügel der Fledermaus ic. sind herrliche Objecte, um ohne Incision zu beobachten, aber noch deutlicher unterscheidet man die Circulation des Blutes an dem Gekröse des Frosches oder der Harnblase einer Maus; das ganze Verfahren ist sehr einfach. Kann das Thier in ein kleines durchsichtiges Gefäß mit ebenen Wänden gebracht werden, so kann man die Circulation lange, ohne das Thier verwunden zu brauchen, beobachten. Dieses Verfahren wende ich bei den Kaulquappen, den kleinen Kalen und den Fischen an. Man gießt etwas Wasser in das Gefäß und legt die Kaulquappe sanft hinein; nach einigen heftigen Bewegungen hört sie auf sich zu bewegen und das ist der Augenblick, den man wählen muß; sonst kann man sie auch mittelst einer kleinen Bleiplatte festhalten. Um die Flügel einer Fledermaus oder die Haut an den Füßen eines Frosches zu untersuchen, muß man das Thier auf einer Holzplatte mit starken Nadeln befestigen, wobei jedoch die zu untersuchende Partie über einem in dem Brette befindlichen Loche unmittelbar unter dem Objective liegen muß. Wenn man an dem Gekröse eines Frosches die Beobachtung anstellen will, so befestigt man das Thier, nachdem man ihm zuvor den Bauch aufgeschnitten hat; man zieht einen Theil der Eingeweide heraus, welche man über die Oeffnung der Tafel ausbreitet, um die Membran sichtbar zu machen. Die Harnblase einer Maus ist leicht zu finden, man braucht nur den Unterleib aufzuschneiden, und die kleine Blase bildet einen Bruch durch diese Oeffnung. Mehrere ältere Beobachter haben mehr oder weniger complicirte Apparate ausgedacht, um die Thiere zu befestigen; das angegebene Verfahren erfüllt bei der größten Einfachheit eben so gut denselben Zweck. Die Füße der Spinnen, die Fühlspitzen der Kellersesel (Oniscus) und die Flöhe gehören auch noch unter die zur Beobachtung des Blutumlaufs günstigen Objecte. Die Bewegungen des Herzens würden

⁶⁵⁾ Ich habe von Hrn. Le Baillif einige ähnliche Versuche auf den Wunsch des Hrn. Drfila anstellen sehen; aber die Resultate sind nie veröffentlicht. D. Verf.

bei Thieren von einiger Größe sehr schwer zu beobachten sein, und man hat deswegen die Insecten vornehmen müssen, um die Pulsation des Organs, welches die analogen Functionen zu erfüllen scheint, zu untersuchen; ich will zuerst die Biene anführen. Wenn man einer Biene den Kopf vom übrigen Körper trennt, so wird man ein kleines weißes Körperchen wahrnehmen, dessen Pulsationen sehr deutlich sind. Hebt man mit einer Nadel den Brustschild einer Heuschrecke in die Höhe, so wird das Centralorgan der Circulation vollkommen sichtbar; bei der Schnecke liegt es neben dem runden Loche nahe am Halse, wenn man es vorsichtig löstrennt, kann man die Pulsationen lange daran studiren. Die Untersuchung des in den Gefäßen enthaltenen Blutes giebt dem Beobachter bald eine unendliche Menge kleiner Kugeln zu erkennen, welche in diesen Röhren, in einer gelblichen Flüssigkeit suspendirt, schwimmen; Malpighi hat diese Blutkugeln entdeckt. Um das Blut genau zu untersuchen, bringt man einen Tropfen aus einer Ader auf einen Glasstreifen und bedeckt ihn mit einer meiner kleinen dünnen Platten.

Die Blutkugeln des Menschen sind außerordentlich klein; Leeuwenhoeck giebt ihnen $\frac{1}{170}$ der Linie, Della Torre $\frac{1}{750}$, doch sind nicht alle Kugeln von demselben Individuo von gleicher Größe, man kann jedoch im Mittel ihre Größe zu $\frac{4}{3000}$ des Millimeters annehmen; die größten sind die des Salamanders, nach Einigen halten sie $\frac{1}{3}$, nach Andern $\frac{1}{5}$ Millimeter.

Die Schriftsteller sind wegen der Gestalt der Blutkugeln noch mehr verschiedener Meinung, und ich will, um von diesen verschiedenen Ansichten einen Begriff zu geben, einige Auszüge aus den Sätzen des Dr. Ch. Martins liefern.

»Man weiß gegenwärtig, daß das Wasser die Gestalt der Blutkugeln verändert, indem es einen Theil ihrer Substanz auflöst; wenn man deshalb das Blut nicht so, wie es aus den Blutgefäßen kommt, untersuchen will, so muß es durch eine Auflösung von kohlensaurem Natron, Seesalz, Ammoniak, Zucker oder am besten mit dem filtrirten Blutserum des Frosches verdünnt werden. Bei allen Säugethieren, mit Ausnahme des Dromedars und Alpaca (*Llama Lin.* u. *Cuvier*), sind die Blutkugeln kreisrund; dahingegen sind sie elliptisch bei den Vögeln, Reptilien und Fischen. Ist man über diese allgemeinen Thatsachen auch einig, so ist man es doch nicht über die Eigenthümlichkeiten der Gestalt der Kugeln. Zunächst wollen wir die verschiedenen Meinungen über die der Frosche und Salamander, welche am leichtesten von allen sichtbar sind, hören.«

»Um nur die neuern Schriftsteller anzuführen: die Hrn. Prevost und Dumas, Wagner, Milne-Edwards und Turpin wollen eine Ausbauchung in der Mitte erkennen; Müller betrachtet sie als merklich platt, und endlich gar Young, Hodgkin, Lister und Hr. Dujardin als ein wenig ausgehöhlt.«

»Haben die Blutkugeln einen Kern in der Mitte? Darüber sind die Meinungen eben so verschieden. Einige verneinen die Existenz des Kerns in lebenden Kugeln und betrachten ihn als ein Product der Coagulation des Faserstoffs (*fibrine*), dazu gehören Blumenbach, de Blainville, Weber, Wagner, Dujardin, Mandl und Donné; dahingegen

Hewson, Ev. Home, Prevost und Dumas so wie auch Müller erkennen einen Centralkern an, dem die farbige Materie als Umhüllung dient. Nach dem, was man gelesen, wird man gewiß erstaunen, daß ich auch noch meine Meinung darüber sagen will; allein weil die Andern die Kügelchen auf verschiedene Weise gesehen haben und sich über deren wirkliche Gestalt nicht einigen können, so scheint es fast, als wenn man das Wahre noch nicht getroffen hätte, und es dürfte mir auch erlaubt sein, sie noch anders gesehen zu haben, und getreulich zu berichten, was ich gesehen habe. Unter dem Mikroskope erscheinen die Blutkügelchen abgeplattet, im Centrum befindet sich ein Kern, der eine schwache Erhabenheit bildet, das Kügelchen selbst ist weich und biegt sich, wenn es auf der Glasplatte liegt, während der Kern, als viel fester, beinahe seine Form behält und sich aufs Deutlichste zeigt. Ich kann den Eindruck, den die Kügelchen bei ihrer Untersuchung auf mich gemacht haben, nicht besser wiedergeben, als wenn ich sie mit einer kleinen Blase vergleiche, worin eine massive Kugel und eine gewisse Quantität Flüssigkeit enthalten ist, auf eine ebene Fläche gelegt, wird sie sich um die Kugel herum niederlegen und diese in der Mitte eine Erhabenheit bilden. Zuweilen sind die Kügelchen am Umfange ausgezackt; allein im Allgemeinen ist ihre Gestalt beim Menschen rund, diese Auszackung scheint mir von gewissen dem Kügelchen anhängenden Theilchen herzurühren, die sich nicht gleichmäßig mit auf dem Glase ausbreiten. Eine Fetttage bildet sich zuweilen auf der platten Oberfläche und kann diese Irregularitäten hervorbringen. Wenn das Kügelchen trocken ist, sieht man immer und zwar viel bestimmter den Kern; warum aber deßhalb annehmen, daß er nicht existire, warum ihn für eine centrale Niederdrückung, und warum ihn für ein Spiel des Lichtes halten? Zum Schlusse, ich habe immer die Kügelchen so gesehen, wie sie Fig. 8. Taf. 5. dargestellt sind; zur Vergleichung Fig. 9. Blutkügelchen vom Frosche daneben gezeichnet. Wenn das Blut sich coagulirt, so vereinigen sich die Blutkügelchen und bilden Reihen fast umgefallenen Geldstapeln ähnlich. Diese Zusammenfügung ist auf das Vollkommenste in den Tafeln eines Werkes dargestellt, welches in Deutschland von dem Hrn. Gerber, Prof. der Anatomie an der Universität zu Bern, herausgegeben werden wird, die ich durch die Güte des Hrn. Dr. Baswiz gesehen habe. Ich habe mich hierbei durch das Verlangen, die verschiedenen Meinungen sich vereinigen zu sehen, und eine genaue Beschreibung zu geben, etwas länger aufhalten lassen.

Die Milch erscheint unter dem Mikroskope aus einer Menge sphärischer Kügelchen von verschiedener Größe, von $\frac{5}{100}$ bis $\frac{1}{100}$ Millimeter ungefähr, zusammengesetzt; sie bestehen aus der fetten Materie, sind regelmäßig und schwimmen frei in einem Liquido, welches keine andere Theile enthält. Sind die Milchkügelchen zusammengebackt oder mit körnigen Körpern vermengt, so kann man erklären, daß die Milch noch nicht gebildet oder von schlechter Natur ist. Wenn man unter den wahren Kügelchen andere spizige, ausgezackte und undurchsichtige Kügelchen unterscheidet, so enthält die Milch Eiter, was leicht durch eine zweite Probe dargethan werden kann; mischt man unter die Flüssigkeit einige Tropfen einer alkalischen Solution, so werden die eiterigen Kügelchen binnen einigen Minuten aufgelöst, und die Milchkügel-

chen bleiben davon unberührt. Aether hingegen löset die letztern vollkommen auf, ohne auf die eiterigen eine Einwirkung zu äußern. Bei abgematteten Thieren, oder zu stark gemolknen Thieren, findet man zuweilen Blutkugeln zwischen denen der Milch, die erstern werden von Ammoniak aufgelöset. Da das Fett der Milch im Verhältniß zu den andern darin befindlichen festen Bestandtheilen steht, so kann man aus der Menge von Milchkugeln annähernd auf den Reichthum der Milch an solchen schließen. Diese Angaben sind aus einem interessanten Memoire, welches der Dr. M. Donné 1837 veröffentlicht hat.

Man muß immer mit frischer Milch und so bald als möglich unmittelbar nach dem Melken die Untersuchung anstellen; man bringt einen ganz kleinen Tropfen auf eine Glasplatte und bedeckt ihn mit einem dünnen Blättchen.

Ein Tropfen Speichel, auf dieselbe Weise behandelt, giebt getrocknet allerliebste Krystallisationen; Le Baillif hat mit dieser Flüssigkeit interessante Versuche angestellt.

»Seit längerer Zeit,« sagt er, »habe ich Mehreren den merkwürdigen Unterschied sehen lassen, der zwischen den von einem Nüchternen, oder unmittelbar nach der Mahlzeit, oder wenn man sich das Ende der Zunge abgerieben hat, gesammelten Speichel besteht. Der erstere ist vorzüglich voll kleiner Schuppen oder kleiner fleischiger Theilchen, er enthält ein wenig Ammoniak und Kochsalz; der zweite zeigt einige Schuppen, eine geringe Quantität runder oder eiförmiger Theilchen, und getrocknet Krystalle, bei denen Salmiak vorwaltet; der dritte endlich enthält nichts als ammoniakalische Fäserchen und kleine Kochsalzkrystalle. Ich dachte gleich, daß die kleinen runden oder eiförmigen Körperchen, welche ich beobachtet hatte, Stärkemehl aus dem Brote sein müßten, und in der That, als ich ein Minimum Jodine zusetzte, wurden diese Körperchen blau.« Le Baillif fügt hinzu: »Alles bestätigt mich darin, daß das Mikroskop in vielen Fällen ein herrliches, zum wenigstens vorbereitendes Hülfsmittel der Analyse werden wird.«

Der Hr. Dr. M. Donné hat eine Uebersicht der verschiedenen, aus Salzen und aus organischen Substanzen bestehenden Bodensäure, die sich im Urine bilden, herausgegeben; ich liefere hier einige Auszüge aus dieser interessanten Arbeit:

A. Salzige Körper.

1. Saure Urine. Diese sind häufiger als die alkalischen; ihre Bodensäure, gewöhnlich röthlich gelb, oder mehr oder minder stark rosenroth gefärbt, sind entweder krystallisirt oder pulverförmig; die erstern, aus Harnsäure (acide urique) bestehend, zeigen sich als vollkommen durchsichtige rhomboidale Blättchen; zuweilen sind sie gruppirt und von gelber Farbe; die Krystalle haben eine Größe von $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{10}$ Millimeter und darüber, sind mit Aufbrausen ausflüßlich in concentrirter Salpetersäure, aber unauflöslich in Salzsäure.

Die pulverigen Sedimente bestehen gewöhnlich aus harnsaurem Ammoniak (Urate d'Ammoniaque), dem zuweilen auch wol in Säuren ohne Aufbrausen löslicher phosphorsaurer Kalk beigemischt sein kann. Das Ammoniak bildet aus diesen Auflösungen einen Niederschlag aus einer weißen

amorphischen Substanz bestehend; der harnsaure Ammoniak ist mit Aufbrausen in concentrirten Säuren auflöslich, und wird durch verdünnte Säuren in Harnsäure zerlegt; eine Auflösung derselben mit Ammoniak behandelt, giebt rhomboidale durchsichtige Blättchen oder kleine körnigte Krystalle.

Dralsaurer Kalk zeigt sich auch, aber wenig, unter der Form körnigter Krystalle; man unterscheidet ihn vom phosphorsauren Kalk durch seine Unlöslichkeit in Essigsäure, und dadurch, daß Ammoniak denselben aus den Auflösungen in Mineralsäure in derselben körnigen Gestalt niederschlägt.

Das Kochsalz erkennt man an den octaëdrischen Krystallen, deren Seitenflächen staffelförmig sind, um dieselben zu erhalten, muß man einen Theil der Flüssigkeit abdampfen.

Die Gegenwart der Cystine (Wollaston's cystic oxyd) ist sehr selten.

2. Alkalische Urine. — Sie sind blaß, der Bodensatz ist weiß oder gelblich, krystallisirt oder pulverig und besteht aus:

Phosphorsaurer Ammoniak=Magnesia. Verschieden geformte Krystalle, aber im Allgemeinen vom rhomboidalen Prisma herzuleiten. Die Auflösung dieses Salzes in verdünnter Säure giebt mit Ammoniak eine Menge verschieden gruppirter Krystalle.

Phosphorsaures Ammoniak=Natron, welches man erst nach der Abdampfung des Urins findet, schöne Krystalle von 4seitigen breiten abgestumpften Pyramiden bildend.

B. Organische Substanzen.

1. Saure Urine. Schleim-Kügelchen, welche unter sich verbunden sind von ungefähr $\frac{1}{100}$ Millimeter Durchmesser.

Hautartige Lamellen (*Lamelles épidermiques*).

Harnblasenschleim (*Mucus uréthral*). Bei den ersten Auswürfen des Urins fortgerissen unter der Gestalt weißer, dem bloßen Auge sichtbarer feiner Fäden. Im Mikroskop gesehen sind diese Fädchen aus länglichen Theilchen zusammengesetzt, welche am einen Ende dicker und am andern schwanzartig endigen.

Eiter-Kügelchen (bei gewissen Krankheitszuständen), an denselben Kennzeichen zu erkennen, welche schon bei dem Eiter in der Milch angegeben sind.

Blut-Kügelchen (bei derselben Beobachtung) sind zuweilen ganz weiß.

Samen. Bei Samenverlusten. Man muß die Thierchen im untersten Theile des Gefäßes suchen, wo sie vermöge ihres specifischen Gewichtes liegen.

Zuweilen findet man bei Gelbsüchtigen auch Galle im Urine, als unregelmäßige schön gelbe Fragmente dieser Substanz.

Bei der Harnruhr bemerkt man kugelige Körperchen, welche durchsichtig, verschiedenartig gruppirt und beinahe das Ansehen der Milchkügelchen haben. Es sind dieses die von Hrn. Cagniard-Latour entdeckten *corpuscules du ferment*.

2. Alkalische Urine. Sie lösen die Kügelchen des Mucus, des Eiters und Blutes auf.

Zuweilen finden sich die salzigen und organischen Substanzen in den Bodensätzen durch einander gemengt; auch kommt es vor, daß die Krystalle sich über den organischen Substanzen in bizarren Figuren bilden. Dieser kurze Auszug aus der Abhandlung über die Urine vom Hrn. Dr. Donné wird manchen Liebhaber veranlassen, mit dem Originale selbst sich bekannt zu machen.

Nur mit Mühe unterdrücke ich den Wunsch, die Geschichte des *Acarus Scabiei* oder der Krätzmilbe zu erzählen; der Leser würde mit Interesse die zahlreichen Veränderungen, welchen dieses Thierchen, bevor es unter die Zahl der lebenden Wesen gezählt ist, unterworfen worden ist, so wie die Mystificationen, zu denen es Veranlassung gegeben, und seine Gestalt und Lebensweise, verfolgt haben; allein ich darf hier doch nur angeben, wie man es auffindet, und die Quellen, woraus man weitem Unterricht erlangen kann, nachweisen.

Wenn ein Krätziger noch keiner ärztlichen Behandlung unterworfen worden ist, und man sucht aufmerksam auf dem Rücken der Hand, an der Handwurzel oder zwischen den Fingern, so findet man mehrere Bläschen, welche kurz nach ihrer Entwicklung, an der Spitze oder an der Seite einen kleinen Punkt zeigen, ähnlich dem eines kleinen Flohstichs, jedoch ohne den rothen Fleck. Zuweilen verlängert dieser Punkt sich in einen Halbkreis und befindet sich auf einem kleinen weißlichen Flecke. Bei schon weiter ausgebildeten Bläschen bemerkt man, daß von dem Punkte eine punktirte schwärzliche oder weißliche Spur ausgeht, bald von der Spitze nach dem Umfange gehend, bald das Bläschen diametral durchschneidend. Diese Spur hat man die Furche oder den *Cuniculus* genannt. Stellt man sich an die Sonne, so sieht man an dem dem kleinen Punkte an der Seite des Bläschens gegenüberliegenden Ende dieses Ganges einen kleinen weißen Fleck und einen bräunlichen Punkt. Hebt man die Epidermis an dieser Stelle mit einer Nadelspitze auf, so kann man, ohne die Blase zu zerstechen, ein kleines Insect, welches der *Acarus* oder *Sarcoptes* ist, herausziehen. Bei allen Bläschen findet man keine Furche. Dieses von Latreille zu der Familie *Sarcoptes* unter dem Namen *Sarcopte de l'homme* (*Sarcoptes hominis*) gezählte Insect ist weiß opalisirend, durchsichtig, von rundlicher, beinahe kreisförmiger Gestalt, auf seinem Rücken sieht man mehrere Reihen mit Haaren besetzter Erhöhungen. Einen Kopf oder ein Bruststück hat es nicht, aber eine Art von Rüssel oder rother Schnauze, welcher kurz, ein wenig palettenförmig abgeplattet, am Ende abgerundet, und mit Haaren besetzt ist, die in einem Winkel stehen, dessen Scheitel sich über den Oberleib in eine goldrothe Linie verlängert. Die Füße sind 8 an der Zahl, ihre Farbe ist dunkelroth; man unterscheidet die vier Vorderfüße auf beiden Seiten der Fresswerkzeuge, sie bestehen aus 4 Gliedern und einem schiefen Fußstücke, welches sich als ein Dreieck, dessen Hypothenuse gegen den Hintertheil des Körpers gekehrt ist, darstellt. Jedes Glied ist mit Haaren besetzt und das letzte außerdem mit einer Art von sehr langer, zerbrechlich dünner Klaue versehen, welche sich in eine kleine Drüse oder ein Näpfchen endigt, die zum Fortschreiten dient und von Hrn. Raspail mit dem Namen *Ambulacrum* bezeichnet ist. Die

4 Hinterfüße sind von den Vorderfüßen entfernt und viel kürzer als sie, zeigen übrigens dieselbe Organisation, mit Ausnahme daß das *Ambulacrum* fehlt, welches durch ein Haar ersetzt ist, welches so lang ist als der Körper; der Unterleib bedeckt sie beinahe gänzlich, und der Hintere, bald hervortretend bald eingezogen, befindet sich am äußersten Ende des Thierchens. Nach Hrn. Raspail ist die ganze Oberfläche des Körpers mit einem festen Zellgewebe überzogen; wenn man das lebende Insect mit dem Nagel des Fingers zerdrückt, so hört man sehr deutlich ein kleines Knacken. Die Länge des *Acarus* übersteigt nicht ein halbes Millimeter; doch findet man auch welche, die kaum die Hälfte dieser Länge erreichen.

Wenn man die Art des Fortschreitens des Insects unter der Epidermis untersucht, so überzeugt man sich leicht, daß es seinen Gang (*cuniculus*) nicht nach Art der Maulwürfe graben kann, dazu sind seine Füße durchaus nicht eingerichtet, es bewirkt vielmehr dasselbe dadurch, daß es mit dem platten Rücken die Epidermis emporhebt, die auf dem Rücken sitzenden und nach hinten gerichteten Haare helfen bei dieser Arbeit und machen, wie Hr. Raspail bemerkt, jedes Zurückziehen unmöglich. Diese Bewegung verursacht dem Kranken einen heftigen Reiz, den er durch Reiben mildert. (*Recherches sur l'acarus ou sarcopte de la gale de l'homme, par Albin Gras, docteur ès - sciences, élève à l'hôpital Saint - Louis, aujourd'hui professeur de pathologie interne à Grenoble. 11 octobre 1834. Chez Béchet.*) Man kann auch nachlesen: *Mémoire comparatif sur l'histoire naturelle de l'insecte de la gale, par M. Raspail. Recherches microscopiques sur l'acarus etc., par M. M. Leroi et Vanderhecke* und die Artikel der Hrn. D. Duparc und Beaude in dem *Journal des Connaissances Médicales* du 15 juillet 1834. In seiner Uebersetzung der *Revue générale des écrits de Linné* von Pulteney, erwähnt Hr. Millin de Grandmaison des *Acarus scabiei* und des *Acarus dysenteriae*.

Die *Amoenitates academicae* enthalten eine Bemerkung von Linné über einen von J. C. Nyander 1757 ausgesprochenen Satz, worin Letzterer der Meinung Kirchers beipflichtet, welcher die contagiösen Krankheiten kleinen Thierchen zuschreibt. Er sagt, daß ihre Gegenwart bei der Krätze, der Ruhr, den Finnen der Schweine durch Langius, bei der Pest von Kircher, bei der Venerie von Hauptmann⁶⁶⁾, bei dem Fleckfieber von Sigler, bei den Blattern von Lusitanus und von Porcellus, so wie bei der Wanderflechte und andern Hautkrankheiten bewiesen ist.

Bartholin hat schon bemerkt, daß die während der Ruhr ausgeleerten Stoffe voller kleiner Insecten sind.

In derselben Sammlung findet man auch die Dissertation von C. F. Adler (1752) über die *Noctiluca marina*. Während einer Reise nach China im Jahre 1748 fand dieser Chirurg die Existenz der phosphorescirenden Insecten, welche das Kielwasser der Schiffe leuchtend machen; er

⁶⁶⁾ Die mikroskopischen Untersuchungen des Hrn. Donné über die venerischen Krankheiten bestätigen diese Versicherung von Hauptmann. D. Verf.

brachte sie unter das Mikroskop und ließ diese kleinen Thierchen, welche nur den sechszehnten Theil so groß sind als ein Floh, abzeichnen. Baker hat auch einige Nachrichten über dieses Insect gegeben, welches man im Anfange des Sommers und besonders zwischen den Seepflanzen findet.

Die Schuppen des Hals, deren Existenz lange unbekannt war, sind sehr merkwürdig und bedürfen einer besondern Zubereitung. Man nimmt ein Stück Haut von den Seiten des Hals und spannt es straff über einen Glasstreifen, worauf man es trocknen läßt; man wird dann bald Erhöhungen wahrnehmen, welche die unter einer dünnen Haut liegenden Schuppen bilden, man kann dieselbe mit der Spitze eines Scalpells aufheben, und die Schuppen lösen sich dann mit der größten Leichtigkeit ab.

Die Haut der Eidechsen und Leguans besteht aus zwei Lagen, einer dünnen durchsichtigen und einer dicken undurchsichtigen; wenn man sie trennt, erhält man zwei sehr merkwürdige mikroskopische Objecte. Der Bars, die Scholle, der Kabeljau u. s. w. geben sehr schöne Schuppen.

Tafel 5. Fig. 10. ist ein Querschnitt eines Barthaares, welches ich zufällig in dieser Lage auf einem Objectträger fand, auf den ich mehrere ähnliche Fragmente gelegt hatte. Um solche Querschnitte zu erhalten, muß man mehrere Haare zusammenbinden und mit einem guten Rasirmesser abschneiden; auch findet man sehr hübsche Stücke auf dem Luche, worauf man das Rasirmesser abwischt. Haare oder dergleichen Fäserchen müssen immer in Canadischen Balsam gelegt werden, welcher ihre Durchsichtigkeit vermehrt und die Zerstreung des Lichtes an ihren Rändern aufhebt. Die Haare der Mäuse, der großen Feldmäuse, der Fledermäuse, der Larven des Dermestes, der Katzen, Füchse und gewisser Raupen sind sehr merkwürdig für die Beobachtung und liefern herrliche durch- und undurchsichtige Tests (Probeobjecte). Mehrere Thiere der untern Ordnungen sind mit einem Apparate versehen, welcher bestimmt ist, Flüssigkeiten auf gewissen Organen der Länge nach zu bewegen. Wenn man einen Theil der Kiemen einer Muschel abschneidet und bringt ihn unter das Mikroskop in einen zwischen zwei Glasplatten befindlichen Tropfen Wasser, so wird man in demselben einen beständigen und bestimmten Lauf entdecken. Das Stück des Kiemens ist mit Haaren oder sehr feinen Fäserchen bedeckt, welche ohne Unterlaß in Bewegung sind und diese Bewegung hervorbringen. Man findet im 3ten Bande der *Annales des sciences naturelles*. 1835, die Beobachtungen von Hrn. William Sharpey und die Abhandlung von den Hrn. Purkinje und Valentin, welche die Existenz dieser Apparate bei den Thieren mit warmem Blute entdeckt haben. Diese haben die Bewegung durch die Härchen, in dem Eiergange der Vögel, in den Fallopischen Röhren der Säugethiere, so wie in den Luftwegen dieser beiden Klassen. Ich werde mich hier darauf beschränken, die Organe zu bezeichnen, welche dieses Phänomen bewirken, dessen vorzügliche Bestimmung es ist, einen Lauf von Flüssigkeit nach der Länge der Oberfläche der Respirationsapparate zu unterhalten, oder in andern Fällen Nahrung zuzuführen, die Eier auszutreiben und die Bewegung zu erleichtern.

Im Jahre 1830 beobachtete Hr. Sharpey diese Bewegung in den Larven des Salamanders und der Kröte, bei einer großen Zahl Mollusken,

bei den Annaliden und der Actinie. Er erwähnt, daß Steinbach schon diese Strömungen auf den Kiemen der Kaulquappe und der Larve des Salamanders beschrieben habe, und daß schon mehrere ältere und neuere Beobachter Aehnliches bemerkt hätten. Die Hrn. Purkinje und Valentin bemerkten bei der Section eines 3 Tage zuvor befruchteten Kaninchens, daß sich kleine Fragmente des schleimigen Membrans der Fallopischen Röhren mit Schnelligkeit bewegten und wie um eine Aze dreheten. Schnell in den Röhren, war diese Bewegung in den Hörnern des Uterus so wie in den Anhängungspunkten des Organs viel langsamer; aber ganz besonders bemerkbar war sie auf den Lippen des Uterus und in der Scheide. Der Oviduct eines Vogels, sogleich nach dem Durchgange des Eies untersucht, zeigte in seiner ganzen Ausdehnung dieselbe Vibration. Nach diesen Beobachtern existirt diese Bewegung nur in den Geschlechtsorganen der Weibchen und in denen der Respiration bei den Säugethieren, Vögeln und Reptilien. Bei den Eingeweiden fanden sie dieselbe nicht, als in der Flußmuschel auf einer fleischigen, der Länge nach laufenden Erhöhung, welche in der innern Fläche des Eingeweidekanals sich zeigt, während doch Hr. Sharpey dieselbe in dem Verdauungskanale der Schinodermen, der Annaliden, der Actinie, so wie in der Magenhöhlung mehrerer Polypen gesehen hat. Bei den Amphibien und Schlangen, den Vögeln und Säugethieren zeigen die Eingänge und Respirationswege diese Vibrationen in ihrer ganzen Ausdehnung. Um diese merkwürdige Erscheinung zu beobachten, muß man das Thier unmittelbar nach seinem Tode untersuchen; man schneidet mit der Scheere ein Stück der Membran ab, welches man so zusammenlegt, daß die freie Oberfläche den Rand der Falte bildet, und die andere mit sich selbst in Berührung kommt. Man bringt es dann unter das Compressorium mit ein wenig Wasser, und drückt es dann ein wenig sehr sanft, so daß der Rand der Falte genau unter dem Mikroskope ist. Um die Erscheinung noch sichtbar zu machen, kann man dem Liquidum einen Farbestoff hinzufügen, z. B. Indigo oder Carmin, wie man es thut, um die Verdauungswerkzeuge der Infusorien zu färben. Es ist erforderlich, daß die schleimige Membran vollkommen entfernt ist, und die Falte der Membran sich unter dem Objective befindet. Diese Vibrationen folgen einer bestimmten Richtung, mit Ausnahme bei der Flußmuschel, wo sie nach zwei verschiedenen Richtungen, jede alle 6 oder 7 Secunden wechselnd, stattfinden. (Ann. des Scienc. natur. V. 3. p. 347.)

Der Dr. Baswiz hat mir folgende Bemerkung über die Anwendung des Mikroskops bei der Diagnostik gewisser Krankheiten mitgetheilt:

»Im Juni 1838 habe ich einen Menschen gesehen, welcher hinten im Munde eine Geschwulst hatte. Die Berührung allein genügte nicht, um die Natur desselben zu bestimmen. War es eine schwammige Geschwulst, ein Polyp oder ein Fleischgewächs? Ein kleiner Theil des Geschwulstes hatte sich zum Geschwür gebildet; ich nahm mit einer Staarnadel ein wenig Haut ab, brachte sie unter das Mikroskop, und erkannte sogleich, daß ich mit einem Polypen zu thun habe.«

»Zuweilen ist es sehr schwer, die Geschwulste des Uterus diagnostisch zu bestimmen; das Mikroskop kann dem Chirurgen Aufklärung geben.«

Nach den aus dem Thierreiche erhaltenen Körpern muß man zunächst die verschiedenen Theile von Vegetabilien folgen lassen; die Zirkulation des Saftes, die Bewegungen und Auswerfungen der Staubbeutel, das Gewebe der Stämme, der Blumenblätter u. dgl. geben dem Beobachter eine reiche Quelle angenehmer Neuigkeiten.

Saftumlauf in den Vegetabilien. *Chara*. Kein Vegetabil läßt dieses durch den Abbé Corti 1774 entdeckte höchst merkwürdige Phänomen so bestimmt sehen. Mehrere Gelehrte, unter denen die Hrn. Amici, Robert Brown, Schulz ic., haben die Circulation auch bei andern Pflanzen beobachtet; allein es ist nicht leicht, mit dem Experimente zu Stande zu kommen, während ein Rohr der *Chara*, gehörig präparirt, jederzeit die genügendsten Resultate giebt. Nach seiner Reise nach Paris ließ Hr. Amici die *Chara* mehrere Gelehrten sehen und man glaubte eine Zeitlang, daß zu diesem schönen Versuche das katadioptrische Mikroskop dieses Physikers unumgänglich nothwendig wäre; allein bald sah man ein, daß es dazu nur einer 50- bis 100maligen Vergrößerung bedarf.

Le Baillif schrieb über die *Chara* eine Bemerkung, von der ich das Manuscript besitze, welche theilweise in das Bulletin des Hrn. de Ferrussac aufgenommen ist. Die folgenden Details sind dem Originale entnommen.

Die *Chara* findet sich sehr häufig in dem Teiche von Billebon bei Meudon, 2 Meilen von Paris, auch in dem großen Bassin de la Villette am Durkanale.⁶⁷⁾ Diese Pflanze ist immer unter Wasser; man erhält sie, indem man einen Haken an das Ende eines Bindfadens bindet, den man mit Kraft an eine Stelle, wo die *Chara* wächst, hinwirft; um sie fortzuschaffen, taucht man sie in einer Flasche voll Wasser unter. Man wählt sogleich die stärksten Stengel aus, welche man in einen weiten Napf legt, der mit Wasser aus dem Teiche gefüllt ist, woraus man die *Chara* gesammelt hat. Die Stengel darf man nicht biegen, denn gequetschte Schüsse kann man nicht gebrauchen. Zweckmäßig würde es sein, einige Schüsse (*entre-noeuds*) abzuschneiden, und an einem Faden ins Wasser zu hängen, wo sie fortwachsen würden. In der heißen Jahreszeit verdirbt diese Pflanze leicht; nach 14 Tagen geht sie aus dem Grünen in's Schmutziggelbe über, und ihre Zubereitung wird dadurch zuweilen sehr schwierig. Es giebt mehrere Arten der *Chara*: *flexilis* oder *translucens*, und *hispida* oder *tomentosa*.⁶⁸⁾

Bei der erstern sieht man ein wenig die Circulation durch die Rinde; die zweite ist vorzuziehen, die Schüsse haben 3 bis 4 Zolle oder darüber, und enthalten oft merkwürdige Kügelchen, wovon später die Rede sein wird. Die *Chara* kann erst nach gewissen Zubereitungen unter das Mikroskop gebracht werden; man muß einen sehr grünen und starken Schuß auswählen, dessen Quirl man auf 6 bis 8 Linien Länge abschneidet. Die kleinen Schüsse pußt man weg, und bringt den Hauptstengel in ein kleines gläsernes Gefäß voll Wasser, welches unter den Focus einer, mit einem Fuße versehenen gefasteten

⁶⁷⁾ Auch in mehreren Teichen bei Hildesheim in großer Menge. D. Uebf.

⁶⁸⁾ Die Botaniker unterscheiden übrigens 4 Arten der *Chara*, nämlich *Ch. vulgaris*, *Ch. hispida*, *Ch. tomentosa* und *Ch. flexilis*, welche sehr leicht zu erkennen sind. D. Uebf.

Loupe gebracht wird, und nimmt hierauf die obere Rinde mit der größten Sorgfalt in Streifen ab; denn die geringste Verletzung des innern Rohrs würde augenblicklich die Circulation hemmen. Hat man das Rohr von der Rinde befreiet, so muß man es leicht abschaben, indem man es um sich selbst drehet; diese Operation ist jedoch unumgänglich nothwendig, um das Rohr von einer Lage kohlensaurem Kalk zu befreien, welche dasselbe bedeckt; man kann sie mit einem Federmesser mit niedergedrückter Schneide, welche man von der Linken zur Rechten wendet ohne jedoch in entgegengesetzter Richtung zu schaben. Der innere Theil der Pflanze (*mérithal*) wird vollkommen entblößt sein, wenn man mit einer Loupe von 6 Linien Focus keinen fremden Körper mehr wahrnimmt. Das Mikroskop läßt dann bei einer Vergrößerung von 75 bis 100mal parallele Linien unterscheiden, welche durch grüne regelmäßig von einander entfernte Kügelchen gebildet wird, und eine andere Linie, in der diese Kügelchen fehlen, diese hat *Le Baillif* die *Milchstraße* genannt. Dieses Präparat kann man unter Wasser aufbewahren, allein nach 5 bis 6 Tagen ist die Oberfläche des Rohrs wieder mit Krystallen von kohlensaurem Kalk bedeckt, den man, aber mit mehr Sorgfalt als das erste Mal, abnehmen kann. *Le Baillif* bewahrte solche abgeschälte Röhren in kleinen Kapseln mit Wasser von sehr einfacher Construction; er theilte eine ziemlich weite Glasröhre mittelst des Diamants der Länge nach in 2 Hälften, und kittete an jede der beiden Enden eines solchen Troges eine viereckte Bleiplatte, wodurch derselbe geschlossen wurde und nun auch horizontal aufgestellt werden konnte. In diesen kleinen mit Wasser angefüllten Trog legte er das abgeschälte Rohr, bedeckte ihn dann mit einer Glasplatte, welche die Verdunstung des Wassers aufhielt und den in der Atmosphäre herumfliegenden Körpern den Zutritt verwehrte. Meine kleinen Gefäße mit geraden Wänden sind zu diesen Experimenten sehr nützlich. Die Veränderungen der Temperatur, die schon alte Abschälung, selbst um das Rohr gelegte Bänder haben keinen Einfluß auf den Saftumlauf. Untersucht man einen der Saftströme rechts oder links von der Mittellinie, so wird man sehen, daß sie immer dieselbe Direction beibehalten; legt man aber diese Linie so, daß sie genau in der Mitte des Gesichtsfeldes des Mikroskops sich befindet, so wird man grüne Moleculen sehen, welche einem doppelten Strome folgen, von der Rechten zur Linken und umgekehrt. Mit Hülfe einer Secunden-Uhr oder eines Pendels kann man die Zeit abmessen, welche ein Kügelchen gebraucht, um durch das Gesichtsfeld zu gehen. Verlängert man die Beobachtung, so wird man sich auch darüber in Gewißheit setzen können, daß die schwimmenden Moleculen aus einem Strome in den andern gelangen können; dieses ist sehr wichtig, denn es beweiset auf das evidenteste, daß die Mittellinie keine Scheidewand bildet. Wenn man eines der Enden des Rohrs in mit Essig oder Salzsäure schwach angesäuertes Wasser taucht, so hört die Circulation an diesem Ende einige Minuten auf.

Am 21. October 1827 sah *Le Baillif* auf einer, schon 10 Tage aufbewahrten *Chara* lange Reihen von grünen Moleculen sich abtrennen, aufheben und in den Strom der Circulation sich begeben; bald darauf war ein großer Theil des Rohrs so entblößt, daß man die grünen Moleculen sich bei-

nahe wie Floßholzstücken bewegen sah, man bemerkte dabei darum nichtsdestoweniger die Moleculen der gewöhnlichen Circulation, welche durch einander schwammen. An mehreren Stellen bildeten sich beträchtliche Verstopfungen. Die gewöhnliche Circulation hält mehrere Tage an und läßt auch während der Nacht nicht nach. Will man den Weg der Moleculen verfolgen, so muß man nach der Methode des Abbé Corti einen kleinen noch unter den Verticillen befindlichen Schößling auswählen, dessen Oberfläche wenig mit kohlensaurem Kalk bedeckt ist, der wahrscheinlich sich mehr auf der ältern Pflanze ablagert. Beobachtet man diesen Schößling gegen sein durchsichtiges Ende, so wird man die Circulations-Bewegung wahrnehmen, und folgt man 2 oder 3 Moleculen in ihrem Laufe, so wird man sie am Ende des Schusses umkehren und in entgegengesetzter Richtung zurückkehren sehen. Man sieht auch zuweilen im innern Theile der Pflanze (*mérithal*) Kügelchen in ziemlicher Anzahl, welche sich eins über dem andern herbewegen, sich drücken, in Folge der Drückung eine ovale Gestalt annehmen und zuweilen plazen, wo sich denn die darin enthaltene Flüssigkeit mit der circulatorischen vermengt, später sieht man kleine Kügelchen sich bilden und in der Flüssigkeit fortgehen.

Bei einer guten Beleuchtung unterscheidet man rein die Dicke der kugelförmigen Umhüllung, so wie das von ihr eingeschlossene Moleculé. Die Letztern sind durchscheinend, von sehr verschiedener Form, und der, durch den Druck und die den Kügelchen mitgetheilte Bewegung hervorgebrachten Veränderung unterworfen.

Wenn man ein Rohr der *Chara* mit dem einen Ende in Wasser aufhängt, so fallen die Kügelchen nach dem untern Theile und folgen nach derselben Richtung, wenn man auch das Rohr umkehrt; diese Erscheinung kann man mit einer gewöhnlichen Loupe beobachten. Will man die Kügelchen isolirt betrachten, so muß man einen Schuß durchschneiden, und die darin enthaltenen, auf eine Glasplatte herausdrücken; die Kügelchen erscheinen dann als ebensoviele Fettpelren, sehr bestimmt.

Hr. J. Holland hat ein sehr sinnreiches Mittel beschrieben, um die Circulation in den jungen Trieben der *Chara* zu beobachten. Man schließt einen jungen Trieb der *Chara* in einen der kleinen Objectträger, welche einen mit Wasser gefüllten, durch Bleiweißölfarbe gebildeten Raum enthalten (*Capit. XI.*), deren Oberplatte an der Seite durchbohrt ist. Die *Chara* wächst darin fort, bis sie den ganzen Raum ausfüllt, und vielleicht, fügt Hr. Holland hinzu, gelangt man dadurch dahin, die Ursachen der Circulation zu entdecken, indem man die Pflanze in den verschiedenen Epochen ihrer Entwicklung beobachtet.

Die Deffnung der oberen Platte dient, die Flüssigkeit, so wie sie verdampft, zu ersetzen; man legt ein kleines Glasstück darauf, die Verdunstung zu verhindern.

Hr. Schulz beobachtete den Umlauf des Saftes in mehreren Pflanzen, unter andern in den Blattansätzen (*stipulus*) der *Ficus elastica*. Man macht diese Aftersblätter durchsichtig, indem man die Oberhaut abnimmt, wodurch eine weiße durchsichtige und faserige Partie entblößt wird, in der man

sehr wohl den Umlauf des Saftes wahrnimmt. Die Blätter der *Chelidonia* zeigen ohne Zubereitung dieselbe Erscheinung; man braucht sie nur an der Sonne unter das Mikroskop zu bringen und zu beobachten; doch gelingt es nicht immer. Le Baillif beobachtete ebenfalls die Circulation am gemeinen Feigenbaume. Es ist klar, daß man bei diesen Beobachtungen keine weck gewordene Vegetabilien anwenden darf. Hr. Schulz gab Le Baillif eine Liste derjenigen Pflanzen, bei denen er den Saftumlauf leicht beobachtet hatte; ich will sie so hierher setzen, wie ich sie von Le Baillif erhalten habe.

Chelidonium. (Die Blättchen des Kelches.)

Tragopogon pratensis. (Salsifix.) Wiesen-Bocksbart. Blatt.

Leontodon Taraxacum.

Alisma plantago (Wasserpflanze).

Ficus elastica (Asterblätter).

Gemeine Feige.

Platane.

Blattansätze des Ahorns.

Weißer Maulbeerbaum.

Mloë (Stengel und Staubfaden).

Angelika.

Impratorie (Meisterwurz) und beinahe alle Doldengewächse mit farbigem Saft.

Bryonia alba.

Euphorbia (Marr).

Asclepias.

Atriplex (Melbe). Arroche.

Lactuca — *sativa*? (Lattich). *Laitue ordinaire.*

Triticum caninum? (Chiendent.)

Tragopogon pratense, und beinahe alle Eichorienarten.

Der 49ste Band der *Transactions of the Society of Arts etc.* enthält eine Abhandlung des Hrn. H. Slack über die Beobachtung der Circulation in der *Nitella flexilis*, der *Hydrocharis morsus ranae*, und *Tradescantia virginica*, welche zuerst von dem Dr. Brown beobachtet und in seiner Abhandlung über die Orchideen beschrieben ist. Hr. Slack bezeichnet auch noch die Fasern von der Blumenkrone einer Art von *Penstemon*. Die Asterblätter von *Ficus elastica* beschrieben von Schulz, und endlich *Chelidonium* von demselben Schriftsteller beobachtet. Hr. Slack belehrt uns, daß das Phänomen sich nicht zeigt, so lange das Blatt noch am Zweige sitzt; daß es aber sofort erscheint, wenn man es davon trennt. Ich habe gesagt, daß der Versuch nicht immer gelingt; allein es ist möglich, daß der Nichterfolg bei meinen Versuchen allein von der schlechten Zubereitung hergerührt hat. Ich empfehle außerdem meinen Lesern die Arbeit des Hrn. Barley und die Nachträge des Hrn. Solly, im 48sten Bde. derselben Sammlung; diese Abhandlungen sind voll der interessantesten Details über die Circulation und Organisation der Vegetabilien.

Der Pollen zeigt ein sehr merkwürdiges Schauspiel, wenn man ihn

in gewisse Flüssigkeiten bringt und im Mikroskope beobachtet; auf einen Tropfen Wasser geworfen, bewegen sich die Körner des Pollens in verschiedenen Richtungen, zerreißen und werfen eine Wolke kleiner Körnchen oder Schläuche, aus welchen sie auf verschiedene Weise umkreisen. Hr. Raspail hat gefunden, daß das liquide Ammoniak und die Salzsäure dieselben Effecte geben.

Man muß einen kleinen Tropfen Wasser auf einen Glasstreifen und darin den Pollen bringen. Aus den Bemerkungen des Hrn. Le Bailly habe ich die folgenden Beispiele ausgezogen.

Pollen des wilden Eichorien. — In Berührung mit Wasser hört er auf, kugelförmig zu bleiben und zeigt mehrere Wärzchen und Höcker. Die Körner des Pollens sind gemeinlich durch ein oder zwei kleine Fädchen aneinander gehängt.

Pollen der Balsamine. Giebt sehr durchsichtige Schläuche von sich, welche sich während mehrerer Tage verlängern und 7 bis 8 Mal so lang als ein Körnchen des Pollen werden.

Pollen der Nachtkerze (*Oenothera biennis*). Zeigt sich als eine sehr lange Bindschnur, wenn er allein ist, blähet sich im Wasser einige Male außerordentlich auf und wirft endlich eine große Quantität ovaler und runder Molecülen aus. Mehrere Körner dieses Pollens treiben cylindrische Schläuche aus.

Pollen des Hopfens. Sehr lebhafter Auswurf, der eine sehr sichtbare Bewegung besitzt.

Pollen des Lavendels. Jedes Korn enthält 3 eiförmige Molecülen, welche dem Durchmesser des Kornes gleichkommen können; wenn er platzt, sieht man die sehr durchscheinende Kapsel.

Pollen des Spinats. — Sehr aufblähend, Zurückbewegung beim weiten Auswurfe der Molecülen von verschiedener Dicke, unter denen man vollkommen die ovalen Molecülen unterscheidet.

Pollen der Coloquinten. Sehr dick kugelförmig, zuweilen aber selten rauh, blähet sich im Wasser stark auf. In den ersten Augenblicken der Eintauchung sieht man um den Pollen herum viele kleine runde Molecülen, die sich länger als eine Stunde in verschiedenen Richtungen und in Entfernung vom Pollen bewegen, der weit aber langsam auswirft.

Pollen vom Cactus, mit kurzen Blättern (*truncatus?*). Sphärisch, glatt, aschgrau, treibt zuweilen einen langen Schlauch; unter andern Umständen sieht man sich ein, zwei oder 3 Bläschen bilden. Einige dieser Körner werfen eine schwarze Substanz aus, und man sieht oft um sie herum bewegliche Körperchen.

Le Bailly hat, zwei Jahre lang in einer Dute aufbewahrten, Pollen vom Mais auswerfen gesehen, und dasselbe an dem des Turnesol, und Hr. Raspail an dem von *Helianthus annuus* beobachtet.

Pollen von *Violette marine* (?). Sehr reichlich, kugelförmig, durchscheinend und rauh; wird im Momente des Auswerfens lebhaft zurückgetrieben.

Pollen der Valeriana. Trocken ist er oval, mit Scheidewänden

durchzogen, beinahe durchsichtig; im Wasser wird er bald sphärisch und undurchsichtiger als nach dem Auswurfe; in dem Momente, der ihm vorhergeht, sieht man eine sehr durchscheinende Blase sich bilden, beinahe dem dritten Theil des Volumens der Kugel gleichkommend; sie zerreißt und wirft eine Menge Staub aus. Dieser Versuch gelingt jedesmal mit Schnelligkeit.

Pollen der *Scabiose*. Wechselt seine Form nicht im Wasser; zuweilen entsteht eine Blase; der Auswurf findet nach 15 Secunden bis einer Minute statt, ist sehr lebhaft, aber nicht auf große Entfernung.

Pollen der *Rose trémière*. Undurchsichtig, sehr rauh; nach 4 oder 5 Minuten Aufblähung wirft er durch 2, 3 oder 4 verschiedene Oeffnungen die schwarzen und anscheinend gleich großen Körnchen aus.

Pollen der gelben Lilie. — Ist eiförmig, glatt, neßförmig, mehr oder weniger aschgrau, wirft von der Seite aus; man muß ihn aber von einer schon abgestandenen Anthere nehmen.

Pollen der *Luffa foetida*. — Rund, gelb, glatt; giebt nach dem Grade seiner Reife verschiedene Resultate. Mit dem Messer in Berührung sieht man drei durchscheinende Blasen sich bilden, aus denen oft der Auswurf erfolgt. Zuweilen bildet sich ein dicker Schlauch, welcher dem dreimaligen Durchmesser des Kornes an Länge gleichkommt und mit einem unbeweglichen schwarzen Samen angefüllt ist; mithin verlängert sich dieser Schlauch und platzt, man sieht dann den Samen nach dem offenen Ende gehen.

Pollen des *Mais*. — Wird im Wasser kugelförmig und undurchsichtig; nach dem lebhaften und häufigen Auswurfe wird das Korn beinahe durchsichtig.

Pollen der *Lopesia racemosa*. — Zeigt sich immer in dreikantiger Gestalt; aber nach einer Minute im Wasser sieht man in jeder Ecke eine sehr durchscheinende Blase sich bilden; diese Körner sind mit einem äußerst zarten haarigen Ligamente versehen und werfen zuweilen aus.

Ich will diese Liste nicht noch verlängern und überlasse dem Leser das Vergnügen, sie mit interessanten Untersuchungen, wozu sich leicht die Materialien darbieten, zu vermehren.

Oft findet man in alten Infusionen Spiralen zwischen die Trümmer gemengt, zwischen denen die Thierchen schwimmen; diese Spiralen sind nichts anders als die Luftröhren oder Organe zur Circulation der Luft in den Vegetabilien.

Einige Worte über die *Cryptogamen*, und die wichtigen Dienste, welche das Mikroskop in diesem Theile der Botanik geleistet hat, mögen hier ihren Platz finden; doch bemerke ich zuvor, daß das Folgende eine Frucht der freundschaftlichen Beziehungen ist, in denen ich zu dem Hrn. Dr. *Montagne* stehe. Seine Unterhaltung ist für mich eine reiche Quelle des Unterrichts gewesen, und diese wenigen Zeilen habe ich aus meinen Erinnerungen geschöpft.

Alle Botaniker kennen die Arbeiten dieses Gelehrten; alle haben gewiß die Genauigkeit und Sorgfalt seiner Zeichnungen bemerkt. Diese Genauigkeit, welche zunächst dem Talente des Beobachters zuzuschreiben ist, rührt von

seiner großen Erfahrung in der Anwendung der *Camera clara* bei dem Mikroskope her. Die schönen Resultate, welche Hr. *Montagne* erlangt hat, beweisen auf das Bündigste den Nutzen der *Camera clara*.

Cryptogamen sind alle diejenigen Pflanzen, bei denen man noch nicht deutlich die Gegenwart von Geschlechtern erkannt hat. In dieser letzten Klasse des Linnéischen Systems hat man eine Anzahl von natürlichen Pflanzenfamilien gemacht, von denen die einen vollkommener als die andern in Beziehung auf ihre Structur, indessen weiter zurück sind in der auf die Mittel ihrer Reproduction, so haben die Farnkräuter Gefäße, welche den Moosen fehlen, dahingegen diese mit zwei Geschlechtern versehen sind, welche bei jenen unsrer Nachforschung noch entgangen sind. Ein tieferes Studium dieser Pflanzen hat die Theilung in zwei Classen bewirkt: die *Aethogamen*, oder Pflanzen, deren Begattung ungewöhnlich oder zweifelhaft ist, und die *Agamen* oder Pflanzen, welche keine, oder wenigstens keine bekannte Befruchtung haben.

Alle hier in Frage kommenden Pflanzen gehören in's Gebiet der *Cryptogamen* und bestehen, mit Ausnahme der Farnkräuter, *Lycopodiaceen* und mehreren andern benachbarten Gruppen, aus den zellichten Vegetabilien. Zu dieser Klasse gehören die Familien der Moose, der Hepatiken, der Champignons, der Hyporyleen, der Lichen und Algen, lauter Pflanzen, deren Studium unumgänglich der Anwendung des Mikroskopes bedarf. Es ist in der That unmöglich, ohne dieses Instrument die innere Structur dieser Pflanzen kennen zu lernen, von denen einige selbst nicht einmal ohne dessen Hülfe sichtbar sind. Dem Mikroskope verdanken wir eine ansehnliche Anzahl von wichtigen Arbeiten über die genannten Familien, deren Anwendung auf die Physiologie der auf der Stufenleiter der Ausbildung höher stehenden Pflanzen nicht ohne Nutzen gewesen ist. Die Untersuchungen des Hrn. *De Mirbel* über die *Marchantia*, des Hrn. *Mohl* über die Bervielfältigung der Zellen, des Hrn. *Morren* über die Closterien sind durch ihre Anwendung in dieser Art sehr fruchtbar gewesen. Besonders bei der Familie der Algen kann und muß man hoffen, durch eine unermüdlige Geduld noch einige der Mysterien der Vegetation zu entdecken, welche die Natur bis jetzt mit einem undurchdringlichen Schleier bedeckt hat. Die Algen sind nicht nur die einfachsten Organismen, so zu sagen, die ersten Linien des vegetabilischen Lebens, welche die untersten Pflanzen dieser Familien unsern Blicken darbieten, sondern auch das Medium, welches sie bewohnen, erleichtert ganz besonders deren Beobachtung und die Versuche, welche wir mit ihnen anstellen wollen.

Die Algen sind mit einem Worte die Palette, worauf die Natur die lebhaftesten und glänzendsten Farben ausgebreitet hat, womit sie, mit ihrem magischen Pinsel, durch bewunderungswürdige Mischung die Pflanzen zusammensetzt, welche ihren Schmuck ausmachen. Sie sind der Punkt des Ausganges oder Zusammenflusses der zwei großen Reihen der organisirten Körper, der Punkt, worin es oft sehr schwer ist, auszusprechen, zu welchen von beiden das Wesen gehört, welches man beobachtet, wo es leicht ist, auf die Wichtigkeit eines vergleichenden Studiums derselben zu schließen. Es würde müßig sein, die Aufzählung der Dienste, welche die mikroskopische Un-

tersuchung der Algen der Wissenschaft leisten kann, noch weiter zu treiben; allein auch vorausgesetzt, man wollte dieses Studium auch nur als einen einfachen Gegenstand der Belustigung betreiben, so glaube ich, daß nichts ein größeres Vergnügen schaffen kann, als die Betrachtung der Phänomene des Lebens in diesen bewunderungswürdigen Wesen, welche eben so sehr durch ihre Kleinheit als durch ihre Symmetrie und Eleganz der Formen Staunen erregen.

Die Algen finden im Haushaltungswesen, den Gewerben und selbst der Natur einen so vielfachen, höchst wichtigen Gebrauch, daß es zu weitläufig, und außer dem Zwecke dieses Werkes sein würde, auch nur einigermaßen in die Details einzugehen; es genüge hier, daß man weiß, daß zwischen den Algen- und Lichenarten eine große Zahl zur Nahrung der Menschen und Thiere dient, und daß sie in gewissen Gegenden deren fast einzige Nahrung sind; von den Champignons, welche Jeder in dieser Beziehung kennt, will ich nicht einmal reden. Rücksichtlich der Agricultur und Industrie liefern die Algen den Feldern einen trefflichen Dünger und enthalten außerdem zwei Körper, die Jodine und die Soda, deren Nützlichkeit Niemand bezweifelt. Die Lichenarten endlich geben Farbstoffe, unter denen die *Variolaria orcina*, *Rocella tinctoria* u. s. w. den ersten Rang behaupten, indem sie die schöne Purpurfarbe liefern.

Die Beobachter, welche mit Talent das Mikroskop angewendet, und in neuern Zeiten das mikroskopische Studium der niedern Pflanzen der Wissenschaft nützlich gemacht haben, sind: Hr. *Mirbel* durch die Untersuchungen über die *Marchantia polymorpha*; Hr. *Mohl* durch mehrere wichtige Abhandlungen über Pflanzenphysiologie; Hr. *Morren* durch seine Abhandlungen über die Closterien und seine Gattung *Aphanizomenon*; Hr. *Turpin* durch eine große Zahl von Untersuchungen über die niedern Organismen beider Reiche; Hr. *Greville* durch die schönen Analysen der cryptogamischen Flora Schottlands und durch seine *Algae britannicae*; die Hrn. *Berkeley*, *Desmazières* und *Léveillé* durch ihre analytischen Arbeiten über die Organisation und Reproductionsorgane der Champignons; Hr. *Montagne* durch seine Beobachtungen und Analysen über denselben Gegenstand, durch ähnliche Arbeiten über die meisten Cryptogamen-Familien, aber vor allen durch seine sorgfältige Anatomie der Algen, welche man findet in den *Voyage dans l'Amérique méridionale* von Hrn. *Alcide d'Orbigny* und in der *Histoire civile, politique et naturelle de l'île de Cuba* von Hrn. *Ramon de la Sagra*; seine Notizen über die *Caulerpeen* u. s. w. Hr. *J. Agardh* durch seine Abhandlung über die Fortpflanzung der Algen; Hr. *Dubi* durch seine Abhandlungen über die *Ceramieen*, und endlich Hr. *Fée* durch seine analytischen Figuren der Lichenarten. —

Die *Muscardine* oder Krankheit des Seidenwurms ist erst, seit dem man das Mikroskop dabei gebraucht hat, gehörig studirt. Die ungedruckte Abhandlung des Hrn. *Dr. Montagne*, welche in die *Recueil des savans étrangers* gehört, der Bericht des Hrn. *Dutrochet* über diese Untersuchungen und die des Hrn. *Audouin* sind die besten Mittel, welche man zu Rathe ziehen muß, um sich genauer mit dieser merkwürdigen durch eine cryptogamische

Pflanze hervorgebrachte Krankheit, und den Arbeiten, welche darüber in den verschiedenen Zeiten erschienen sind, bekannt zu machen.

Zum Schlusse dieses Capitels auch noch einige chemische mikroskopische Versuche, und ich habe Beispiele von den verschiedenen Operationen gegeben, welche die Anwendung des Mikroskopes erfordern.

Die Krystallisation der verschiedenen Substanzen giebt besonders bei dem Sonnenmikroskope eine zahlreiche Menge der bewunderungswürdigsten Erscheinungen. Die Experimente bedürfen keiner großen Zubereitungen; indessen will ich doch einige Regeln über Auswahl, Zubereitung und Erhaltung der in das Mikroskop zu bringenden Objecte dieser Art angeben. Man wird mich vielleicht tadeln, daß ich das Wort Krystallisation gebrauche, denn die zur mikroskopischen Beobachtung zubereiteten Substanzen nehmen die verschiedenartigsten Formen an, so daß man die regulären und beständigen Figuren der wahren Krystallisation nicht wieder findet; man könnte vielleicht den Ausdruck *Arborisation* hier einführen, doch ich glaube, daß der erstere einen genauern Begriff von diesem Phänomene giebt.

Zur Auflösung der Körper gebraucht man das destillirte Wasser, im Nothfalle gewöhnliches Wasser; allein man läuft dann Gefahr, daß die, den Auflösungen beigemischten fremden Körper die Gestalt der Krystalle verändern.

In dem Capitel XI. über die Zubereitung der Objecte sind schon die alkoholischen und ätherischen Auflösungen erwähnt, welche sofort verdunsten und die Resultate mit Schnelligkeit geben. Das Wasser muß heiß oder kalt sein nach dem Grade der Auflöslichkeit der Körper, und die Auflösungen immer concentrirt; man erhält sie leicht in diesem Zustande, indem man sie sättigt, wobei in der Ruhe die überflüssigen Substanzen niederfallen. Sind die Auflösungen nicht concentrirt, so bildet sich nur eine variirte krystallinische Masse; beobachtet man aber die Vorsicht, sie immer in demselben Zustande anzuwenden, so erhält man auch von demselben Salze immer dieselben Figuren. Man nimmt einen Tropfen der Auflösung mit einem Glasstabe heraus und breitet ihn auf einem Glasstreifen so aus, daß die Lage nicht zu dick wird. Wenn die Substanz von selbst und schnell krystallisirt, so bringt man sie sofort auf die Platine und stellt das Mikroskop so, daß man den Rand der Flüssigkeit, wo sie am dünnsten ist und zuerst anfängt zu krystallisiren, im Auge hat. Wenn im Gegentheil erst Hitze nöthig ist, um dieses Phänomen zu befördern, so bringt man das Glas, worauf die Auflösung sich befindet, über die Flamme eines Wachslichts oder hellen Feuers so lange, bis man wahrnimmt, daß kleine Theile zu festen Körpern und weiß oder sonst farbig, nach der Natur des Körpers, werden; in diesem Augenblicke muß man das Object unter das Mikroskop bringen, und den Umfang der Flüssigkeit beobachten. Die Krystallisation ist anfänglich langsam; aber so wie das Liquidum verdunstet, bilden sich die Krystalle schneller, und zuweilen kann man dem Wege und der Bildung der verschiedenen Zweige, die mit Blitzesschnelle entstehen, nicht einmal folgen. Man muß sich wohl hüten, die Beobachtung nur einen einzigen Augenblick einzustellen; jede Secunde bringt neue Formen; glaubt man den Versuch beendigt, so schießen oft nach allen Seiten neue Zweige hervor, und sind oft den erstern Productionen gar nicht einmal ähnlich.

(Die Mikroskope.)

Zuweilen findet man Schwierigkeit dabei, den Tropfen auf dem Glase auszubreiten; er trennt sich in mehrere kleine Tropfen, welche man nicht vereinigen kann; in diesem Falle muß man die Flüssigkeit auf dem Glase reiben, so daß die glatte Oberfläche des Glases angefeuchtet wird; wenn diese dünne Lage trocken geworden ist, breitet sich darauf ein anderer Tropfen sehr leicht aus. ⁶⁹⁾

Es kommt auch vor, daß die von der Flüssigkeit aufsteigenden Dämpfe sich am Objectiv verdichten und die Beobachtung hindern; es ist wahr, man kann das Objectiv herausschrauben und die Linsen abwischen, aber man verliert dadurch oft die kostbare Zeit, in der das Phänomen fortschreitet, und oft ist die Verdunstung vorbei, wenn man die Gläser wieder an ihre Stelle gebracht hat und man muß den Versuch von vorne wieder anfangen. Unter andern Umständen sind diese Zufälligkeiten noch häufiger, und in allen diesen Fällen ist mein chemischer Apparat unumgänglich nothwendig, wenn man eine Reihe von Versuchen über die gegenseitige Wirkung verschiedener Körper auf einander anstellen will. ⁷⁰⁾

Sehr nützlich ist es, eine Reihenfolge der verschiedenen Krystallisationen aufzubewahren, und sie jeden Augenblick zur Hand zu haben, wenn man ihre Formen zeigen oder daran neue Beobachtungen machen will. Für die Versuche mit der Polarisation des Lichtes, worüber man unten einige Beispiele finden wird, ist eine solche Sammlung außerordentlich schön. Wenn man eine Substanz auf einem Glasstreifen krystallisiren lassen will, muß man denselben mit einem andern Streifen derselben Größe, aber viel geringerer Dicke bedecken; man verhindert die Berührung der Oberflächen, welche dem Präparate nachtheilig sein könnten, dadurch, daß man ein Zinnblättchen von größerer oder geringerer Dicke zwischen beide Streifen legt, welches mit einer verhältnismäßigen Oeffnung versehen ist, um die Krystallisationen sehen zu lassen. Die beiden Glasstreifen vereinigt man mit einem Kite oder mit Siegelack oder man beklebt die Ränder mit Stanniolstreifen; die Krystallisationen erhalten sich auf diese Art vollkommen.

Kochsalz. Seesalz. Chlornatrium, krystallisirt in Würfeln, vierseitigen Blättchen, hohlen Pyramiden mit vierseitigen Flächen, deren Seiten eine Reihe von Stufen zeigen, und bald spitz, bald abgestumpft sind.

Salpeter, salpetersaures Kali. Gelinde erwärmt, sieht man an den Rändern längliche, durchsichtige, mit parallelen Rändern versehene, in eine Spitze schräg zulaufende Krystalle, welche sich zuweilen auflösen und von neuem bilden. Bringt man die Auflösung in die Wirkung einer starken Hitze, so bilden sich sehr schnell prachtvolle Zweige.

⁶⁹⁾ Ein von mir erprobtes Hülfsmittel ist, den Glasstreifen mit einer schwachen Auflösung von Hausenblase oder Gummi arabicum überzumischen, wodurch die Adhäsion sehr befördert wird. D. Uebs.

⁷⁰⁾ Bei dem vertikalen Mikroskope bringe ich zwischen Objectiv und Object, wenn solche Verdichtungen der aufsteigenden Dämpfe am Objectiv zu befürchten sind, vermittelst einer sehr einfachen Unterstüzung, dünne Glasblättchen, welche ich schnell, so wie eins davon trübe geworden ist, durch ein anderes auswechsele, indem ich das reine über das trübe gemordene lege und dann das untere wegziehe. D. Uebs.

Schwefelsaures Kupferoxyd. Blauer Vitriol, bringt anfänglich sehr kurze Krystalle hervor, welche sich aber bald ausdehnen; sie sind solide, durchsichtig und reflectiren das Licht auf eine bewunderungswürdige Weise vermöge ihrer Flächen und Winkel. Während der Verdunstung der Flüssigkeit sieht man zarte Körper erscheinen, welche haarförmig sind, neben einander liegend sich durchkreuzend oder von einem gemeinschaftlichen Centrum ausgehend eine Art Stern bilden. Bald bilden sich auch in der Mitte des Tropfens Längsstreifen mit kleinen Verzweigungen, welche mehr oder minder einander genähert sind.

Alaun. Schwefels. Thonerde. Kali. 1. An den Rändern bilden sich kleine Krystalle mit mehreren Flächen, welche sich mehr oder weniger der wahren Krystallform des Salzes nähern.

2. Es bilden sich kleine rundliche Punkte, welche sich ausdehnen und das Ansehen von Sternen oder zuweilen von Kometen annehmen.

3. Wenn die Flüssigkeit beinahe gänzlich verdunstet ist, so erscheinen plötzlich längliche Krystalle mit eingebogenen Rändern, woraus ähnliche Linien entspringen oder neue Zweige hervorschießen; diese breiten sich gegen ihre Enden aus, und endigen sich keulenförmig. Manchmal sind diese Figuren parallel und von einer großen Zahl transversaler Streifen durchschnitten; auch findet man parallele Linien, welche andere rechtwinklich durchschneiden und eine Art durchscheinenden Gewebes bilden.

Salmiak, hydrochlorsaures Ammoniak. Zahlreiche parallele Spitzen schießen von dem Rande der Flüssigkeit hervor, aus denen ähnliche Zweige unter rechten Winkeln hervorgehen. Alle Spitzen gehen nicht in derselben Richtung fort; einige gehen geradeaus, andere horizontal, aber in Gruppen, deren verschiedene Stämme doch immer parallel sind. Zuweilen spaltet sich der Hauptstamm und bildet zwei, am innern Rande mit Spitzen versehene Zweige. Die Mitte des Tropfens ist mit Spitzen angefüllt, welche auf verschiedene Weise zusammenlaufen; oft bilden sie eine Art von Kreuzen und selbst zuweilen Zickzacks.

Aber ist es wol nöthig, noch mehrere Beispiele zu geben, und genügt es nicht, die Namen einiger Substanzen anzuführen, deren Krystallisationen mehr oder minder merkwürdig sind?

Auflösung von Antimonig- und Antimonsauren Salzen.

= = corrosivem Quecksilbersublimat.

= = Glaubersalz.

= = Salzige Bodensätze des Urins.

Nasenschleim.

Auflösung des Kampfers in Alkohol.

Wenn man auf eine Glasplatte einen Tropfen Auflösung von salpetersaurem Silber bringt und darauf einige Kupferfeilspäne wirft, so wird man mit einem für undurchsichtige Objecte vorgerichteten Mikroskope bewunderungswürdige Vegetationen von Silberzweigen sehen, welche um die Kupfertheilchen entstehen und das ganze Gesichtsfeld einnehmen. Statt der Feilspäne kann man auch feine Kupferdräthe oder kleine Kügelchen Quecksilber

nehmen, und man wird ebenso die schönsten Vegetationen sehen, welche unter dem Namen Dianenbaum bekannt sind.

Einige Substanzen bedürfen der Wärme, um ihre Krystallisationen zu zeigen, z. B. des Doppelt-Iodquecksilber (*Deuto-iodure de mercure*) zu feinem Pulver gerieben auf eine Glasplatte gelegt, wechselt sofort das Ansehen, wenn es einer gelinden Wärme ausgesetzt wird, von dem Rothen geht es ins Gelbe über, und man bemerkt sofort Krystalle, deren Form sich nach dem Hitzegrade richtet, dem man den Körper unterwirft. Setzt man die Beobachtung fort, so sieht man bald orangerothe Strahlen erscheinen, und das Präparat nimmt zuletzt ganz diese Farbe an. Dieselben Versuche habe ich mit dem einfachen und doppelt Chlorquecksilber (*Mercurius dulcis* und *Merc. sublim. corros.*) angestellt, und stets schöne Resultate erhalten; ich rathe den Lesern, ähnliche Versuche mit andern Substanzen vorzunehmen.

Hr. J. Euthbert schickte mir im Monat April 1834 zwei Proben krystallisirten Goldes; dieses Object schien mir besonders merkwürdig, weil ich die Formen und ganz das Ansehen der vieleckigen Flittern des künstlichen Aventurins zu erblicken glaubte. Die Zubereitung dieses krystallisirten Goldes ist wenig bekannt, und ich will deßhalb das Verfahren, um es darzustellen, hier mittheilen.

Man bereitet eine gesättigte Auflösung des Goldes in Königswasser und läßt sie ruhig stehen; nach einiger Zeit bemerkt man einen Niederschlag, welcher auf dem Boden des Gefäßes eine Scheibe krystallisirten Goldes bildet; auch kann man ein dünnes Goldblättchen erhitzen, und unter einem Stückchen Kohle der Wirkung des Löthrohrs aussetzen, bis es beinahe geschmolzen ist, dann taucht man es in Königswasser, welches auf dessen Oberflächchen wirkt, und die Krystalle sichtbar macht. Dieses Verfahren muß man wiederholen bis die Krystallisation vollkommen deutlich geworden ist. Das erstere Verfahren ist viel einfacher, und ich ziehe die auf diese Weise erhaltenen Krystalle vor.

Die kleinen Gold- oder Platina-Partikeln, die man mittelst der Deflagration dieser Metalle durch die Electricität erhält, können auch ihren Platz unter der Sammlung von Objecten finden.

Jeder weiß, daß beim Feueranschlagen der Feuerstein Stückchen Stahl abreißt, welche durch die entwickelte Hitze zuweilen geschmolzen werden, und die man auf einem Stück Papier sammeln kann. Diese Fragmente, als undurchsichtige Körper untersucht, sind abgerundet und gleichen Hobelspänen, welche das Spiel des Lichtes mit den schönsten Regenbogenfarben ziert. Sollten sich Kieselfragmente dazwischen befinden, so kann man die Stahlspähne mit einem Magnete leicht dazwischen ausfinden.

Zwischen den Bemerkungen des Le Baillif finde ich auch noch einige Details über einen merkwürdigen, von Hrn. Wiegmann angestellten Versuch.

Man thue in ein Gefäß von gewissem Inhalte ein halbes Quentchen Pulver von weißen oder rothen Korallen mit 6 Unzen destillirtem Wasser und setze es an die Sonne, wobei man es mehrere Male umrührt; nach 15 Tagen gieße man die Flüssigkeit ab und setze es von Neuem der Wirkung der

Sonnenstrahlen aus. 15 Tage später wird man zuerst die grüne Priestley'sche Materie erblicken, dann Conserven, nach 3 oder 4 Monaten, besonders im Sommer, entstehen aus diesen die unter dem Namen *Cypris detecta* bekannten Thierchen. Stellt man die Flüssigkeit in einem langen und engen Cylinder an die Sonne, so werden sich Arten von *Ulva* bilden, die sich nach einer bestimmten Zeit in *Daphnia longispina* umwandeln. (?? D. Ueb.)

Auch von der Aufbewahrung beweglicher Moleculen des Brown ist schon die Rede gewesen, und ich will hier nun deren Präparation zeigen. Man löset etwas Gummi arabicum in Wasser auf, und verschließt eine kleine Quantität dieser Auflösung in einem von Glas und Delfarbe gebildeten Objectträger; im Mikroskope wird man wahrnehmen, daß eine Menge kleiner Körperchen in allen Richtungen sich in der Flüssigkeit umhertreiben; diese Bewegung dauert Jahre lang fort, man zeichne daher die Zeit der Präparation derselben auf. Diese merkwürdige Erscheinung hat zu sehr lebhaften Erörterungen unter mehreren Gelehrten Veranlassung gegeben; allein ich habe schon im Anfange gesagt, ich will hier nur eine Sammlung von Versuchen geben und überlasse es Andern, für ihre Erklärung zu sorgen.

Das *Philosophical Magazine* von 1836 enthält eine Arbeit des Hrn. Ed. Craig über mikroskopische Chemie. Hr. Craig bedient sich eines meiner Mikroskope und findet es zu diesen Arten von Untersuchungen sehr geeignet. Sein Verfahren, die Reaction verschiedener Flüssigkeiten zu untersuchen, ist sehr sinnreich: nachdem er einen Tropfen einer Flüssigkeit auf einen Glasstreifen gebracht hat, bedeckt er ihn mit einer meiner dünnen Glasplättchen, deren untere Seite mit dem Reagens überzogen ist. Hier einige dieser Versuche.

Bringt man kohlenfaures Kupferoxyd auf die untere Platte und Salpetersäure an die obere, so sieht man die Kohlensäure sich in Gestalt kleiner vereinigender Blasen entwickeln, und kleine blaue Krystalle oder rhomboidale Tafeln von salpetersaurem Kupferoxyd sich bilden.

Mengt man doppelt-chromsaures Kali (*bichromate de potasse*) mit Kochsalz auf dem untern Glase und überzieht das obere mit Schwefelsäure, so zeigt sich sogleich eine Entwicklung von Salzsäure; bald darauf ist das Gesichtsfeld von Strömen in verschiedenen Richtungen durchzogen, in denen grüne und rothe Partikelchen schwimmen; dann wird die Flüssigkeit klar, man sieht nach dem Rande zu kleine rothe Tröpfchen von Chlorchrom laufen, und in der Mitte der Flüssigkeit bilden sich Krystalle von schwefelsaurem Natron und schwefelsaurem Kali, mit rothen Flecken, und untermengt mit Kochsalz, Würfeln und Krystallen von unzerlegten doppeltchromsaurem Kali.

Läßt man Cyaneisen-Cyankalium (blausaures Kali) auf schwefelsaures Eisenorydul wirken, so bemerkt man durch die Partikelchen des Berlinerblaus kenntliche Strömungen. Bringt man Schwefelsäure zu kohlenfaurem Kupfer, so zeigen sich die Krystalle des Kupfervitriols als abgeplattete Prismen mit 6 Seiten; fügt man ein wenig Ammoniak hinzu, so wandeln sich diese Krystalle in lange rechtwinkliche Prismen mit einer Facette auf den Winkeln; ein Ueberschuß von Ammoniak verändert sie sogleich in rhom-

boidale Octaeder, und durch Zusatz von ein wenig Salpetersäure kommen wieder die rechtwinklichen Prismen.

Setzt man einen Tropfen Salpetersäure zu Stärkekörnchen, welche durch Jod blau gefärbt sind, so blähen sie sich auf und plazen dann.

Läßt man eine Jodtinctur auf eine Auflösung von Glaubersalz wirken, so krystallisirt das Salz in langen Prismen, man sieht kirschrothe Tröpfchen von Jod erscheinen und bald darauf das Jod metallähnliche rhomboidale und undurchsichtige Krystalle bilden.

Nun noch einige Le Baillif entlehnte Versuche.

Gummi arabicum mit Schwefelsäure in Berührung gebracht, bringt eine Menge stabförmiger, aus einem gemeinschaftlichen Centrum als Strahlen hervorgehender und zuweilen Büschel bildender Krystalle hervor.

Man muß den Tropfen Säure an die Seite des andern Tropfens bringen, um besser den Fortschritt der Krystallisation sehen zu können; diese scheint nach einer halben Stunde vollendet zu sein; aber wartet man noch 4 oder 5 Tage, so erhält man prachtvolle Krystalle.

Schabt man frische Veilchenwurzel (*Rad. Iridis flor.*) oder macerirt ein Stück alte eine Stunde lang in heißem Wasser, so wird man schon eine ansehnliche Menge Krystalle von oxalsaurem Kalke wahrnehmen. Um die Krystalle vollkommen allein und rein zu bekommen, muß man die frische Wurzel reiben, und in Aetzkali sieden lassen, dann wird man vollkommen die langen sehr durchscheinenden grabstichelförmigen Krystalle wahrnehmen.

Die Gegenwart von Stärkemehl kann man in einem Viertel Gran Chokolade entdecken (diese Betrügerei kommt im Handel oft vor); man zerlasse die Chokolade in einem Tropfen Wasser auf einem Glasblättchen und man wird die durchscheinenden Stärkekörnchen unterscheiden. Giebt man einen Tropfen Jodsolution hinzu, so werden die Körnchen saphir- oder dunkelblau, nach Maßgabe der Zeit, welche man dem Jod zur Einwirkung gelassen hat; eine 200malige Vergrößerung genügt zu diesem Versuche.

»Ich habe ein leichtes Mittel gefunden,« sagt Le Baillif, »um den wirklichen Kaffee von dem aus Cichorien oder Rotherüben zu unterscheiden, und dadurch die Betrügerei der Krämer, welche gemahlten Kaffee verkaufen, zu entdecken. Ich fülle zwei Reagentiengläser mit Wasser an, die eine Flüssigkeit in den Gefäßen bepudere ich leicht mit reinem gemahlten Kaffee, der Staub bleibt auf der Oberfläche des Wassers, ohne es zu färben und erst nach einer halben Stunde wird das Wasser leicht gelblich gefärbt, während Cichorienkaffee augenblicklich im Gefäße niederfällt und das Wasser stark färbt. Reiner gemahlener Kaffee mit Schwefelsäure behandelt zeigt im Mikroskope eine leichtere Färbung, und um jedes Körnchen sieht man eine Menge ölichter Tröpfchen, während Cichorienkaffee eben so behandelt nicht ein einziges zeigt und seine Farbe behält.

Zur Erkennung stickstoffhaltiger Substanzen bediente sich Le Baillif des salpetersauren Quecksilberoxyduls (*Proto-nitrate de mercure*), das Körpern, welche Stickstoff enthalten, eine mehr oder minder rothe Farbe giebt.

Die Versuche mit dem polarisirenden Mikroskope (Capitel VI.) geben das bewunderungswürdigste Schauspiel ab; zum Schlusse will ich

einige derartige Versuche mittheilen, welche ich aus der Abhandlung des Hrn. Talbot im *Philosophical Magazine*, vol. 5, 3^{te} ser. genommen habe.

Haare. Um sie durchsichtig zu machen und die Lichtzerstreuung zu verhindern, legt man sie in Del oder Firniß; sobald als man das Feld gehörig dunkel hat (Cap. VI.), bringt man das Object auf die Platine, und es erscheint sofort mit den brillantesten Farben geziert. Da das Auge kein anderes Licht empfängt als dasjenige, welches durch die Haare geht, so ist es leicht, die geringsten Details ihrer Structur zu unterscheiden. Unter den vegetabilischen und animalischen Substanzen giebt es mehrere, welche dieses Phänomen in demselben Grade zeigen, während andere nicht die geringste Wirkung auf das polarisirte Licht haben; auch das Kochsalz, wenn es rein ist, erscheint vollkommen schwarz.

Die schönsten Phänomene treten besonders dann hervor, wenn die Substanzen schön krystallisirt sind.

Der Kupfervitriol in ein wenig Salpeteräther (*éther nitrique*) aufgelöst, schlägt sich bald in Gestalt kleiner, sehr feiner rhomboidaler und vollkommen durchsichtiger Krystalle nieder. So wie aber auch die Dicke der Krystalle verschieden ist, so zeigt auch jeder eine verschiedene Farbe und man sieht einen schwarzen Grund, der mit Rubinen, Topasen, Smaragden und anderen Edelsteinen besät zu sein scheint. Läßt man in gelinder Wärme einen Tropfen Kupfervitriol-Auflösung auf einer Glasplatte verdunsten, so bekommt man prachtvoll beleuchtete Krystalle, deren Farbe nach der Dicke wechselt. Einige Stückchen sind schräg durchschnitten und zeigen 3 oder 4 verschiedenfarbige Streifen, welche vollkommen die verschiedenen Grade der Dicke angeben.

Zuweilen geben die Salze so feine Krystalle, daß sie nicht das Vermögen besitzen, das Licht zu depolarisiren, und auf dem schwarzen Felde nicht sichtbar werden; in diesem Falle muß man zu folgendem Verfahren seine Zuflucht nehmen:

Man weiß, daß die Glimmerblättchen unter dem polarisirenden Mikroskope mehr oder minder gefärbt nach Verhältniß ihrer Dicke erscheinen, und ein Feld von einer Farbe geben. Legt man nun die kleinen Krystalle auf Glimmerblättchen, so können sie oft die dadurch hervorgebrachte Farbe ändern, z. B. die blaue Farbe in purpur, und man sieht dann purpurfarbige Krystalle auf blauem Grunde, u. s. w.

Wenn man die Krystallisationen während der Verdunstung untersucht, so folgen die Abwechselungen des Lichts so schnell auf einander, daß es unmöglich ist, ihnen zu folgen. Hr. Talbot gab ein wenig Alkohol in die wässerige Auflösung eines nicht näher bezeichneten Salzes; so wie die Flüssigkeit anfang zu verdunsten, sah man Strömungen durch das Feld des Mikroskops laufen, welche die Krystalle mit fortrissen und dabei um ihre Axen dreheten; sie hatten das Ansehen von verschiedenfarbigen Fünkchen, denn bald hatten sie die Lage, um das Licht depolarisiren zu können und bald waren sie ganz unsichtbar.

Bei diesen Versuchen ist das polarisirende Prisma in der Lage gewesen, welche erforderlich ist, um das Feld dunkel zu machen; wir wollen es jetzt um

einen Winkel von 90 Grad um seine Aze drehen, und dadurch wird ein neues Schauspiel entstehen.

In dieser Lage kann der Apparat zuweilen den Krystallen eine besonders markirte Farbe geben oder sie ganz undurchsichtig machen; am meisten geschieht dieses bei den Kupfer- und Nickelsalzen und einigen andern.

Wenn man das analysirende Prisma drehet, wird der Krystall hell erscheinen, wenn das Feld dunkel ist, und wenn dieses dunkel ist, erscheint der Krystall schwarz. Oft wachsen die in der Flüssigkeit sich bildenden Krystalle nach allen ihren Dimensionen, dabei ihre geometrischen Formen behaltend; mit den Dimensionen ändern sich auch die Farben gleichzeitig, so daß nach einer Minute ein Krystall, das z. B. blau war, roth oder grün wird.

Bleibt das Feld des Mikroskops dunkel, ungeachtet der den Prismen oder den der Untersuchung unterworfenen Körpern mitgetheilten Bewegungen, so ist dieses ein Beweis, daß der Körper keine Einwirkung auf das polarisirte Licht hat; seine Wirkung zeigt sich aber im Gegentheil, wenn er ganz oder zum Theil sichtbar wird und in verschiedenen Farben nuancirt. Es giebt Körper, welche beide Phänomene zugleich zeigen. Die Körner des Stärkemehls haben jedes zwei Meridiane, welche sich unter rechten Winkeln durchschneiden, und nicht auf das polarisirte Licht wirken, denn sie bleiben schwarz, aber die zwischen ihnen liegenden Segmente zeigen die verschiedensten Farben, welche deren Einwirkung bezeugen, wie dieses Hr. Biot bestätigt hat.

Diese verschiedenen Versuche mit Körpern, welche man in der Natur vorfindet oder welche durch Kunst erzeugt werden, werden die Studien des Anfängers erleichtern, ihm Geschmack an mikroskopischen Untersuchungen einflößen, und gehörten nothwendig zur Vervollständigung dieses Werks.

Kürzlich habe ich von London eine kleine galvanische Säule (*pile*) erhalten. Dieser kleine von Hrn. Schilliber erfundene Apparat nimmt wenig Platz ein, macht geringe Kosten und wirkt dabei doch kräftig genug. Eine einfache und sinnreiche Anordnung gestattet mit der größten Schnelligkeit, die Strömungen zu wechseln. Verbindet man die Leitungsdräthe dieser Säule mit meinem electrischen Apparate Fig. 19. Taf. 2., so kann man die Wirkung des Galvanismus auf die Infusorien, kleinen Insecten, die Circulation der Flüssigkeiten, die Salze und allerlei Körper, welche man unter das Mikroskop bringt, beobachten.

Ich habe immer die Quellen angegeben, woraus ich die Versuche genommen; die Anlage dieses Werks fordert, die Beschreibungen abzukürzen; mein Wunsch ist es, daß die Leser die Originalwerke zu Rathe ziehen und meine Wahrnehmungen vervollständigen werden; außerdem ist es auch mein Grundsatz, Jedem die Verdienste seiner Werke zu lassen, und mich nicht mit fremden Federn zu schmücken. —

Dreizehntes Capitel.

Weniger Sorgfalt ungeachtet, die ich auf die Herausgabe dieses Werkes verwendet habe, dürfte doch noch Manches vergessen sein; denn wie leicht übersieht man nicht etwas bei einer so großen Menge von Materialien, als zu diesem Zwecke durchsucht werden mußte? Besonders der experimentale Theil ist es, den ein solcher Vorwurf treffen könnte; aber ich habe ja auch im Capitel XII. kein Compendium aller Arbeiten der Mikrographen geben wollen; es ist nichts weiter als eine Sammlung für Anfänger, und es liegt in der Unmöglichkeit, in so enge Grenzen diesen Gegenstand einschließen zu können, der eine besondere und sehr ausgedehnte Schrift erfordert haben würde.

Durch Herausgabe dieses Werkes habe ich eine von Tag zu Tag fühlbarer gewordene Lücke auszufüllen gesucht; ein langes Studium der optischen Instrumente und des Mikroskops besonders hat mir eine Erfahrung verschafft, die das Resultat der beharrlichsten und ins Kleinste gehenden Beobachtungen ist. Nachdem das wirklich vervollkommnete Mikroskop endlich den hohen Rang in der Wissenschaft errungen hatte, war ich so glücklich, bei den Gelehrten Anerkennung zu finden, welche sich eifrig bemüheten, diesen neuen Hebel in Thätigkeit zu setzen, und sollte ich nicht aus diesem Verhältnisse zu den ausgezeichnetsten Männern der verschiedenen Länder Nutzen gezogen haben? Zuweilen würdigten sie mich, von mir Belehrung zu fordern; oft lieferten sie mir die herrlichsten Materialien. Die Liebhaber, welche zu ihrer Erholung mikroskopische Versuche anstellten, wußten nicht, wo sie genaue Anweisungen finden sollten; es fehlte ein besonderes Werk über die Handhabung des Mikroskops. Es sind zwar Bücher herausgegeben über die mit dem Mikroskope erhaltenen Resultate; allein die Verfasser derselben setzen immer bei ihren Lesern die Vorkenntnisse voraus, welche nöthig sind, um das, was sie vorbrachten, zu bestätigen, und auch jetzt noch giebt es wenig Personen, die ihr Mikroskop für die verschiedenen Arten der Beobachtung gehörig zu benutzen wissen.

Wer könnte gegenwärtig noch den Nutzen des Mikroskops in Abrede stellen? Die Physiologie, Anatomie, Physik, Chemie und Botanik haben auf der Reihe weg neue Aufklärungen durch dieses wunderbare Instrument erlangt, und an jedem Tage bestätigt sich die Kraft desselben durch neue Entdeckungen oder Berichtigung alter durch die Zeit schon geheiligter Irrthümer.

Die Beobachter in den verschiedenen Zeiträumen zerfallen in zwei Abtheilungen: die einen gebrauchten nur das einfache Mikroskop, und verwarfen das von der andern Partei gebrauchte zusammengesetzte Mikroskop gänzlich. Auch noch in unserer Zeit giebt es Personen, welche diese ausschließenden Ideen geerbt haben; wenn man aber einsieht, daß die ältesten Beobachter das zusammengesetzte Mikroskop verwarfen, wegen der damals so zahlreichen Unvollkommenheiten desselben, so kann man sich nicht die verschiedenen Meinungen erklären, welche noch heute existiren. Die schönen Untersuchungen Leewenhöck's und Hooke's sind allgemein bekannt; ihre Arbeiten haben gleiche Sensation in der gelehrten Welt erregt, und der Erstere gebrauchte nur das

einfache Mikroskop, während das zusammengesetzte das einzige Instrument war, dessen Dr. Hooke sich bediente.

Man könnte von der einen Partei noch anführen: Senebier, Spallanzani, Lyonet, Ellis, Wilson u. s. w.; und von der andern Hedwing, Müller, Gärtner u. s. w.; von beiden findet man die ausgezeichnetsten Arbeiten, und ich muß es hier wiederholen, die Partisane des zusammengesetzten Mikroskops waren im Nachtheil.

Statt sich systematisch eines dieser Mittel zur Nachforschung zu berauben, muß man beide Apparate, je nachdem die Bedürfnisse der Untersuchungen sind, gebrauchen; aber es ist dabei doch gewiß, daß das zusammengesetzte Mikroskop mit seinem verschiedenen Zubehör, wie es in diesem Werke beschrieben ist, allen Bedürfnissen allein schon entspricht.

Kann dieses Instrument noch weiter vervollkommenet werden?

Ehe man diese Frage beantwortet, muß man den mechanischen Theil von dem optischen unterscheiden. Der Mechanismus der neuern Mikroskope läßt wenig zu wünschen übrig, und ich glaube nicht Unrecht zu haben, wenn ich behaupte, daß an meiner Einrichtung, welche nicht ein einziges unnützes Stück an sich hat, man auch nicht mit Vortheil irgend etwas abändern kann; doch lassen die Fortschritte der Wissenschaften und Künste im optischen Theile noch viele glückliche Modificationen erwarten.

Ich ergreife die Gelegenheit, hier auch ein Wort über ein kleines Mikroskop zu sagen, welches ich *Diamant* benannt habe; dieses Instrument, dessen sämtliche Gläser achromatisch sind, hat nur 4 Centimeter Länge, und zeigt mir mehrere *Test-objects* sehr rein. Auch habe ich gefunden, daß, wenn man es als ein Objectiv mit dem gewöhnlichen zusammengesetzten Mikroskope in Verbindung bringt, man ein doppelt zusammengesetztes Mikroskop (*bi-composé*) erhält, welches das Bild in der Lage des Objects giebt. Diese zwei neuen Verbindungen, die ich seit längerer Zeit erst entworfen habe, erfordern noch Nachforschungen, welche ich auch noch beenden zu können denke.

Bis jetzt ist das Universal-Mikroskop das Lieblingsinstrument der Beobachter; es bedienen sich desselben namentlich: die Académie royale des Sciences, das Collège de France, die Ecole polytechnique, die Hrn. Audoin, Biot, Brongniart, Breschet, Decandolle, Dumas, Desmazières, Donne, Nathalis Guilloit, Lamé, Leclerc-Thouin, Magendie, Mayer, Milne Edwards, Montagne, Morren, Pouillet, Ricord, Savart, Séguier, Serres u. s. w., und ich glaube, dieses ist die beste Lobrede, die ich ihm ertheilen kann.

Ich wollte die schönen Arbeiten der Mikrographen unserer Zeit und die merkwürdigen Entdeckungen, welche man dem Mikroskope verdankt, auch noch anführen. Die Untersuchungen über die Embriologie der Pflanzen, die fossilen Hölzer u. s. w. von Hrn. A. Brongniart, die Beobachtungen der Hrn. Decaisne, Gaudichaux, Guillemin, de Mirbel, Turpin, Robert Brown und einige Auszüge aus dem prachtvollen Werke des Hrn. Ehrenberg, welches leider nicht Jeder sich anschaffen kann, sind so viele herrliche Materialien, welche dieses Buch hätten bereichern und ihm als

Regide dienen können; allein ich hoffe, dieses Vademecum des Mikrographen einst noch zu vervollständigen, und will es jetzt durch Nachfügung einiger zufällig vergessenen Vorschriften beschließen.

Bevor man eine Beobachtung anstellen will, muß man sich erst von der Reinheit der Glasstreifen versichern. Während des Polirens können in gewisse un wahrnehmbare Löcher kleine Theilchen des Caputmortuum gekommen sein; hat man sich nun nicht vorher von deren Gegenwart versichert, so kann man sie leicht für Körper halten, welche in der vor das Mikroskop gebrachten Flüssigkeit oder dem durchsichtigen Objecte befindlich sind. Nicht weniger ist es erforderlich, vorher die Bläschen im Glase aufzusuchen.

Wenn man weiße oder mit großer Durchsichtigkeit begabte Körper untersucht, so muß man das unmittelbar auf das Object fallende Licht durch eine Art von Schirm abhalten; ein mit schwarzem Sammet überzogenes Rohr und auf die Platine so gestellt, daß es Object und Objectiv mit einer dunkeln Wand umschließt, erfüllt diesen Zweck vollkommen.

Ein Versuch muß nicht für entscheidend gehalten werden, wenn er nicht mit einem, durch die schwersten Test-objects geprüften Mikroskope gemacht ist; auch muß man sich üben, daß man dieselben genau sieht, sobald man durch die Beobachtung leichter Objecte sich die gehörige Geschicklichkeit erworben hat.

Sehr viel muß man sich im Präpariren üben, jeden Versuch mehrere Male wiederholen, ehe man Schlüsse daraus herleiten will, und nicht zu schnell auf das Studium eines Objects verzichten; denn gemeinlich erst nach mehreren Untersuchungen gelangt man dahin, dessen günstigste Lage auszumitteln, und oft muß man es in verschiedenen Richtungen bewegen, um die verschiedenen Theile beobachten zu können.

Endlich empfehle ich den Anfängern, nicht immer wunderbare Schauspiele erblicken zu wollen, weil ich fürchte, daß man sonst leicht zu einer Täuschung sich hinreißen lassen könnte. Sind die Körper groß genug, so können wir unsere Irthümer sonst noch berichtigen; aber wie wenn das Object so klein ist, daß man es nur mit dem, mit dem Mikroskope bewaffneten Auge sehen kann? Nur durch Vielfältigung der Versuche, durch Veränderung des Verfahrens dabei, erhält man die Bestimmtheit, welche keiner Beobachtung fehlen darf.

Die Figuren der Tafel 3. und die meisten der Tafel 2. sind mit Hülfe der Camera clara gezeichnet; der Freundschaft des Hrn. Capitain Richouy verdanke ich diese genauen Zeichnungen, und freue mich, ihm hier dafür meinen Dank abstaten zu können.

Bei der Tafel 5. ist die mit dem Mikroskope verbundene Camera clara gebraucht, und diese Resultate geben zugleich einen Beweis von der Schärfe und Nützlichkeit der Camera clara.

Die über der Tafel 5. stehenden Maßstäbe geben zugleich die angewendete Vergrößerung, um die wahre Größe des Objects zu erkennen. Hat man das Capitel VIII. von der Mikrometrie durchstudirt, so bedarf es keiner weitem Anweisung zum Gebrauche dieser Maßstäbe. Fast allgemein ist in den Mikrographien die Angabe der Vergrößerung und der Größe der Objecte ver-

gessen; jetzt kann man der Schwierigkeit der mikrometrischen Messung dieserhalb keine Schuld mehr geben, und man wird mit Recht die Zeichnungen verwerfen, welche nicht mit einem genauen Maßstabe versehen sind.

Es sei mir hier auch erlaubt, auf eine mir schon oft entgegengesetzte Behauptung zu antworten. Man sagt, mein Universal-Mikroskop sei zu theuer; aber nichts destoweniger haben alle Personen, welche sich mit dem Studium der Wissenschaften befassen, dasselbe gewählt. Seit die Hrn. Reichenbach, Frauenhofer und Gambay so herrliche Fortschritte in der Construction genauer Instrumente veranlaßt haben, hat man einsehen müssen, daß Apparate nur gut oder schlecht sein können; denn wenn es sich um feine Untersuchungen handelt, ist Mittelmäßigkeit nicht zulässig. Um aber ein gutes Instrument zu verfertigen, ist viele Zeit und Sorgfalt nöthig, und Jeder, selbst meine Gegner nicht ausgenommen, wird leicht begreifen, daß es unmöglich ist, so viel Zeit und Fleiß auf die Construction eines guten Instruments zu verwenden und es am Ende denn auch noch, wie man es nennt, zu guten Preisen zu liefern.

Die Abhandlung über die Diatomeen, welche diesem Werke angehängt ist, ist eine der neuesten Arbeiten des gelehrten Hrn. de Brébisson, der durch die Erlaubniß, dieselbe meiner Schrift beifügen zu dürfen, ihre günstige Aufnahme befördern wollte.

Einige Worte über Le Baillif.

Als Schüler Le Baillif's konnte ich nicht ein Werk über das Mikroskop herausgeben, ohne ihm, der mein erster Führer war, den schuldigen Tribut meiner Dankbarkeit abzutragen. Bei dem Durchlaufen der zahlreichen Notizen, in denen Le Baillif seine wissenschaftlichen Gedanken niederlegte, fühlte ich mich in jene Zeit zurückgeführt, wo ich noch mit unsichern Schritten auf dem neuen Wege wandelte, und einem sichern Führer begegnete, einem Mentor ohne Aufgeblasenheit und Pedanterie, der mich an die Hand nahm und alle Biegungen des Weges durchlaufen ließ. Die geringen Kenntnisse, welche ich gegenwärtig besitze, ich verdanke sie Le Baillif, der oft meinen Muth, wenn er im Begriff war zu sinken, wieder hob und mich lehrte, mit Ruhe die zahlreichen Angriffe zu ertragen, mit denen meine ersten Arbeiten bewillkommet wurden. Le Baillif dafür meine ganze Dankbarkeit! —

Mit einer bewunderungswürdigen Geschicklichkeit für das Studium der Naturwissenschaften begabt, hatte Le Baillif die bürokratische Carrière ergriffen; anfänglich auf die unterste Stufe der administrativen Hierarchie gestellt, erhob er sich bald und wurde unter der Republik und dem Kaiserreiche mit den eiglichsten Missionen beauftragt. Bei seiner Rückkehr von Sanct Domingo durchlief er Holland; mit dem Zutrauen Napoleon's beehrt mußte er sich dann nach Italien, Flandern und in das nördliche Frankreich begeben. Während dieser Reisen konnte seine Liebe zu dem Studium der

Natur nur zunehmen, und als er dahin gelangt war, in Frankreich eine Stellung einzunehmen, wie sie seine Kenntnisse und hohe Rechtschaffenheit verdienten, überließ er sich mit allem Eifer seiner Lieblingsneigung für das Mikroskop. Oft hat er mir erzählt, daß diese Neigung sich bei ihm entwickelt habe, nachdem er in dem Mikroskope seines Pfarrers einen Floh gesehen; seit diesem Augenblicke hatte er keine Ruhe gehabt, bis er ein ähnliches Instrument zusammengebracht hatte; ich besitze noch sein erstes Mikroskop, ein geschmolzenes Glasflügelchen, in Buchsbaum gefaßt.

Im Jahre 1831 zum Ritter der Ehrenlegion ernannt, blieb ihm kaum Zeit, diese, durch 37jährige, seinem Vaterlande geleistete Dienste wohlverdorbene Belohnung zu genießen; schon am 27. December 1831 hatten seine zahlreichen Freunde den Schmerz, ihn zu verlieren.

Er verfertigte zuerst in Frankreich vollkommene Mikrometer auf Glas zur mikroskopischen Messung, und Hr. Prony bediente sich dieser Mikrometer bei seinem Comparateur (*Connaissance des Temps*, 1818), die Hrn. Biot, Becquerel, Babinet, Norremberg gebrauchten sie ebenfalls. Le Baillif erfand den mikroskopischen Mensurateur, wovon die Beschreibung geliefert ist; verbündet mit Charles vom Institut, half er sein Mikroskop verbessern und machte ihm Ocular- und Objectiv-Mikrometer.

Bis zu dieser Zeit kannten nur einige Freunde allein die Arbeiten Le Baillif's; aber sobald ich meine ersten Versuche zur Achromatisirung der Linsen unternahm, stellte er Untersuchungen an und trug Vieles zu den verschiedenen Vervollkommnungen bei, die man an dem, dem Institute 1823 von Hrn. Selligie vorgelegten Mikroskope bemerkte. Als ich mit meinem Vater mit der Construction dieses Instruments beschäftigt war, nahm ich meine Zuflucht zu den Erfahrungen Le Baillif's, der auch nicht zögerte, mir seine Freundschaft zu schenken, und mit väterlicher Sorgfalt die Arbeiten zu beaufsichtigen, welche wir verfertigten. Täglich untersuchte er ihre Eigenschaften, zeigte deren Fehler und lehrte mir die Mittel, sie zu vervollkommen; er ließ mich auch die veränderlichen Blendungen bei den Mikroskopen anbringen, welche eine so wichtige Rolle bei der Beleuchtung spielen. Sein Tod war für mich ein unerfesslicher Verlust, und mit Ehrfurcht bewahre ich seine Bücher, Papiere und Instrumente, die mir in der Theilung zugefallen sind.

Das Cabinet dieses Philosophen, das man mit dem des Doctor Faust verglich, war der Sammelplatz der Liebhaber und Künstler; die Hrn. Amici, Audouin, Brongniard, Becquerel, Biot, Brown, Babinet, De Blainville, Bory de Saint-Vincent, De Cassini, Delille, Darcet, Duby, Donné, Gaultier de Claubry, Laffaigne, Leslie, De Mirbel, Norremberg, Nobili, Orfila, De Prony, Payen, Raspail, De la Rive, Séguier, Schulz, Savary, Turpin, Zamboni u. c. kamen oft, um die Kunst und die Sorgfalt, die er auf seine Präparate und Instrumente verwandte, zu bewundern.

Er hatte kein tiefes Studium der Wissenschaften gemacht; allein er wiederholte mit einer unendlichen Kunst die neuen Experimente, und oft verbesserte oder erfand er neue Verfahrensarten; er stellte auch metallurgische

Versuche an, und Alle, die ihn gekannt haben, erinnern sich seiner Gewandtheit im Gebrauche des Löthrohrs; er erfand kleine Capellen von Töpferthon, welche er in einer Abhandlung 1823 in den *Annales de l'Industrie* beschrieb; sein Sideroskop zeigte ihm die Zurückstosung der Magnetnadel durch Wismuth und Antimonium, und den Gehalt an Eisen in vielen Körpern, worin man ihn nicht einmal muthmaßte; er construirte ein Galvanometer von außerordentlicher Empfindlichkeit, sehr vollkommene Electrometer, trockene galvanische Säulen und eine Menge kleiner Apparate zu seinen Untersuchungen. Alle seine Arbeiten zeichneten sich durch Einfachheit und Genauigkeit aus.

Von den ihm eigenen Arbeiten nenne ich noch seine Untersuchungen über das Blutroth, über die Auflösungen des Eisens im Maximum der Drydation durch Schwefelcyankalium, seine Thonnadeln zur Erkennung der Unschmelzbarkeit der Erden für die Porzellanfabrikation, seine Reagentien zur Erkennung der metallischen Substanzen bei gefärbten Papieren, die Noten über die künstlichen Aventurin, die Verbrennung der Eisendräthe und das weiße Roheisen. Im Jahre 1825 zeigte er die Gefährlichkeit gewisser gefärbter Bonbons und erkannte die Existenz des Chromgelbs in gewissen gelben Drageen ⁷¹⁾, welche sofort bei allen Verkäufern in Beschlag gelegt wurden....

Allein ich verweile mich zu lange, hingerissen durch meine Erinnerungen und Dankbarkeit; ich vergesse, daß alle meine Leser Le Baillif nicht gekannt haben und vielleicht diese Details sie nicht interessiren; wie soll ich es aber machen, da das Herz so voll ist!.....

Schreiben des Hrn. De Brébisson an Hrn. Charles Chevalier
über die nöthigen Vorbereitungen zum Studium der niedern
Algen,

mit einem Verzeichnisse der bekannt gewordenen Arten der Desmidiaceen und der
Diatomeen oder Bacillarien.

Mein Herr!

Wissend, daß ich seit mehreren Jahren mich besonders auf das Studium der Algen, welche die niedern (*Algae inferiores*) genannt werden, und vorzugsweise der Desmidiaceen und Diatomeen oder Bacillarien verlegt habe, haben Sie mir den Wunsch geäußert, zu Ihrem Werke über den Gebrauch des Mikroskops von mir einige Details über das Verfahren oder die Hülfsmittel zu erhalten, deren ich mich bediene, um diese so kleinen, meistens dem bloßen Auge, wenn sie isolirt sind, nicht einmal sichtbaren Wesen auf eine befriedigende Weise zu sammeln, zu präpariren und aufzubewahren.

Ich will mich auf das Eifrigste anstrengen, Ihren Wunsch zu erfüllen; denn ich halte es, so zu sagen, für eine von den Naturforschern Ihnen abzu-

⁷¹⁾ Der Chemiker Hr. Chevalier gab 1827 eine Note heraus über die mit arseniksaurem Kupfer gefärbten Bonbons.

tragende Schuld, Ihnen die Resultate der Untersuchungen mitzutheilen, welche Sie so vorzüglich begünstigt haben durch die Sorgfalt, welche Sie bei der Verfertigung der Instrumente verwenden, denen wir den größten Theil unserer neuern mikroskopischen Entdeckungen verdanken.

Die Anwendung des Mikroskops, so nothwendig zur Erkennung der Structur und Organisation der Vegetabilien und besonders der Algen, ist unentbehrlich bei der Untersuchung der kleinen Wesen, welche, wie die Desmidiën und Diatomeen, nur mit Hülfe beträchtlicher Vergrößerungen wahrgenommen werden können. Das Studium dieser Wesen, wie das der Infusorien, wozu mehrere Schriftsteller sie noch zählen ⁷²⁾, ist ein vollkommen mikroskopisches Studium.

In eine hier unnütze Erörterung über den wahren Platz, den diese unendlich kleinen Wesen einnehmen müssen, will ich mich keineswegs einlassen. Sie mögen den Uebergang aus dem Pflanzenreiche in's Thierreich bilden, oder ausschließlich dem einen oder andern angehören, einerlei, diese so merkwürdig organisirten Wesen nehmen die mikroskopische Untersuchung in Anspruch, und in dieser Beziehung will ich einige Details geben über ihre Einsammlung, Aufbewahrung und endlich die Vorbereitungen, welche ihr Studium erleichtern können. Die verschiedenen, in's Kleinste gehenden Operationen, welche die Erfahrung mir täglich gelehrt hat, und welche ich hier mittheilen will, können auch in vielen Fällen angewandt werden bei der Einsammlung und Zubereitung der Infusorien und gewisser Algen aus den, den Desmidiën und Diatomeen benachbarten Familien, als gewisser kleiner Arten von Nostoc, welche zu den Gattungen *Micraloa*, *Pleurococcus*, *Cylindrocystis*, *Agmenellum*, *Hormospora* u. gehören.

Um die Ausführungen nicht zu vervielfältigen will ich mich auf zwei Familien (die Diatomeen und Desmidiën) beschränken, mit denen ich mich ganz besonders beschäftigt habe, und damit man meine Angaben genau prüfen könne, will ich diese Notizen mit einer Liste der dazu gehörigen Arten, so wie ich sie gruppiert habe, beschließen ⁷³⁾.

Bevor ich von der Einsammlung rede, will ich versuchen, wenigstens oberflächlich einige allgemeine Charaktere anzugeben, welche im ersten Anblick diese beiden Familien unterscheiden. Die Desmidiën haben Körper von sehr verschiedenen Formen; sie sind selten fadenförmig, meist isolirt, kugel- oder eiförmig, strahllich, mit knollichten oder spizen Rauigkeiten, gerade oder mondförmig gebogen u. s. w., und sind mit einer membranösen, biegsamen, beim Trocknen ihre Form verändernden Schale versehen. Die innere Sub-

⁷²⁾ Ehrenberg hat durch Färbennahrung den thierischen Ernährungsprozeß der Kieseltierchen der Bacillarien-Familie so zur klaren Ansicht gebracht, daß über deren Thierheit kein Zweifel mehr stattfinden kann. Bei *Navicula gracilis*, *amphisbaena*, *viridula*, *fulva*, *Nitzschii*, *lanceolata* und *capitata*, füllten sich in der Körpermitte 4 bis 10 kleine Magenstellen mit Indigo an; dasselbe gelang Ehrenberg bei *Gomphonema truncatum*, *Cocconema cistula*, *Arthrodesmus quadricaudatus* und *Closterium acerosum*. D. Uebs. —

⁷³⁾ *Algues des environs de Falaise* in 8^{vo} pl. 1834. — *Considérations sur les Diatomées* in 8, 1838. Meilhac, libraire, cloître Saint-Benoît, 10. D. Uebs.

stanz (**endochrome**), welche dieselbe einschließt, ist grün, körnig, blätterig oder strahlig.

Die Desmidiaceen finden sich im süßen Wasser, in Teichen, Lachen und Gräben, besonders aber in den Torfmooren, wo die Moose der Gattung **Sphagnum** wachsen; ich kenne keine, die im Salzwasser sich aufhielten. Sie sind weniger zahlreich in den Gegenden, wo der Boden kalkartig ist, als in denen, wo der Boden auf Granit-, Quarz- oder Schieferfelsen ruht. Sie haben keine auf dem Objectträger des Mikroskops bemerkbare Bewegung. Indessen an den Orten, wo sie leben, oder in den Gefäßen, worin man sie aufbewahrt, wenden sie sich gegen das Licht und nähern sich ihm in Häutchen oder einer Art von schön grünem Pinsel, unter sich durch einen sie gewöhnlich umgebenden Schleim vereinigt.

Die Diatomeen oder Bacillariaceen haben Körperchen (**frustules**), welche oft prismatisch und rechtwinklich, nackt oder in eine gelatinöse Röhre eingeschlossen, einfach oder zweizich, isolirt oder in zusammengedrückte oder cylinderförmige Filamente vereinigt, frei oder an fremde Körper mittelst mehr oder minder langer Füßchen (**pedicelles**) befestigt sind. Ihre Schale, Panzer (**cuirasse, carapace**), besteht aus Kiesel, ist durchscheinend, zerbrechlich, verändert beim Trocknen seine Gestalt nicht, und schließt eine schleimichte, gelbliche, röthliche oder braune Substanz ein.

Die Diatomeen leben im süßen und salzigen Wasser; sie finden sich häufig im Meere, den Flüssen, Bächen, Gräben, den Pfützen der Wege und überschwemmtem thonigtem Boden u. s. w.; sie gruppiren sich um Steine und Pflanzen, welche sich im Wasser befinden und bedecken sie, so wie den Schlamm des überschwemmten Bodens, mit Lagen eines mehr oder minder dunklen Braunroths.

Die Körper der freien, und der mit Füßchen versehenen Arten, wenn man dieselben losgemacht hat, zeigen eine sehr deutliche kriechende Bewegung.

Mehrere Diatomeen hat man im fossilen Zustande gefunden, und Hr. Ehrenberg hat nachgewiesen, daß gewisse Tripel, welche in den Gewerben gebraucht werden, allein aus deren Kieselpanzern bestehen.

Die Calcination der lebenden Gattungen zerstört weder, noch verändert sie die Schale und man kann so einen künstlichen Tripel darstellen, wie ich durch Versuche dargethan habe, deren Resultate von mir der **Académie des Sciences** im Jahre 1836 vorgelegt worden sind.

Die vollständigen Merkmale dieser beiden Familien, welche sich besonders durch ihre Reproduction unterscheiden, habe ich anderweitig angegeben.

Die zu diesen Familien gehörigen Arten leben meistens in großer Zahl durch einander gemengt in denselben Gewässern, und dieses macht das Studium derselben schwieriger, weil, wenn man die Arten nicht trennen kann, es unmöglich scheint, auf dem Glimmerblättchen oder dem Glase reine Musterstücke davon erhalten zu können, welche doch so nöthig sind, der Vergleichung wegen, und ein vorzüglicheres Hülfsmittel zum Studium abgeben als die besten Beschreibungen oder Zeichnungen, die man aber doch nicht ganz vernachlässigen darf wegen der Formveränderung, welche durch das Eintrocknen entsteht.

Behuf der Einsammlung muß man sich versehen: 1) mit einer Auswahl Flaschen mit weiten Mündungen und Korkstöpseln; 2) einigen Blättern stark geleimten Papiers; 3) mit einem Vorrathe Glimmerblättchen, welche in Quadrate geschnitten sind, oder, in deren Ermangelung, mit dünnen Glasstückchen, um auf der Stelle die Arten präpariren zu können, welche ohne Verlegung den Transport nicht vertragen können; 4) mit einer Sammlung von Korkscheiben, die ich die diatomische Säule (*pile diatomique*) benannt habe und deren Construction ich beschreiben werde; 5) mit einem Löffel von weißem Blech, dessen Stiel eine Dille hat, um ihn an einen Stock stecken zu können. Außerdem muß man, wie bei andern Botanisirungen, eine gute, einfache oder Doppelloupe haben, welche stark genug vergrößert, um die Körper, welche man einsammelt, unterscheiden zu können, die dann nach der Rückkehr der vollkommenen Beobachtung mit dem Mikroskope unterworfen werden.

Ein länglicher Glasstreifen mit abgerundeten Ecken dient bei der Excursion als Objectträger; eine weiße Porzellanplatte ist oft sehr nützlich bei der Beobachtung der Desmidiaceen und schleimigen Arten, welche fortglitschen, wenn man, um sie sehen zu können, das Glas vertikal halten muß, da man die Porzellanplatte in horizontaler Lage gebrauchen kann. Indem man den Glasstreifen in das Wasser taucht, worin man einige Anzeigen wahrnimmt, daß die zu sammelnden Objecte darin vorhanden sind, zieht man leicht die Körper, welche dessen Oberfläche bedecken, zusammen; die Untersuchung mit der Loupe veranlaßt dann zum weitem Einsammeln, oder zeigt, daß es unnütz ist, wenn die Gattungen zu sehr durch einander gemengt oder in zu geringer Zahl vorhanden sind. Will man die bezeichneten Gattungen einsammeln, so nimmt man mittelst des Löffels sorgfältig die Oberfläche der mit diesen Wesen bedeckten Körper ab und bringt sie in eine Flasche, welche man ganz voll füllt, wenn es freie Gattungen sind, um das Zusammenballen während des Transports zu vermeiden. Die faserigen Gattungen, als *Micromesita*, *Schizonema*, *Fragilaria*, *Gaillonella*, *Diatoma*, *Desmidium* &c., brauchen, nachdem man sie etwas hat ablaufen lassen, nur allein in etwas starkes Papier gewickelt zu werden.

Die freien Arten: *Frustulia*, *Surirella*, *Sigmatella*, *Scenedesmus*, *Closterium*, *Micrasterias*, *Heterocarpella*, *Binatella* &c. kann man ohne weitere Vorsicht in Flaschen füllen, weil, wenn man sie auf Teller oder Untertassen bringt, ihr Bestreben, sich nach dem Lichte zu wenden, sie schon veranlaßt, auf dem Sande oder den Trümmern, womit man sie eingesammelt hat, eine Lage am Boden des Wassers zu bilden.

Man muß bei dem Füllen der Flaschen aufmerksam sein, daß man nicht zu weit von dem Punkte einsammelt, dessen Producte man mit der Loupe untersucht hat, denn man setzt sich sonst dem Umstande aus, eine große Anzahl verschiedener Arten einzusammeln, welche oft in der Nachbarschaft leben und auf den damit bedeckten Körpern dieselben Farben zeigen. Die Diatomeen, welche mit Füßchen versehen sind, womit sie an andern Algen oder verschiedenartigen im Wasser befindlichen Körpern hängen, lösen sich so leicht ab, daß es unumgänglich nöthig ist, die Probestücke davon auf der Stelle zu präpa-

(Die Mikroskope.)

ciren. Durch Vernachlässigung dieser Vorsicht sind mehrere Arten der mit Füßchen versehenen als freie angesehen; die *Cymbophora* besonders ist meistens aus diesem Grunde zwischen die *Frustulia* oder *Cymbella* gestellt. Um ohne Umstände die Glimmerblättchen oder die Gläser, auf welche man die Gruppen der stänglichen Diatomeen gelegt hat, zu trocknen, dient die diatomische Säule. Dieser kleine Apparat besteht aus Korkscheiben, oder ganz einfach aus Körken, welche man in ein oder zwei Linien dicke Scheiben geschnitten und auf einen an beiden Enden umgebogenen Messingdrath gezogen hat, so daß dadurch ein kleiner Stock gebildet wird, der in ein Fach am Ende der Botaniskapsel, oder in den Hut des Algensammlers gelegt werden kann. Die Korkscheiben werden durch eine auf dem Drathe befindliche cylindrische Spiralfeder gegen einander gepreßt, und in die Spalten zwischen zwei Scheiben wird die Ecke eines Glimmerblättchens oder des Glases, worauf man das zarte Wesen gelegt hat, gesteckt, so kann man eine große Zahl anbringen, welche, ohne sich zu berühren, trocknen. Ein Stück Kork mit Einschnitten kann auch die Stelle dieser Säule vertreten; aber weil die Gläser nicht immer von gleicher Dicke sind, so ist die Zusammenpressung oft nicht genügend, um zu verhindern, daß sie nicht herausfallen könnten.

Die *Achnanthes*, *Cymbophora*, *Gomphonema*, *Exilaria* müssen, um sie vollständig zu behalten, auf diese Weise eingesammelt werden; doch kann man auch die solidern Arten transportiren, indem man sie mit so wenig Wasser als möglich in Flaschen bringt, die man mit kleinen Mooszüpfchen oder andern weichen und biegsamen Körpern, um das Zusammenballen zu verhindern, ausfüllt; das *Sphagnum* mit den weichen schwammigen Blättern eignet sich sehr gut dazu.

Der Löffel, den man an den Stock stecken kann, dient, die Objecte zusammenzuscharren und zu sammeln, wenn man sie mit der Hand nicht erreichen kann.

Es ist mir schon passirt, daß mir, an einem Tage, wo es reichlichen Fang gab, die Flaschen fehlten; da habe ich denn die röhrenartigen Stengel der wilden Angelika statt derselben gebraucht; man schneidet einen durch einen Knoten geschlossenen Stengel ab und steckt als Stöpsel einen andern von geringerem Durchmesser, aber auch mit einem Knoten versehen, in den erstern hinein.

Einige Arten bilden im Wasser leichte Flecken, welche durch die Bewegung des Löffels vor demselben her treiben, weswegen es schwer ist, sie einzufangen; man kann es aber leicht, wenn man ein an beiden Enden offenes Rohr oben mit einem Finger verschließt und dasselbe in's Wasser taucht; sobald man nun dem Punkte, welchen man haben will, nahe gekommen ist, lüftet man den Finger und alle in der Nähe des Rohrs befindlichen Körper strömen in dasselbe hinein; dann schließt man das Rohr wieder mit dem Finger und kann so das, die verlangten Körper erhaltende Wasser herausheben.

Hat man die Einsammlung beendet, so ist das erste Geschäft nach der Rückkehr, die zarten Arten zu präpariren, nämlich die faserigen und stänglichen, welche man nicht auf der Stelle in Ordnung bringen konnte. Man nimmt kleine Portionen auf einer als Bahnstocher geschnittenen Schreibfeder oder einem Stiele von Elfenbein, Schildpatt, Horn oder hartem Holze und breitet

sie auf dem Glase oder Glimmerblättchen aus; größere Arten kann man auch auf Papier bringen, um sie in das Herbarium zu legen. Eine Metallspitze darf man nicht nehmen zum Ausbreiten der Algen auf dem Glimmer, weil man dadurch leicht Krizelei machen und der Durchsichtigkeit des Objectträgers schaden kann.

Ueber das Verfahren, die Objecte unter das Mikroskop zu bringen, will ich mich hier nicht weiter auslassen; es würde überflüssig sein, da die Anweisungen dazu schon in dem Buche selbst an der gehörigen Stelle gegeben sind, und deshalb mich allein darauf beschränken, wie man die Wesen beobachten muß, mit denen ich mich hier beschäftige; da sie durch ihre kugel- oder eiförmige, prismatische oder cylindrische Gestalt eine verhältnißmäßig ansehnliche Dicke haben, so bedarf man, um sie mit Nutzen zu untersuchen, keiner sehr starken Vergrößerung. Eine 300- bis 350malige Vergrößerung ist beinahe immer ausreichend; jenseits derselben sieht man jedoch die Contur schlecht, und wenn man auch einige Details wahrnimmt, so verliert man doch das Ganze, da der Focus nicht die ganze Fläche, welche ihre Dicke einnimmt, darbietet.

Die Desmidiaceen können nur lebend und am Tageslichte gut beobachtet werden, während die Details des Panzers der Diatomen besser trocken und bei Lampenlicht zu sehen sind. Ich ziehe es vor, zur Untersuchung diese Objecte in Wasser aufzuweichen, statt sie zwischen zwei Glas- oder Glimmerblättchen in einem Tropfen Terpentin oder eines andern flüssigen Harzes aufzubewahren, worin man gewisse kleine Details, als die Streifen, Cannelirungen u. s. w., nicht gut sehen kann.

Die verschiedenen Präparate auf Papier, Glimmer oder Glas läßt man an freier Luft trocknen.

Die Arten, welche, wie die meisten *Fragilaria*, *Gaillonella*, *Frustulia* u. s. w., nicht mit einem wahrnehmbaren Schleime umgeben sind, und beim Trocknen abblättern oder zu Staub werden, müssen mit einem schwachen Gummiwasser befeuchtet werden; man muß sich aber hüten, nicht zu viel Gummi zu nehmen, denn es entsteht dadurch ein Schatten um die trocknen Körper, wenn man sie im Mikroskope beobachtet. Die *Heterocarpella*, *Micrasterias* und *Closterium*, wenn sie nicht mit Schleim umgeben sind, bedürfen nur sehr wenig Gummi, um auf dem Glimmerblättchen befestigt zu werden. Die Gattungen *Gomphonema* oder *Cymbophora*, welche in dicken gelatinösen Massen leben, bilden, wenn sie trocken geworden, dicke Lagen, welche verhindern, daß die Frustulen nicht mehr sichtbar sind. Um sie gut auf dem Glimmerblättchen ausbreiten zu können, muß man die kleinen gelatinösen Gruppen einem gelinden Drucke zwischen Blättern oder Löschpapier unterwerfen, mit der Vorsicht, sie mit kleinen Stückchen gefalteten Papiers zu bedecken, die man leicht abheben kann, wenn das Präparat trocken geworden. Man kann dieses auch in der Briefftasche bewerkstelligen. Das gefettete Papier, so vorzüglich zur Präparation der schleimigen und gelatinösen Algen des Meeres, bereitet man, indem man Papier in geschmolzenes Fett tunkt, und es dann, zur Entfernung des überflüssigen Fettes, zwischen Bogen ungeleimten Papiers unter einem heißen Eisen auspreßt.

Was die freien Desmidiëen und Diatomeen betrifft, welche man, in Masse gemengt mit Sand oder Schlamm der Gräben, des Moores oder der Pfügen, gesammelt hat, so giebt man den Inhalt jeder Flasche in ein besonderes Gefäß, eine Untertasse oder einen Suppenteller, welchen man an einen hellen Ort, aber gegen die Sonnenstrahlen geschützt, hinstellt; denn diese würden aus dem Bodensatz Luftblasen entwickeln und verhindern, daß die Oberfläche oben bleibt.

Nach einem oder zwei Tagen, je nachdem die Gattungen sind, sieht man die Erdlage auf dem Boden des Tellers, wenn sie Diatomeen enthält, sich mit einer braunen Farbe bedecken, oder mit grünen schleimigen Häutchen, oft mit kleinen Büscheln oder Pinseln, wenn es Desmidiëen sind.

Um die Diatomeen zu erhalten, neigt man die Tasse sanft, um das Wasser ablaufen zu lassen; dann führt man über die mit den Frustulen bedeckte Oberfläche einen sehr weichen, mit Wasser angefüllten Pinsel, so daß man keine erdigen Theile abnimmt und wäscht den Pinsel dann in einem Näpfschen aus, worin sich die Frustulen dann ohne einen fremden Körper zu Boden setzen, wenn die Operation leicht und geschickt vorgenommen ist. Wenn das Wasser des Näpfschens nur eine Gattung enthält oder diese die vorherrschende ist, so bringt man davon auf die Glimmerblättchen oder Gläser, um so viele Exemplare zu nehmen als man haben will, welche man, wenn es nöthig ist, etwas gummirt. Statt des Pinsels kann man auch die Fahne einer Feder nehmen, womit man sanft über den Bodensatz herfährt; je kleiner der Durchmesser der Tasse ist, desto dicker und leichter abzunehmen ist die Lage der Frustulen.

Diese Methode ist anwendbar bei dem größten Theile der Arten von *Frustulia*, *Surirella*, *Sigmatella* und *Cyclotella*.

Wenn der Bodensatz in den Tassen aus vegetabilischen Trümmern oder Körpern besteht, die keine hinreichend glatte Fläche bilden, so kann man auch noch andere Mittel anwenden, die mir häufig geglückt sind.

Schiebt man auf den unebenen Bodensatz eine Lage feinen und schweren Sand, z. B. von Sandsteinen, so wird dadurch ein künstlicher ebener Boden gebildet, worauf die Diatomeen sich bald zeigen, oder man legt ein Stück eines klaren leinenen oder baumwollenen Gewebes auf den Bodensatz und erhält es ausgespannt durch eine Bleiplatte vom Durchmesser der Tasse und in der Mitte mit einem weiten Loch versehen; ein oder zwei Tage darauf gehen die Frustulen durch das Gewebe und breiten sich auf der durch das Loch in der Bleiplatte freigelassenen Fläche aus, von wo man sie leicht in ein Näpfschen abwaschen kann. Ich habe auch dieselben rein bekommen, indem ich die Trümmer, welche sie enthielten, in ein mehr oder minder dichtes Säckchen von Gaze that und dieses in einen mit Wasser gefüllten Teller legte; die Frustulen kamen aus ihrem Behälter hervor und zerstreuten sich auf dem Boden des Gefäßes.

Die freien Desmidiëen, als *Micrasterias*, *Helierella*, *Heterocarpella*, *Closterium*, *Scenedesmus*, *Binatella* ic., bilden unter denselben Umständen, wie die Diatomeen, eine schleimige grüne Lage, welche man leicht mit kleinen dünnen Löffeln, selbst mit einer Messerklinge, abnehmen kann, um

sie unmittelbar zu präpariren. Hat man nicht die Zeit, sich ihr Bestreben, das Licht zu suchen und auf der Oberfläche des Bodensages niederzulassen, zu Nuzze machen zu können, so kann man auch die vegetabilischen Trümmer, zwischen denen die Desmidiëen am meisten gemengt sind, durchschütteln, und da das specifische Gewicht jener größer ist als dieser, durch vorsichtiges Abgießen aus einem Gefäße in ein anderes, und indem man sich einer Federfahne bedient, um die fremden Körper zu entfernen, ein sehr reines Residuum bekommen, welches aus den leicht an ihrer Farbe zu unterscheidenden Desmidiëen besteht; dieses Uebergießen wiederholt man so oft als nöthig, indem man jedesmal genug Wasser zuthut, um die Wirkung des diesen Algen eigenen Schlemmes zu vermindern, der dazu beiträgt, daß sie sich an die Trümmer anhängen, wovon man sie trennen will.

Einige Gattungen kommen auch auf die Oberfläche des Wassers, und man sammelt diese, indem man platt auf die Flüssigkeit ein trockenes oder unter Umständen dünn mit Gummi überzogenes Glimmerblättchen legt.

Diese verschiedenen Methoden sind nur dann anwendbar, wenn die Gattungen nicht durcheinander gemengt sind; finden sich aber verschiedene Arten von Diatomeen oder Desmidiëen vereinigt, die man sich sonst nicht verschaffen kann, so muß man, nachdem man die beschriebenen Mittel angewendet hat, um sie von fremden Körpern zu reinigen, noch andere Verfahren in Anwendung bringen, um jede Gattung allein zu erhalten.

Haben sie ein verschiedenes specifisches Gewicht, so geht es dadurch, daß man das sie enthaltende Wasser in einem tiefen Gefäße umrührt, und nach und nach, nach längerer oder kürzerer Ruhe, abgießt.

Haben die untereinander gemengten Arten verschiedene Größe, so kann man sie dadurch von einander trennen, daß man die Flüssigkeit, worin sie schwimmen, durch mehr oder weniger enge Gewebe von Haaren, Gaze u. dgl. laufen läßt.

Ich darf nicht vergessen, hier ein Verfahren anzugeben, welches ich mit Erfolg angewendet habe, um Diatomeen zu reinigen, welche sich in einem Kalksande fanden, von dem ich sie nicht durch die angegebenen Mittel trennen konnte; ich goß in die Tasse, worin sie befindlich waren, eine gewisse Dosis Salpetersäure, welche alsbald den Kalksand auflösete; nachdem ich den Rückstand ausgewaschen, erhielt ich sehr reine Diatomeen, welche gar keinen Schaden gelitten hatten, wegen ihres Kieselpanzers, den die Säure nicht hatte angreifen können.

In dem Verzeichnisse der Gattungen und Arten der Desmidiëen und Diatomeen, welches ich, wie ich versprochen habe, hierunter folgen lassen will, führe ich besonders diejenigen an, welche ich selbst untersucht und gezeichnet habe, mit dem Vorsatze, darüber ungesäumt eine Monographie herauszugeben. Die Namen der von mir noch nicht untersuchten sind mit einem *) bezeichnet. Wegen weiterer Details verweise ich auf die kleinen Schriften, die ich über diesen Gegenstand herausgegeben und oben in der Note angezeigt habe. Bei den Desmidiëen, über welche ich noch nichts Vollständiges herausgegeben habe, glaubte ich jeder Gattung eine Charakteristik beifügen zu müssen, und zwar in lateinischer Sprache der Kürze wegen, um zu zeigen,

innerhalb welcher Grenzen ich sie beschrieben habe, und eine lange Synonymie zu vermeiden, welche sonst stattgefunden haben würde.

Desmidiaceen.

- I. **DESMIDIUM** Ag. Corpuscula geminata in longam seriem conjuncta, itaque silum articulatam constituentia, tubulo communi filiformi mucoso inclusa.
- 1 D. SWARTZII Ag.
 - 2 D. APTOGONUM Breb. Alg. Fal.
 - 3 D. CYLINDRICUM Grev.
 - 4 D. BAMBUSINUM Breb. mss.
 - 5 D. MUCOSUM Breb. l. c. Conferva mucosa Mert.
 - 6 D. VERTEBRATUM Breb. l. c.
 - *? D. TENAX Ag.
- II. **SCENEDESMUS** Meyen. Corpuscula fusiformia, aut ovoidea lateraliter in seriem planam conniventia.
- 1 S. QUADRICAUDATUS Ehrenb. Achnanthes Turp. Scen. magnus Meyen. Kutz.
Var.: β . S. longus Meyen.
 - 2 S. QUADRIJUGATUS Breb. mss. Achnanthes Turp. Sc. Leibleini Kutz.
Var.: β . S. minor. Kutz.
 - 3 S. OBLIQUUS Kutz. Achnanthes Turp.
 - 4 S. QUADRALTERNUS Kutz. Achnanthes Turp.
Var.: β . S. octalternus Kutz. S. obtusus Meyen.
 - 5 S. ELLIPTICUS Corda.
 - 6 S. ACUTUS Meyen.
Var.: β . S. fusiformis Menegh.
 - 7 S. PECTINATUS Meyen.
 - 8 S. TRISERIATUS Menegh.
 - 9 S. DIMORPHUS Kutz. Achnanthes Turp.
 - 10 S. OVALTERNUS Breb. l. c.
 - 11 S. TETRADACRYS Breb. l. c.
Var.: β . duplex.
 - 12 S. TRIJUGATUS Kutz.
 - 13 S. BIJUGATUS Kutz.
 - 14 S. BILUNULATUS Kutz.
 - *15 S. PARVULUS Menegh.
- III. **HELIERELLA** Bory et Turp. (ex parte). Frons applanata, e corpusculis plurimis (quatuor saltem) radiatim vel stellatim conjunctis composita.
- 1 H. BORYANA Turp. Pediastrum duplex et P. biradiatum Meyen. Micrasterias Boryi et selenaea Kutz.
- 2 H. HEPTACTIS Breb. mss. M. heptactis Ehrenb. H. renicarpa Turp. Micrasterias Ghibellina Menegh.
Var. β . Crux-Melitensis. Stauridium Corda.
- *3 H. NAPOLEONIS Turp.
- *4 H. SIMPLEX Breb. mss. Pediastrum Meyen.
- *5 H. CRUCIGENIA Breb. mss. Crucigenia quadrata Morren.
- IV. **MICRASTERIAS** Ag. et Kutz (ex parte). Frons plerumque circularis, inciso-radiata e duobus corpusculis compressis basi coadunatis formata.
- 1 M. DENTICULATA Breb. et God. l. c. M. heliactis Kutz. Echinella radiosa Lyngb. tab. 79. f. 3. E. rotata Grev. Euastrum Ehrenb.
Var. β . laciniata.
 - 2 M. INCISA Breb. mss.
- V. **HETEROCARPELLA** Turp. (ex parte) Cosmarium Corda. Frons inflata vel vesiculosa polymorpha (elongata vel rotundata, lobata vel sinuosa, tuberculata vel aculeata) e duobus corpusculis basi coadunatis formata.
- 1 H. ARMATA Breb. mss.
 - 2 H. BAILLYANA Breb. mss.
 - 3 H. MARGARITIFERA Breb. Ursinella Turp.
 - 4 H. TETROPHTALMA Kutz.
 - 5 H. SINUATA Breb., mss. Micrasterias Breb. l. c.
Var. β . Lyngbyei. Echinella radiosa Lyngb. tab. 79. f. 2.
 - 6 H. PECTINATA Breb. mss.
 - 7 H. CRASSA Breb. mss.
 - 8 H. ELEGANS Breb. mss.
 - 9 H. BINALIS Turp.
 - 10 H. COMMISSURALIS Breb. mss.
 - 11 H. ACULEATA Breb. mss. Binatella Breb. l. c.
 - 12 H. ANTILOPOEA Breb. mss.
 - 13 H. PHASEOLUS Breb. mss. Achnanthes stomatimorpha Turp.
 - 14 H. PALMATA Breb. mss.

- 15 H. INCUS Breb. mss.
16 H. BIUCULATA Breb. l. c. Cosmarium Menegh.

VI. BINATELLA Breb. l. c. Corpuscula saepius triangularia (raro 4-5-6 angularia vel lobato-radiata) puncto centrali binatim conjugata.

- 1 B. FURCIGERA Breb. mss.
2 B. POLYMORPHA Breb. mss.
 Var.: β . retusa.
 γ . tricera. Micrasterias Kutz.
 δ . incurvata.
 ϵ . tetracera. Staurastrum paradoxum Meyen.
 ζ . didicera. Micrasterias Kutz.
3 B. FURCELLINA Breb. mss.
4 B. CONTROVERSA Breb. mss.
5 B. BACILLARIS Breb. l. c.
6 B. SEXCOSTATA Breb. mss.
7 B. MONTICULOSA Breb. mss.
8 B. SPONGIOSA Breb. mss.
9 B. HISPIDA Breb. l. c.
10 B. MURICATA Breb. l. c.
11 B. CUSPIDATA Breb. l. c. sub B. tricuspidata.
12 B. DEJECTA Breb. l. c.
13 B. BREVISPIA Breb. mss.
14 B. TUMIDA Breb. l. c.
15 B. MUTICA Breb. l. c. Staurastrum trilobum Menegh.
? ECHINELLA ARTICULATA Ag. Conferva echinata Engl. Bot.

- VII. CLOSTERIUM Nitzsch. Lunulina Bory. Corpuscula fusiformia raro cylindrica lunatim curvata aut recta.
1 C. LUNULA Nitzsch.
2 C. LEIBLEINI Hutz. Muß diese Art von der vorhergehenden getrennt werden?
3 C. SUBRECTUM Breb. l. c.
4 C. STRIOLATUM Ehrenb.
5 C. DOLIOLATUM Breb. mss.
6 C. ELONGATUM Breb. mss.
*7 C. CORNU Ehrenb.
8 C. ROSTRATUM Ehrenb. Echinella acuta Lyngb.
9 C. ACEROSUM Ehrenb.
10 C. ACUS Nitzsch.
11 C. GRACILE Breb. mss.
12 C. SUBULATUM Breb. mss. Frustralia subulata Kutz.
 Var.: β . controversum.
13 C. TENUE Kutz.
14 C. GREGARIUM Menegh. Micrasterias lacerata Kutz.

- 15 C. TRUNCATUM Breb. mss.
16 C. BACULUM Breb. l. c.
*17 C. TRABECULA Ehrenb.
18 C. LAMELLOSUM Breb. l. c.
19 C. DIGITUS Ehrenb.
20 C. GRANULATUM Breb. mss.
21 C. MONILE Breb. mss.
?22 C. TRIPUNCTATUM Nitzsch.
23 C. CURTUM Breb. mss.

? VIII. TROCHISCIA Kutz. corpuscula vesiculosa globosa solitaria aut regulariter conjuncta.

- 1 T. MONILIFORMIS Menegh. Tesarthronia Turp.
 Var.: β . duplex. Scenedesmus duplex Kutz.
*2 T. AMARA Kutz. Heterocarpella Turp.
3 T. QUADRIJUGA Kutz.
*4 T. THERMALIS Menegh.
5 T. BIJUGA Kutz.
6 T. DIMIDIATA Kutz.
7 T. SOLITARIS Kutz.

Die Gattungen Geminella Turp., Sphaerastrum Mey., Pleurococcus Menegh., Echinella Ach. zc., die ich in dieses Verzeichniß nicht aufgenommen habe, scheinen mir nicht zu den Desmidiaceen zu gehören.

Diatomeen oder Bacillarieen.

(Die aus dem Meere sind mit M, und die fossil gefundenen mit F bezeichnet.)

I. MICROMEGA Ag.

- 1 M. APICULATUM Ag. (M.)
2 M. RAMOSISSIMUM Ag. (M.)
3 M. PENICILLATUM Ag. (M.)
*4 M. CORNICULATUM Ag. (M.)
*5 M. BLYTHII Ag. (M.)
*6 M. PALLIDUM Ag. (M.)

II. SCHIZONEMA Ag.

- 1 S. QUADRIPUNCTATUM Ag. (M.)
2 S. HELMINTHOSUM Chauv. (M.)
3 S. DILLWYNI Ag. (M.)
*4 S. SPADICEUM Grev. (M.)
*5 S. OBTUSUM Grev. (M.)
6 S. CORYMBOSUM Ag. (M.)
7 S. COMOIDES Ag. (M.)
8 S. GREVILLII Ag. (M.)
9 S. RUTILANS Ag. (M.)
10 S. SMITHII Ag. (M.)
*11 S. LACUSTRE Ag.
*12 S. HOFFMANNI Ag. (M.)
*13 S. TENUE Ag. (M.)
*14 S. MICANS Ag. (M.)
*15 S. RADICANS Ag. (M.)
*16 S. PUMILUM Ag. (M.)

- III. HOMEOCLADIA Ag. (M.)
 1 H. ANGLICA Ag. (M.)
 *2 H. MARTIANA Ag. (M.)
- IV. BERKELEYA Grev.
 *1 B. FRAGILIS Grev. (M.)
- V. ENCYONEMA Kutz.
 1 E. PARADOXUM Kutz.
- VI. GAILLONELLA Bory. Meloseira
 Ag. Kutz.
 1 G. SUBFLEXILIS Desmaz.
 2 G. VARIANS Desmaz.
 3 G. ORICHALCEA Breb. et Desmaz.
 4 G. MONILIFORMIS Bory.
 Var. β . G. nummuloides
 Duby.
 5 G. FERRUGINEA Ehrenb. (F.)
 6 G. DISTANS Ehrenb. (F.)
 7 G. SUTILIS Breb. Consid. super
 Diat. (F.)
 *8 G. ITALICA Ehrenb. (F.)
- VII. FRAGILARIA Lyngb.
 1 F. PECTINALIS Lyngb.
 Var. β . F. hyemalis Lyngb.
 2 F. CAPUCINA Desmaz.
 Var. β . F. tenuis Ag.
 3 F. STRIATULA Lyngb. (M.)
 *4 F. AUREA Carm. (M.)
 *5 F. DIATOMOIDES Grev. (M.)
 *6 F. CONFEROIDES Grev.
 *7 F. ANGUSTA Ehrenb.
 *8 F. BIPUNCTATA Ehrenb.
 *9 F. SCALARIS Ehrenb.
- VIII. MERIDION Ag.
 1 M. CIRCULARE Ag.
- IX. DIATOMA Ag.
 1 D. MARINUM Lyngb.
 Var. β . D. tæniæforme Ag.
 γ D. brachygonum Carm.
 2 D. FENESTRATUM Lyngb.
 Var. β . flocculosum Ag.
 3 D. TENUE Ag.
 Var. β . fragilarioides.
 γ moniliforme Kutz.
 δ cuneatum Kutz.
 *4 D. PAXILLIFERUM Breb. l. c. (M.)
 5 D. VULGARE Bory.
 6 D. ELONGATUM Ag.
 *7 D. SULPHURASCENS Ag.
 *8 D. INTERSTITIALE Ag. (M.)
 *9 D. LATRUNCULARIUM Ag. (M.)
 *10 D. FASCIATUM Ag. (M.)
 11 D. MENECHMIANUM Breb. mss.
- X. BIDDULPHIA Gray.
 1 B. PULCHELLA Gray. (M.)
 2 B. AURITA Breb. l. c. Diatoma
 Lyngb. (M.)
- 3 B. OBLIQUATA Gray. (M.)
- XI. ACHNANTHES Bory.
 1 A. ARCUATA Kutz. (M.)
 2 A. UNIPUNCTATA Carm. Grev. (M.)
 3 A. LONGIPES ag. (M.)
 Var. β . A. Carmichaelii
 Grev.
 4 A. LEIBLEINI Ag.
 5 A. BREVIPES Ag. (M.)
 Var. β . salinarum Ag.
 6 A. SUBSESSILIS Kutz.
 7 A. INTERMEDIA Kutz.
 8 A. MINUTISSIMA Kutz.
 9 A. MULTIARTICULATA Ag. (M.)
 10 A. SERIATA Ag. (M.)
- XII. CYMBOPHORA Breb. l. c.
 Cocconema Ehrenb.
 1 C. GASTROIDES Breb. l. c. Fru-
 stulia Kutz.
 2 C. FULVA Breb. l. c. Gompho-
 nema Leibl. Gomph. se-
 miellipticum Kutz.
 3 C. MACULATA Breb. l. c. Fru-
 stulia Kutz.
 4 C. VENTRICOSA Breb. l. c. Cym-
 bella Ag.
 5 C. COFFEEFORMIS Breb. Cym-
 bella Ag.
- XIII. GOMPHONEMA Ag.
 *1 G. RAMOSUM Kutz. (M.)
 2 G. FULGENS Kutz. (M.)
 3 G. FLABELLATUM Kutz. (M.)
 4 G. ARGENTESCENS Ag. (M.)
 *5 G. SPLENDIDUM Breb. l. c. Lic-
 mophora Grev. (M.)
 6 G. TINCTUM Ag. (M.)
 7 G. PARADOXUM Ag. Echinella
 Lyngb. (M.) (F.)
 8 G. DICHOTOMUM Kutz.
 9 G. SUBRAMOSUM Ag.
 10 G. OLIVACEUM Breb. l. c. Echi-
 nella Lyngb.
 11 G. VULGARE Breb. l. c. G. ge-
 minatum Ag.
 12 G. LEIBLEINI Ag.
 13 G. ANPULLACEUM Grev.
 *14 G. LANCEOLATUM Ag. (M.)
 15 G. ANGUSTUM Ag.
 *16 G. SEPTATUM Ag.
 17 G. MINUTISSIMUM Grev.
 18 G. CURVATUM Kutz.
 19 G. CLAVUS Breb. l. c.
 *20 G. BERKELEYI Grev.
 21 G. POHLIÆFORME Kutz.
 22 G. ABBREVIATUM Kutz.
 23 G. BREVIPES Kutz.
 24 G. RADICULA Suhr. (M.)

- 25 *G. CUNEATUM* Breb. l. c. Echinella Lyngb. (M.)
 26 *G. OCLATUM* Kutz.
 27 *G. PACHYCLADUM* Breb. mss. (M.)
 28 *G. INFLEXUM* Breb. mss. (M.)
 *29 *G. ACUMINATUM* Ehrenb. (F.)
 *30 *G. CLAVATUM* Ehrenb. (F.)
 *31 *G. DISCOLOR* Ehrenb.
 * *G. CONSTRICTUM* Ehrenb.

XIV. *EXILARIA* Grev. synedra Ehrenb.

- 1 *E. FASCICULATA* Grev. (M.)
 2 *E. CRYSTALLINA* Kutz.
 Var. *viridescens*.
 3 *E. LICMOIDEA* Breb. l. c.
 4 *E. VAUCHERIE* Kutz.
 *5 *E. VARIEGATA* Kutz.
 6 *E. TENUISSIMA* Breb. mss. *Frustulia* Kutz.
 7 *E. CURVATA* Kutz.
 *8 *E. TABULATA* Kutz (M.)
 9 *E. GLOMERATA* Breb. l. c.

XV. *EPITHEMA* Breb.

- 1 *E. PICTUM* Breb. l. c. *Frustulia picta* Kutz.
 2 *E. ADNATUM* Breb. l. c. *Frustulia adnata* Kutz.
 3 *E. SCUTULUM* Breb. l. c.
 4 *E. OVALE* Breb. mss. *Frustulia ovalis* et *F. copulata* Kutz.
 Nav. amphora Ehrenb.

XVI. *SIGMATELLA* Kutz.

- 1 *S. NITZSCHII* Kutz.
 2 *S. SCALPRUM* Breb. *Navicula Gaill.*
 3 *S. ATTENUATA* Breb. et God. Alg. Fal. *Frustulia* Kutz.
 4 *S. ACUMINATA* Breb. et God. l. c. *Frustulia* Kutz.
 5 *S. SUBRECTA* Breb. *Consid.* (M.)
 6 *S. VERMICULARIS* Breb. et God. l. c.

XVII. *SURIRELLA* Turp.

- 1 *S. STRIATULA* Turp. (M.)
 2 *S. BISERIATA* Breb. l. c.
 3 *S. ELLIPTICA* Breb. mss.
 4 *S. TORTA* Breb. mss.
 5 *S. SOLEA* Breb. l. c. *Frustulia quinque punctata* Kutz.
 6 *S. OVALIS* Breb. l. c.
 7 *S. PULCHELLA* Breb. l. c. *Frust. punctata* Kutz?
 8 *S. MINUTA* Breb. l. c.
 *? *NAVICULA GRANULATA* Ehrenb. (F.)

XVIII. *FRUSTULIA* Ag. *Navicula Bory.*

- 1 *F. DILATATA* Breb. l. c. (*Exilaria*). *Synedra capitata* Ehrenb.
 2 *F. SPLENDENS* Kutz.
 *3 *F. CONSPURCANS* Ag.
 *4 *F. FASCIATA* Ag.
 *5 *F. QUADRANGULA* Ag.
 6 *F. MAJOR* Kutz. (F.) *N. v. viridis* Ehrenb.
 7 *F. FULVA* Breb. l. c. *Navic. Ehrenb.*
 8 *F. MULTIFASCIATA* Kutz.
 9 *F. SCAPHIDIUM* Breb. l. c.
 10 *F. ÆQUALIS* Kutz.
 11 *F. TURPINII* Breb. l. c. *Bacillaria conjugata* Turp.
 12 *F. ULNA* Kutz.
 13 *F. OBLONGA* Kutz.
 14 *F. BIPUNCTATA* Breb. l. c. *Navicula Bory.*
 15 *F. OBTUSA* Ag.
 16 *F. INCRASSATA* Kutz.
 17 *F. VIRIDULA* Kutz.
 *18 *F. LATEFASCIATA* Ag.
 *19 *F. ELLIPTICA* Ag.
 20 *F. AVENACEA* Breb. l. c.
 21 *F. SERIANS* Breb. l. c. *Brachysira aponina* Kutz.
 22 *F. PELLUCIDA* Kutz.
 23 *F. SCALARIS* Breb. l. c. (M.)
 24 *F. INFLEXA* Breb. l. c. (M.)
 25 *F. CUSPIDATA* Kutz.
 26 *F. DEPRESSA* Kutz.
 27 *F. LANCEOLATA* Kutz.
 28 *F. ACROSPHÆRIA* Breb. l. c.
 29 *F. NODULOSA* Breb. l. c.
 30 *F. PRODUCTA* Breb. l. c.
 ?31 *F. SUBTILIS* Kutz.
 *32 *F. HYALINA* Ag.
 *33 *F. MINOR* Ag.
 34 *F. ANCEPS* Kutz.
 35 *F. NIDULANS* Breb. l. c. (M.)
 36 *F. PARVULA* Kutz.
 ?37 *F. LATA*. Breb. mss. *surinella*?
 Die *Frust. appendiculata* Ag. umfaßt mehrere verschiedene Arten.
 Diatomeen, welche zu dieser Gattung gehören, die ich aber nicht untersucht habe:
BACILLARIA ELONGATA Ehrenb.
NAVICULA FUSIFORMIS Ehrenb.
 — *TURGIDA* Ehrenb.
 — *UNCINATA* Ehrenb.
 — *INÆQUALIS* Ehrenb. (F.)
 — *CAPITATA* Ehrenb. (F.)

NAVICULA PHENICENTERON Nitzsch.
 (F.) Gemischte Specien.
 — ZEBRA Ehrenb. (F.)
 — LIBRILE Ehrenb. (F.)
 — VIRIDULA Ehrenb. (F.)
 — GIBBA Ehrenb. (F.)

NAVICULA BIFRONS Ehrenb. (F.)
 — FOLLIS Ehrenb. (F.)
 XIX. CYCLOTELLA Breb. l. c.
 1 C. OPERCULATA Breb. l. c. Fru-
 stalia Ag. Kutz.
 De Brébisson.

A n h a n g.

Auszug aus einem Briefe des Hrn. Professor Amici an die Hrn. Vincent Chevalier Vater und Sohn.

Modena, den 3. October 1826.

Meine Herren!

Hr. Moß hat mir Ihr verbindliches Schreiben vom 24. Septbr. 1825, so wie die Notizen und das Memoire, mit dessen Zusendung Sie mich beehrt haben, so eben überreicht. Indem ich für dieses Geschenk, welches mich sehr erfreuet hat, Ihnen danke, muß ich Ihnen sagen, daß ich mit wahrem Vergnügen daraus ersehen habe, daß Sie eine vollkommene Construction der achromatischen Objective für Mikroskope erreicht haben. Diese interessante Partie der Optik ist allgemein vernachlässiget, vermuthlich wegen der großen Schwierigkeiten, die sie darbietet, und die Wissenschaft verlangte noch immer, daß geschickte Optiker sich mit der Verbesserung des Achromatismus der Linsen mit kurzem Focus beschäftigen sollten. Die Naturforscher müssen es Ihnen Dank wissen, daß Sie ihnen nach den Grundsätzen des berühmten Euler verfertigte Mikroskope darbieten, welche alle andern dioptrischen über-
treffen.

Ich hoffe, daß ich in nicht mehr langer Zeit Ihre Instrumente in Paris werde bewundern können, und ich werde dann auch das Vergnügen haben, Ihnen einige kleine Arbeiten in dieser Art zu zeigen, welche ich selbst aus Liebhaberei zu verfertigen versucht habe.

Ich habe die Ehre ic. u. s. w.

J. B. Amici.

Abchrift eines Briefes des Pharmaceuten Hrn. Pelletier, Ritter der Ehren-
legion u. s. w., an die Hrn. Chevalier.

Paris, den 1. August 1827.

Meine Herren!

Nach unserer Uebereinkunft, bitte ich Sie, mir so bald als Sie können eins von Ihren achromatischen Mikroskopen nach Euler, zum Tausche gegen ein Mikroskop, genannt das von Selligüe, welches mir der Optiker, Ingenieur Chevalier, Tour de l'Horloge, geliefert hat, zu übersenden, worauf ich Ihnen mehr als 200 Franken herausgeben will.

Dieser Umtausch, meine Herren, ist ein Beweis von dem Vorzuge, den ich bei Ihrem Mikroskope gefunden habe, welche bei wenigstens gleicher Ver-

größerung unendlich viel heller sind als alle diejenigen, welche ich bis jetzt gebraucht habe, und dabei von viel bequemerer Einrichtung, mit Ausnahme des Mikroskops von Amici, welches jedoch ungemein viel höher im Preise ist.

Da ich im Begriff bin, eine Reihe von mikroskopischen Beobachtungen über analytische Produkte zu beendigen, und die Veröffentlichung dieser Arbeit nicht gern mehr verzögern wollte, so werden Sie mich sehr verpflichten, wenn Sie mir das Mikroskop so bald als möglich zustellen.

Genehmigen Sie u. s. w.

J. Pelletier.

Copie eines Briefes des Hrn. Le Baillif an den Optiker Hrn. Charles Chevalier.

29. Mai 1831.

Mein Herr und Freund!

Das berühmte Mikroskop von Modena ist in meinem Hause, und in einer Stunde werden die Hrn. de Cassini und Dubi kommen, um dessen Kraft zu vergleichen.

Die Nr. 1, 2, 3 geben nur $\frac{1}{100}$ Millimeter bei meinem Ocular Nr. 1. Hr. Amici geht in dieser Beziehung nicht vorwärts.

Ich glaube, daß es für Sie nützlich ist, weil es sich um eine Vergleichung handelt, wenn ich den Herren Ihre Fortschritte zeige; allein Sie haben die 50 und die 40 wieder mitgenommen und ich kann nur Ihr 60 zeigen; haben Sie ein gutes 50, so ersuche ich Sie, es herzubringen.

Herzlichen Gruß von Ihrem Freunde

Le Baillif.

Auszug aus einem Briefe des Hrn. Ehrenberg an Hrn. Charles Chevalier.

Berlin, den 17. März 1833.

Mein Herr!

Ihr an mich adressirtes Schreiben vom 23. Febr. habe ich empfangen, und die Achtung für Ihr Talent, und das Talent Ihres Hrn. Vaters verpflichtet mich sofort, Ihnen die gewünschte Antwort mitzutheilen. Ihr Mikroskop wurde mir 1828 von Hrn. von Humboldt empfohlen; meinen eigenen Empfehlungen zufolge haben sich mehrere Gelehrte in Berlin auch solche von Paris kommen lassen; ich selbst habe durch Hrn. Devillers vor zwei Jahren eins kaufen lassen, und so haben wir in Berlin eine Anzahl Ihrer trefflichen Arbeiten. In den Jahren 1829 und 1830 habe ich mit Ihrem Mikroskope die Entdeckung der vollkommenen Organisation der Infusorien gemacht, worüber mir die andern Mikroskope, welche ich gebraucht habe, keine genügende Aufklärung gegeben hatten. Aus meinen Beobachtungen hatte ich gefolgert, daß es noch eine viel feinere Structur geben müsse, und ich war sehr neugierig, das Mikroskop von Ploesll zu Wien zu sehen, weil man sagte, daß es noch schärfer als das Ihrige wäre; allerdings fand ich auch die Vergrößerung desselben viel stärker als bei dem in Händen habenden Ihrigen, aber ich konnte darum doch keinen nützlichen Gebrauch für meinen Zweck da-

von machen, weil die beiden Mikroskope von Ploesll, zu 200 Thaler, welche ich in Berlin untersucht habe, einen viel zu kurzen Focus für die Beobachtung von Objecten in Wasser haben. Aus diesem Grunde trieb ich die Hrn. Pistor und Schick in Berlin an, einen Versuch mit der Verfertigung eines Mikroskops zu machen, welches einen eben so großen Focus wie das Ihrige, und eine wenigstens eben so starke Vergrößerung wie das von Ploesll hat. Sobald als Hr. Schick das Mikroskop vollendet hatte, entdeckte ich die Structur der allerkleinsten Körper, die Zähne und mehrere organische Systeme der Kolpoden, wie ich sie vermuthet hatte. Dieses ist der Gegenstand meiner kleinen Abhandlung. Das System der neuen Mikroskope von Pistor und Schick ist allein neu durch die Verbindung der Eigenschaften des Ihrigen und deren des von Ploesll; ich bezweifle jedoch nicht, daß Sie in der Vervollkommnung es noch weiter bringen würden. Die sehr reine Vergrößerung des Mikroskops von Pistor und Schick, bei der das Auge 8 Zoll vom Objecte ist, beträgt 1000 bis 1200 Mal den Durchmesser, und durch Verlängerung des Tubus könnte man eine Vergrößerung von 3000 Mal Durchmesser, aber ohne hinreichende Helligkeit, erreichen.

Sollte es Ihnen gelingen, die Vergrößerung der Gläser ohne Verlängerung des Tubus noch zu vermehren, so werden Sie mir ein großes Vergnügen machen, wenn Sie mir solche Gläser zu dem Mikroskope, welches ich von Ihnen habe, und dessen Maße Sie gewiß noch besitzen werden, zuschicken.

Ich bin immer noch dabei, meine Beobachtungen zu vermehren, welche allein in den Mängeln der Instrumente ihre Grenzen finden.

Hochachtungsvoll bin ich

Ihr ganz ergebenster
Ehrenberg.

Ausstellung von 1834. — Goldne Medaille. — Bericht der Jury.

»Hr. Charles Chevalier erhielt, 1827, eine silberne Medaille mit seinem Vater Hrn. Vincent Chevalier, mit dem er damals associirt war.«

»Gegenwärtig steht Hr. Charles Chevalier an der Spitze eines Etablissements, welches er seit einigen Jahren errichtet hat. Er selbst stellt verschiedene physikalische Instrumente, von sehr guter Arbeit, aus; seine achromatischen Mikroskope, deren merkwürdige Effecte uns schon bekannt sind, haben besonders unsere Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Wir haben sie mit einem herrlichen Mikroskope von Amici, dem besten von denen, die man in Paris hat, verglichen, und nicht ohne Erstaunen, aber mit großem Vergnügen anerkennen müssen, daß das Mikroskop des Hrn. Charles Chevalier wahrhaft das von Amici übertrifft.«

»Man weiß, daß die Instrumente dieser Art unumgänglich nothwendig sind, um eine Menge der interessantesten Nachforschungen mit Erfolg anstellen zu können, und daß in der letzten Zeit sie auf wahre Entdeckungen, sowohl in der organischen Chemie, als auch in der Pflanzen- und Thieranatomie, geführt haben.«

»Hr. Charles Chevalier hat, indem er das Mikroskop auf einen so hohen Grad von Vollendung gebracht hat, den Wissenschaften einen wichtigen Dienst geleistet, und die Jury erkennt Ihm die goldne Medaille zu.«

»Berichterstatter: Die Hrn. Baron Séguier, Savart und Pouillet.
Präsident: Hr. Baron Thénard.«

Ueber die katabioptrischen Linsen.

Von Dr. Kerstein.

Hierzu Taf. 6.

Die gläsernen Concav- oder Converspiegel sind Linsen, welche auf einer Seite foliirt sind, mithin katabioptrische Linsen. Alle physikalischen und optischen Lehrbücher geben allerdings an, wie man den Brenn- oder Zerstreungspunkt der verschiedenen Spiegel findet; doch gelten diese Regeln nur für die Metallspiegel, und nicht für die gläsernen Concav- oder Concavspiegel, in denen, bevor der Lichtstrahl zum Spiegel gelangt, er erst eine Brechung erleidet, und nachdem er vom Spiegel zurückgeworfen ist, bevor er wieder in die Luft kommt, noch einmal gebrochen wird. Die häufigere Anwendung der gläsernen Hohl- oder Converspiegel gegen die Metallspiegel, und die vielfachen Anwendungen, welche solche gläserne Spiegel bei optischen Instrumenten oder Beleuchtungsapparaten noch finden können und finden werden, haben mir Veranlassung gegeben, die Regeln zu entwickeln,

wonach man aus den gegebenen Radien der Kreise, welche die Profile der Linsen bestimmen, in Beziehung auf Parallelstrahlen, die Brenn- oder Zerstreungswerten der auf einer Seite foliirten Glaslinsen finden kann.

Die 6 verschiedenen Arten von dioptrischen Linsen, auf einer ihrer Seiten foliirt, geben 10 verschiedene Arten von katabioptrischen oder Spiegel-linsen, 5 derselben haben einen wirklichen Brennpunkt; der Zerstreungspunkt der 5 andern liegt hinter der foliirten Seite. Die verschiedenen möglichen Formen sind folgende:

Dioptrische Linsen.	Foliirte Seite der Linse.	Als Spiegel.	Brennpunkt B, Zerstreungspunkt Z.
Biconver . . .	conver	conca	B
Planconver . . .	conver	conca	B
Biconca . . .	plan	plan	B
Planconca . . .	conca	conca	Z
	conca	conca	Z
	plan	plan	Z
Meniskus . . .	conca	conca	B
	conca	conca	Z
Concaconca . . .	conca	conca	B
	conca	conca	Z

Wenn ein Lichtstrahl auf eine dieser Linsen fällt, erleidet er zuerst beim Uebergange aus der Luft in's Glas eine Brechung; der so von seiner ursprünglichen Richtung abgelenkte Strahl wird dann vom Spiegel wieder zurückgeworfen und zuletzt beim Heraustrreten aus dem Glase in die Luft nochmals gebrochen.

Um in der Kürze die Formeln für die Brenn- oder Zerstreungswreiten dieser 10 Spiegellinsen aus den die Profile der Linsen bestimmenden Radien ableiten zu können, mögen einige hierzu nothwendige Sätze aus der Katoptrik oder Dioptrik vorangehen.

1. Katoptrische Sätze.

1. Wenn ein Lichtstrahl von einer Fläche reflectirt wird, so ist der Winkel, welchen der einfallende Strahl mit dem Einfallslothe macht, dem Winkel gleich, welchen der zurückgeworfene Strahl mit demselben Lothe macht. Ist der Spiegel ein Kugelsegment, convex oder concav, so ist der nach dem Einfallspunkte gezogene Radius eines größten Kreises der Kugel das Loth.

2. Es sei Fig. 1. qs des Profil eines concaven sphärischen Spiegels (da nur von sphärischen Spiegeln die Rede ist, so kann das Beiwort künftig wegbleiben) ls , ein parallel mit der Ase cq einfallender Lichtstrahl, der Winkel a , welchen ls mit dem Radius $Cs = r$ bildet, ist dem Winkel α gleich, welchen der reflectirte Strahl $s\varphi$ mit demselben Radius macht. In dem Dreiecke $Cs\varphi$ ist weil $a = \alpha$, auch $\alpha = C$, also auch $s\varphi = \varphi C$ und daher $\varphi C = \frac{r}{2 \cos. c}$, wenn nun s nahe bei q liegt, so wird der Winkel C sehr klein und es kann daher ohne merklichen Fehler $\cos. C = 1$ gesetzt werden, mithin $c\varphi = \frac{1}{2}r$, es ist also auch $q\varphi$ die Brennweite $= \frac{1}{2}r$.

3. Ist Fig. 2. der Spiegel convex und ls der mit der Ase parallel einfallende Lichtstrahl, so wird ebenfalls $\alpha = a = C =$ Winkel $cs\varphi$, also auch hier $c\varphi = \frac{r}{2 \cos. c}$ oder $q\varphi = \frac{1}{2}r$, dieser Punkt φ liegt aber hinter dem Spiegel, und ist ein Zerstreungspunkt.

4. Wenn der Lichtstrahl ls , Fig. 3., vom Punkte l in der Ase eines concaven Spiegels sa ausgehend, auf denselben fällt, so erhält man die Brennweite $a\varphi$ auf folgendem Wege:

Es sei die Entfernung des leuchtenden Punktes l vom Spiegel $la = d$, der Radius $Cs = Ca = r$, der Winkel $sc\varphi = \alpha$ und $a\varphi = x$, also $lc = d - r$ und $c\varphi = r - x$. Im Dreiecke $cs\varphi$ ist bekannt r , $c\varphi = r - x$ und der von dieser Seite eingeschlossene Winkel α , mithin $\text{tang } cs\varphi = \frac{c\varphi \cdot \sin \alpha}{r - c\varphi \cos. \alpha}$; im Dreiecke les ist bekannt r , $lc = d - r$ und Winkel $lcs = 180^\circ - \alpha$, also $\sin. lcs = \sin. \alpha$ und $\cos. lcs = -\cos. \alpha$, daher $\text{tang. } csl = \frac{cl \cdot \sin. \alpha}{r + cl \cdot \cos. \alpha}$, da nun diese beiden Winkel gleich sind, so sind es auch ihre Tangenten;

$$\text{also } \frac{cl \cdot \sin. \alpha}{r + cl \cos. \alpha} = \frac{c\varphi \cdot \sin. \alpha}{r - c\varphi \cos. \alpha} \text{ dividirt durch } \sin \alpha \text{ giebt:}$$

$$\frac{cl}{r + cl \cos \alpha} = \frac{c\varphi}{r - c\varphi \cos \alpha} \text{ oder}$$

$$Cl. (r - c\varphi \cos \alpha) = c\varphi (r - c\varphi \cos \alpha)$$

$$Cl. r = c\varphi r + c\varphi \cdot cl \cos \alpha + c\varphi \cdot cl \cos \alpha$$

$$Cl. r = c\varphi \cdot r + 2c\varphi \cdot cl \cos \alpha = [r + 2cl \cos \alpha] c\varphi$$

$$\frac{cl \cdot r}{(r + 2cl \cos \alpha)} = c\varphi \cdot \text{für } cl \text{ den Werth} = d - r \text{ gesetzt, giebt}$$

$$\frac{r \cdot (d - r)}{r + 2 \cos \alpha \cdot (d - r)} = c\varphi, \text{ da nun } x = r - c\varphi, \text{ so ist}$$

$a\varphi = x = r - \frac{r \cdot (d - r)}{r + 2 \cos \alpha (d - r)}$; da die Winkel, wenn s nahe an der Axe liegt, sehr klein sind, so kann auch hier $\cos \alpha = 1$ gesetzt werden, und dann ist $x = r - \frac{r \cdot (d - r)}{r + 2(d - r)} = r - \frac{r \cdot (d - r)}{r + 2d + 2r} = r - \frac{r \cdot d - r^2}{2d - r}$; $x = \frac{2dr + r^2 - rd + r^2}{2d - r}$ oder $x = \frac{dr}{2d - r}$. Der katoptrische Brennpunkt für Strahlen, welche aus einem vor dem Spiegel in der Axe liegenden Punkte kommen, ist also vom Spiegel entfernt $\frac{dr}{2d - r}$.

5. Gehen die Strahlen, Fig. 4., auf einen hinter dem Spiegel in der Axe belegenen Punkt zu, so wird d negativ, also $a\varphi = x = \frac{dr}{2d + r}$, der Brennpunkt liegt dann ebenfalls vor dem Spiegel.

6. Ist der Spiegel convex und liegt der leuchtende Punkt in der Axe vor dem Spiegel, Fig. 5., so wird r negativ und der Punkt, von welchem die reflectirten Strahlen herzukommen scheinen z , liegt hinter dem Spiegel; die Zerstreuungswerte az ist dann $= -\frac{dr}{2d + r}$.

7. Fällt, Fig. 6., der Lichtstrahl so auf den convexen Spiegel, daß er die Axe desselben hinter dem Spiegel schneiden würde, so würde sowohl d als r negativ und daher die Zerstreuungswerte $az = -\frac{dr}{2dr - r}$.

II. Dioptrische Sätze.

1. Es sei l ein leuchtender Punkt gk , Fig. 7., die sphärische Oberfläche, in welcher Luft und Glas an einander grenzen, an der convexen Seite sei Luft, an der concaven Glas, der Radius der Kugel, zu welcher das Profil gk gehört, $gc = r$, so ist α der Einfallswinkel und β der gebrochene Winkel, welcher unter diesen Umständen kleiner ist als α . Wenn nun das Brechungsverhältniß $\frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{n}{m}$, und für Luft und Glas $\frac{n}{m} = \frac{3}{4}$, so ist $\sin. \beta = \frac{3}{4} \sin \alpha$. Winkel acg sei $= q$, so ist $W. \varphi = q - \beta$, und im Dr. $gc\varphi$ ist: $\frac{c\varphi}{r} = \frac{\sin \beta}{\sin (q - \beta)}$ oder $c\varphi = \frac{r \cdot \sin \beta}{\sin (q - \beta)}$. Liegt nun g nahe bei a , so werden die Winkel α, β, q sehr klein, und weil bei sehr kleinen Winkeln sich die Sinus verhalten wie die Winkel, so kann man auch setzen $c\varphi =$

$\frac{r \cdot \beta}{q - \beta}$ und für $\sin \beta = \frac{2}{3} \sin \alpha$, $\beta = \frac{2}{3} \alpha$, diesen Werth substituirt giebt

$$c\varphi = \frac{r \cdot \frac{2}{3} \alpha}{q - \frac{2}{3} \alpha} c\varphi = \frac{2r\alpha}{3} : \frac{3q - 2\alpha}{3} = \frac{2r\alpha}{3q - 2\alpha}$$

Es ist W. $\lg c = 180^\circ - \alpha$ also $\sin \lg c = \sin \alpha$; liegt nun g sehr nahe bei a, so ist auch ohne merklichen Fehler $\lg = la$ und dann im Dreieck $\lg c$ ist $\frac{\lg}{lc} = \frac{\sin q}{\sin \alpha}$, $\sin q = \frac{\lg}{lc} \cdot \sin \alpha$ oder $q = \frac{\lg}{lc} \cdot \alpha$ und weil $\lg = la$; $\frac{la}{lc} \cdot \alpha = q$, setzt man diesen Werth in die Gleichung für $c\varphi$, so erhält

$$\text{man: } c\varphi = \frac{2r}{3 \cdot \left(\frac{la}{lc}\right) - 2} = \frac{2r\alpha}{2r\alpha \left(\frac{la}{lc}\right) - 2\alpha} = \frac{2r}{3la - 2lc}$$

$$c\varphi = \frac{2r \cdot lc}{3la - 2lc}, \text{ setzt man für } la = d \text{ und für } lc = d + r, \text{ so ist:}$$

$$c\varphi = \frac{2r \cdot (d+r)}{3d - 2(d+r)} = \frac{2r \cdot (d+r)}{3d - 2d - 2r} = \frac{2rd + 2r^2}{d - 2r}$$

$$\text{es ist } a\varphi = r + c\varphi, \text{ also } a\varphi = r + \frac{2rd + 2r^2}{d - 2r}$$

$$a\varphi = \frac{dr - 2r^2 + 2dr + 2r^2}{d - 2r} = \frac{3dr}{d - 2r}$$

Der Punkt also, wo der gebrochene Strahl die Axc des Glases im Glase schneidet φ , ist von der Oberfläche des Glases (a) entfernt: $= \frac{3dr}{d - 2r}$.

2. Fällt der Lichtstrahl parallel mit der Axc auf's Glas, so ist d unendlich groß und $a\varphi = 2r \cdot \frac{d}{d - 2r}$; $2r$ verschwindet gegen d, also ist $a\varphi = 3r$.

3. Ist die Oberfläche des Glases concav, so wird der vom Punkte l in der Axc auf's Glas fallende Strahl, Fig. 8., so gebrochen, daß seine neue Richtung im Glase dieselbe sein wird, als käme er von dem, vor dem Glase in der Axc liegenden Punkte φ ; es ist dann r negativ und daher

$$a\varphi = - \frac{2dr}{d + 2r}$$

4. Ist die Glasfläche convex und der Lichtstrahl fällt so darauf, daß er nach einem in der Axc im Glase liegenden Punkte zu gerichtet ist, so wird d negativ, also $a\varphi = \frac{3dr}{d + 2r}$. Fig. 9.

5. Geht der Lichtstrahl aus Glas in Luft über, so ist das Brechungsverhältniß $\frac{n}{m} = \frac{2}{3}$, setzt man dieses in die Formel $a\varphi = \frac{3dr}{d + 2r}$, so wird sie $= - \frac{2dr}{d + 3r}$.

Sind die Strahlen mit der Axc convergirend, so wird d negativ, also: $a\varphi = \frac{2dr}{3 - rd}$, ist die Oberfläche des Glases concav wird r negativ, für

convergierende Strahlen auf concave Flächen fallend, wird d und r negativ und daher $a\varphi = \frac{2dr}{d+3r}$.

Mit Hülfe dieser Sätze werden sich die Brenn- und Zerstreuungswreiten der Katabioptrischen Linsen leicht ableiten lassen; der Kürze wegen werde ich die Sätze durch die Bezeichnung (Katop.) oder (Diop.) nebst beigefetzter Nummer citiren.

I. Bestimmung des Brennpunktes einer biconveren Glaslinse, welche auf einer Seite foliirt ist.

Wenn, Fig. 10., der parallel mit der Axe einfallende Lichtstrahl lt ins Glas tritt, so wird er in der Richtung tf gebrochen, welche die Axe der Linse in p schneidet, da aber die Fläche fb belegt ist, so wird er so zurückgeworfen, daß der Winkel, welchen der reflectirte Strahl fu mit dem Radius $fg = r$ macht, eben so groß ist als der Winkel, welchen der gebrochene Strahl tf mit fg bildet. Der reflectirte Lichtstrahl fu , welcher die Axe in a schneiden würde, wird beim Austritte aus dem Glase in die Luft nochmals gebrochen und schneidet nun wirklich in q die Axe der Linse. Es soll nun iq die Brennweite einer solchen foliirten biconveren Linse gefunden werden, gegeben sind die Radien $fg = r$ und $hu = \varrho$, so wie das Brechungsverhältniß $\frac{m}{n} = \frac{3}{2}$. Es

ist $ip = 3\varrho$ (Diop. 2), ferner ist $ab = \frac{dr}{2d-r}$ (Katop. 5), d ist hier $= bp$ und $bp = pi - ib$, da man aber die Dicke des Glases ib als verschwindende Größe gegen die anderen Linien bei diesen Untersuchungen $= 0$ zu setzen pflegt, so ist auch $bp = d = 3\varrho$ also $ab = \frac{3\varrho r}{6\varrho + r}$; um nun iq die eigentliche Brennweite zu bestimmen, dient die Formel $iq = \frac{2dr}{d+3\varrho}$ (Diop. 5) d ist hier $= ai = ab - bi$, und weil wie schon bemerkt, $bi = 0$ gesetzt wird $d = ab = \frac{3\varrho r}{6\varrho + r}$, diesen Werth in die Formel für iq gesetzt giebt

$$iq = \frac{3\varrho r}{6\varrho + r} \cdot 2\varrho : \frac{3\varrho r}{6\varrho + r} + 3\varrho$$

$$iq = \frac{6r\varrho^2}{6\varrho + r} : \frac{3\varrho r + 18\varrho^2 + 3r\varrho}{6\varrho + r} \text{ oder}$$

$$iq = \frac{6r\varrho^2}{18\varrho^2 + 6\varrho r} = \frac{r\varrho}{3\varrho + r}, \text{ welches mithin die verlangte Brennweite ist.}$$

Sind beide Flächen Segmente derselben Kugel, also $\varrho = r$, so ist die Brennweite $= \frac{r^2}{3r+r} = \frac{r^2}{4r} = \frac{1}{4}r$.

II. Bestimmung des Brennpunktes einer planconveren Linse, welche auf der Planseite foliirt ist. Fig. 11.

Es ist $ip = 3\varrho$ (Diop. 2), $bp = pi$ wenn die Dicke des Glases $= 0$ gesetzt wird. Weil der W. p sehr klein ist, wenn der Lichtstrahl nahe an der

(Die Mikroskope.)

Ure einfällt, so ist auch ohne merklichen Fehler $pk = pb = 3e$. Es ist Winkel $kpa = ukt = kap$ und daher $ka = kp$ und $ab = pb = ia = 3e$.

Wenn der Lichtstrahl aus dem Glase in die Luft übergeht, so ist, da die Glasfläche convex und der Lichtstrahl convergent gegen die Ure ist:

$$iq = \frac{2de}{d+3e} \text{ (Diop. 5).}$$

$$d \text{ ist hier} = ai = 3e, \text{ also } iq = \frac{6e^2}{3e+3e} = \frac{6e^2}{6e} = e.$$

Die Brennweite ist also dem Radius gleich.

Dasselbe Resultat ergibt sich, wenn man in der Formel für die Brennweite der biconveren foliirten Linse r als unendlich groß setzt, $f = \frac{r+3e}{er} = e \cdot \frac{er}{r+3e}$, $3e$ verschwindet hier gegen r und daher $f = e$.

III. Bestimmung der Brennweite einer planconvexen Linse, welche auf der convexen Seite foliirt ist. Fig. 12.

Die biconvexe foliirte Glaslinse hat zur Brennweite $f = \frac{er}{3e+r}$ oder $f = \frac{r}{3} \cdot \frac{e}{(e+\frac{1}{3}r)}$; hier wird e unendlich groß, also $\frac{1}{3}r$ dagegen verschwindend, mithin ist die Brennweite $= \frac{1}{3}r$.

IV. Bestimmung der Zerstreuungweite einer biconcaven Glaslinse, welche auf einer Seite foliirt ist. Fig. 13.

Der Lichtstrahl l fällt übergehend aus Luft in Glas auf die concave Fläche ik ; er wird gebrochen in die Richtung ph , es ist $ip = 3r$ (Diop. 3), pl wird $= pi = 3r$, wenn man die Dicke des Glases $= 0$ setzt. Fällt aber auf einen convexen Spiegel ein aus der Ure kommender Strahl ph , so ist der kataboptrische Zerstreuungspunkt a , oder vielmehr $ab = -\frac{2d+e}{de}$ (Katop. 6). Das Zeichen $(-)$ giebt an, daß er hinter dem Spiegel liegt, also in der Figur $ab = \frac{de}{2d+e}$, d ist hier $= 3r$, also $ab = \frac{3re}{6r+e}$, setzt man auch hier $bi = 0$, so wird $ai = ab$. Der aus der Linse in die Luft gehende Lichtstrahl wird nun so gebrochen, daß $bz = iz = -\frac{d+3r}{2dr}$ (Diop. 5) also hinter dem Spiegel liegt, was durch das Zeichen $(-)$ angedeutet wird.

$$bz = \frac{2dr}{d+3r}, \text{ es ist hier } d = \frac{3re}{6r+e}, \text{ also:}$$

$$z = \frac{6er^2}{6r+e} : \frac{3re}{6r+e} + 3r = \frac{6er}{3e+18r^2+3er} =$$

$$= \frac{6er^2}{18r^2+6re} = \frac{er}{3r+e}, \text{ welches die Entfernung des Zer-}$$

streuungspunktes hinter der Linse ist.

Sind beide Radien gleich, d. h. $r = e$, so ist

$$z = \frac{r^2}{3r+r} = \frac{1}{4}r.$$

V. Bestimmung der Zerstreungsweite einer planconcaven Glaslinse, welche auf der Plansseite foliirt ist.

Wenn die Plansseite die belegte ist, so darf man nur in die Formel für die Zerstreungsweite der biconcaven Spiegellinse: $z = \frac{\rho r}{3r + \rho} = r \cdot \left(\frac{\rho}{\rho + 3r} \right)$ den Radius der foliirten Seite ρ als unendlich groß annehmen, es wird dann $3r$ gegen ρ verschwinden und daher der Zerstreungspunkt z so weit hinter der Linse liegen, als die Länge des Radius der concaven Seite beträgt: $z = r$.

VI. Bestimmung der Zerstreungsweite einer planconcaven Linse, welche auf der concaven Seite foliirt ist.

Für biconcave Linsen, welche auf einer Seite foliirt sind, ist die Zerstreungsweite $= \frac{\rho r}{\rho + 3r} = \frac{\rho}{3} \cdot \left(\frac{r}{r + \frac{1}{3}\rho} \right)$; wenn die vordere Seite plan ist, so braucht man nur deren Radius r als unendlich groß zu setzen; in der Formel verschwindet dann $\frac{1}{3}\rho$ gegen r , also $z = \frac{\rho}{3} \cdot \frac{r}{r} = \frac{1}{3}\rho$. Der Zerstreungspunkt liegt also um $\frac{1}{3}$ des Radius der foliirten Seite hinter der Linse.

VII. Bestimmung der Brennweite eines auf der convexen Seite foliirten Meniskus. Fig. 14.

Der parallel mit der Axc einfallende Lichtstrahl Iu wird so gebrochen, daß seine Richtung die Axc in φ schneidet, es ist $i\varphi = 3\rho$ (Diop. 2), dieser von der Axc ausgehende Strahl fällt auf den Hohlspiegel und wird nach b reflectirt, es ist $ab = \frac{dr}{2d-r}$ (Katop. 4), d ist hier $= 3\rho$, also $ab = \frac{3\rho r}{6\rho - r}$, dieser Strahl wird im Heraustreiben aus dem Glase nochmals gebrochen und wird in F die Axc schneiden. Die Dicke des Glases hier ebenfalls $= 0$ angenommen, wird $iF = \frac{2d\rho}{3\rho - d}$ (Diop. 5) und $d = \frac{3\rho r}{6\rho - r}$;

dieser Werth substituirt giebt $iF = \frac{6\rho^2 r}{6\rho - r} : 3\rho = \frac{3\rho r}{6\rho - r}$

$$iF = \frac{6\rho r^2}{6\rho - r} : \frac{18\rho^2 - 3\rho r - 3\rho r}{6\rho - r} = \frac{6\rho r}{18\rho^2 - 6\rho r}$$

$iF = \frac{\rho r}{3\rho - r}$, welches die Brennweite des Meniskus ist. Setzt

man in dieser Formel $r = \rho$, so wird $iF = \frac{r^2}{2r}$, $iF = \frac{1}{2}r$, welches die Brennweite eines überall gleich dicken Hohlglases ist.

VIII. Bestimmung der Zerstreungsweite eines auf der concaven Seite foliirten Meniskus. Fig. 15.

Der auf die convexe Fläche parallel mit der Axc einfallende Lichtstrahl Iu wird so gebrochen, daß er in φ die Axc schneidet; es ist $a\varphi = 3r$ (Diop. 2), nach der Zurückwerfung vom Converspiegel würde er rückwärts verlängert die Axc in b schneiden, es ist $ib = \frac{d\rho}{2d-\rho}$ (Katop. 7), setzt man für d den

Werth $= 3r$, so giebt dieses $ib = \frac{3r\rho}{6r-\rho}$, der reflectirte Strahl wird nun

nochmals von der Axc abwärts gebrochen, so daß er rückwärts verlängert die Axc in z schneiden würde. Es ist $az = \frac{2dr}{3r-d}$, da nun d hier $= \frac{3rq}{6r-q}$ ist, so wird $az = \frac{6qr^2}{6r-q} : 3r - \frac{3rq}{6r-q}$ oder $\frac{6qr^2}{6r-q} : \frac{18r^2-3rq-3rq}{6r-q}$
 $= \frac{6qr^2}{18r^2-6rq} = az$, $az = \frac{qr}{3r-q}$, welches demnach die Entfernung des hinter dem Spiegel liegenden Zerstreuungspunktes ist. Setzt man auch in dieser Formel $r = q$, so erhält man $\frac{r^2}{2r} = \frac{1}{2}r$ als Zerstreuungsweite eines gläsernen Conversspiegels von überall gleicher Glasdicke, welche hier ebenfalls $= 0$ anzunehmen ist.

IX. Bestimmung der Brennweite einer concav-converen Glaslinse, welche auf der convexen Seite foliirt ist. Fig. 16.

Wenn der mit der Axc parallel einfallende Lichtstrahl lu auf die concave Glasfläche fällt, so wird er so gebrochen, daß er die Axc in φ schneiden würde, $a\varphi = 3q$ (Diop. 2), der vom concaven Spiegel zurückgeworfene Strahl würde die Axc in b schneiden, es ist $ib = \frac{dr}{2d-r}$ (Katop. 4), und da $d = 3q$

ist, so ist: $ib = \frac{3qr}{6q-r}$; der Strahl schneidet nach der zweiten Brechung die

Axc in F , es ist $aF = \frac{2dq}{3q-d}$ (Diop. 5); für d den Werth $\frac{3qr}{6q-r}$ gesetzt

$$\text{gibt: } iF = \frac{6qr^2}{6q-r} : 3q - \frac{3qr}{6q-r}$$

$$iF = \frac{6qr^2}{6q-r} : \frac{18q^2-3qr-3qr}{6q-r}$$

$$iF = \frac{6qr^2}{18q^2-6qr} = \frac{rq}{3q-r}$$
, welches die Entfernung des Brenn-

punktes ist.

Setzt man auch hier $q = r$, so erhält man wie bei VII. $\frac{r^2}{2r} = \frac{1}{2}r$ als Brennweite eines Hohlspiegels, welcher eine Kugelschale ist, die Glasdicke $= 0$ gesetzt.

X. Bestimmung der Zerstreuungsweite einer concav-converen Glaslinse, welche auf der convexen Seite foliirt ist. Fig. 17.

Der mit der Axc parallel einfallende Strahl lu würde nach der Brechung die Axc in φ hinter dem Spiegel schneiden $i\varphi = 3r$. (Diop. 2); der gebrochene Strahl erhält nach der Zurückwerfung die Richtung sb , der Punkt b liegt hinter dem Spiegel, es ist $ab = \frac{dq}{6r-q}$, beim Austritte aus

dem Glase wird der reflectirte Strahl nochmals gebrochen, es ist $iz = \frac{3r-d}{2dr}$

(Diop. 5), da nun $d = \frac{3rq}{6r-q}$, wird $iz = \frac{6r^2q}{6r-q} : 3r - \frac{3rq}{6r-q}$

$$iz = \frac{6r^2q}{6r-q} : \frac{18r^2-3rq-3rq}{6r-q}$$

$iz = \frac{6r^2q}{18r^2 - 6rq} = \frac{rq}{3r - q}$, welches die Entfernung des hinter dem Spiegel liegenden Zerstreuungspunktes von der Linse ist. Wird in dieser Formel $\frac{rq}{3r - q}$, $q = r$ gesetzt, so erhält man $\frac{r^2}{2r} = \frac{1}{2}r$, die Zerstreuungswerte eines Convexspiegels die Glasdicke $= 0$ gesetzt, wie ihn schon die Formel unter VIII. gab.

Tabellarische Uebersicht

der Formeln zur Berechnung der Brenn- oder Zerstreuungswerten foliirter Glaslinsen.

Glaslinsen.	Foliirte Seite.	Radius der foliirten Seite.	Formeln zur Berechnung der Brennweite B. Zerstreuungswerte Z.	Für gleiche Radien. $q = r$.
Biconvex	convex	q	$B = \frac{rq}{q + 3r}$	$B = \frac{1}{4}r$
Planconvex	plan	—	$B = r$	—
—	convex	r	$B = \frac{1}{3}r$	—
Biconcav	concav	q	$Z = \frac{rq}{q + 3r}$	$Z = \frac{1}{4}r$
Planconcav	plan	—	$Z = r$	—
—	concav	r	$Z = \frac{1}{3}r$	—
Meniskus $r < q$. . .	convex	r	$B = \frac{rq}{3r - q}$	$B = \frac{1}{2}r$
—	concav	q	$Z = \frac{rq}{3r - q}$	$Z = \frac{1}{2}r$
Concavconvex $r > q$	convex	r	$B = \frac{rq}{3q - r}$	$B = \frac{1}{2}r$
—	concav	q	$Z = \frac{rq}{3r - q}$	$Z = \frac{1}{2}r$

Dr. Kerstein.



Bei dem Verleger dieses sind erschienen und in allen Buchhandlungen Deutschlands und der Schweiz zu haben:

Pouillet's

Lehrbuch der Physik

und

der Meteorologie.

Nach der dritten Originalausgabe aus dem Französischen übersezt, mit Zusätzen und Ergänzungen versehen

von

Dr. C. H. Schnuse.

Erster Band.

Mit 18 Tafeln Abbildungen.

gr. 8. Preis: 2 Thlr. 25 Sgr.

Physik und Chemie sind diejenigen Wissenschaften, die jetzt mit Recht das Interesse der gebildeten Welt in Anspruch nehmen und insbesondere für den praktischen Gewerbsmann, den Fabrikanten, Manufakturisten und Künstler hohen Werth haben. Die Fortschritte, welche die neuere Zeit darin gemacht hat, sind erstaunlich; die gewonnenen Resultate sind von hoher Bedeutung für die allgemeine Intelligenz, von hohem Nutzen für das ganze Industriewesen. Das Pouillet zu den ausgezeichnetsten der jetzt lebenden Physiker Frankreichs gehört, ist wegen seiner vielfachen Bereicherungen der Wissenschaft durch genaue und sorgfältige Versuche auch in Deutschland allgemein bekannt. Aber außerdem besitzt er die Lehrgabe in einem hohen Grade, und deshalb konnte es nicht fehlen, daß sein vorliegendes Lehrbuch der Physik und der Meteorologie in Frankreich außerordentlich gut aufgenommen wurde, wie die drei rasch auf einander gefolgten Auflagen beweisen. In der gegenwärtigen deutschen Bearbeitung ist manche wichtige Bereicherung der Physik durch deutsche Physiker hinzugefügt worden, ohne die Grenzen eines Lehrbuchs zu überschreiten.

H. F. Maßmann,

Geschichte des Mittelalterlichen,

vorzugsweise des

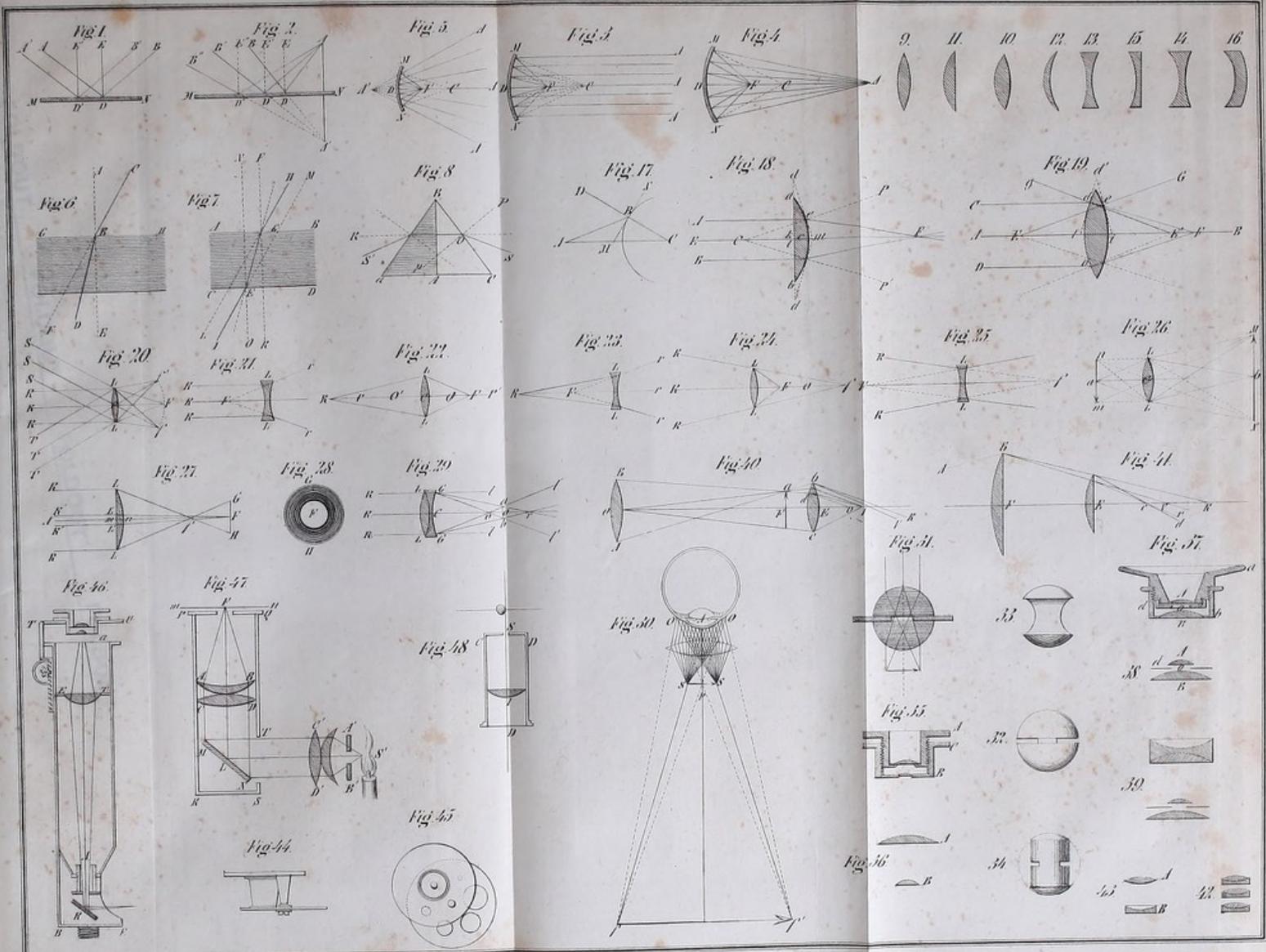
Deutschen Schachspiels.

Nebst vollständiger und fortlaufender Literatur des Spieles, sowie Abbildungen und Registern.

gr. Preis: 1 Thlr. 20 Sgr.

Dieses Werk will zunächst und vornehmlich das tiefere, man kann wohl sagen, volksthümliche Gepräge des Spieles im germanischen Mittelalter oder Abendlande nachweisen. Das Schachspiel bildet mehr, als man vielleicht meint, ein nicht geringes Glied der inneren Sittengeschichte in jenen Jahrhunderten, in denen es in Deutschland zum Theil nach wesentlich andern Gesetzen als jetzt gespielt wurde, ja eines Ortes noch gespielt wird. In den Registern wird die durch das ganze Buch vertheilte Literatur nochmals genau nach Namen (und Titelanfängen) auffindbar gemacht. Die Literatur, die überaus reich und bunt ist, wird so nirgends beisammen gefunden werden, wie hier.





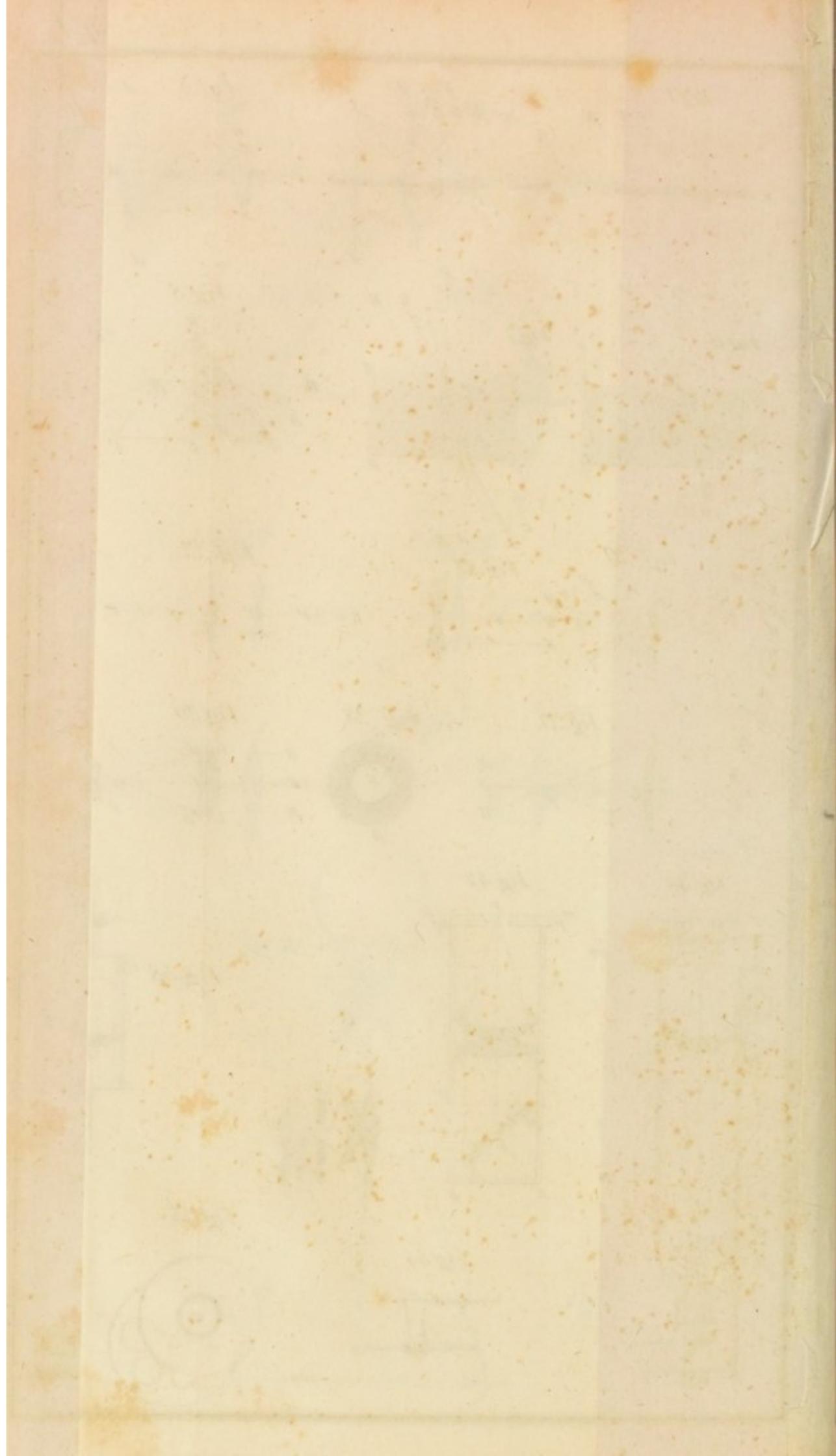




Fig. 1.



Fig. 2.

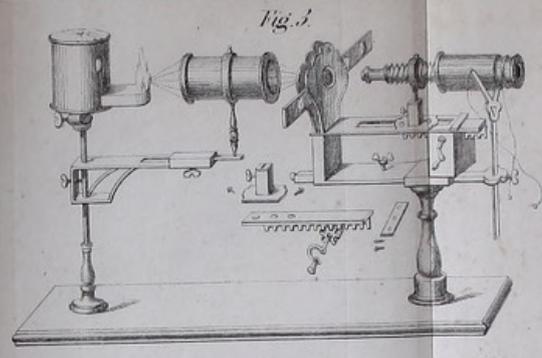


Fig. 3.

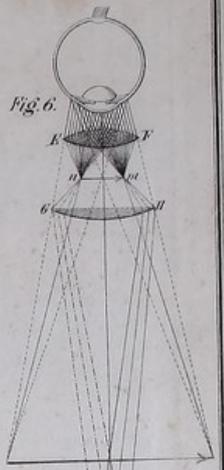


Fig. 6.

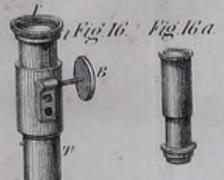


Fig. 16. Fig. 16a.

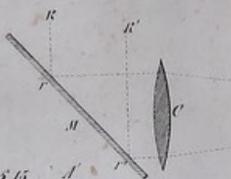


Fig. 4.

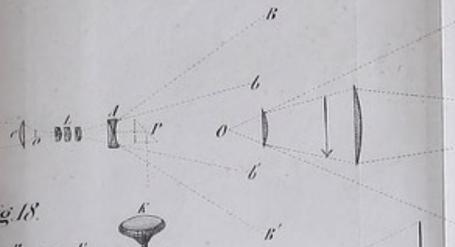


Fig. 7.

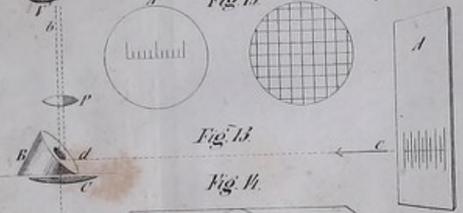


Fig. 15.

Fig. 13.



Fig. 18.

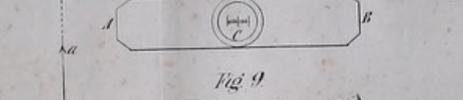


Fig. 11.

Fig. 9.

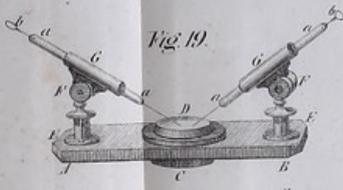


Fig. 19.

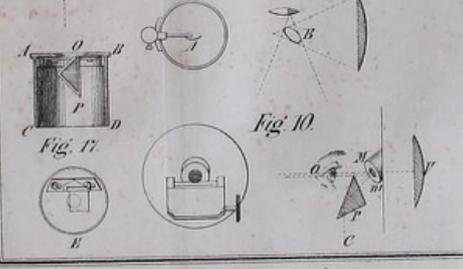


Fig. 17.

Fig. 10.

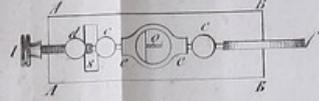


Fig. 12.

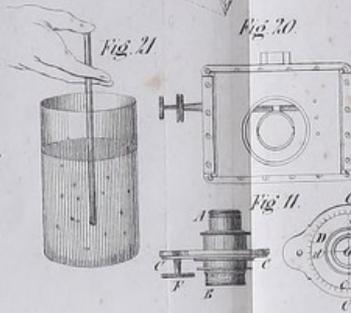


Fig. 21.

Fig. 20.

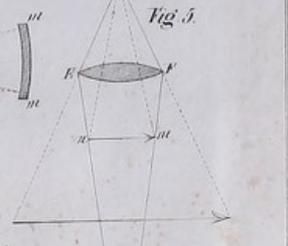
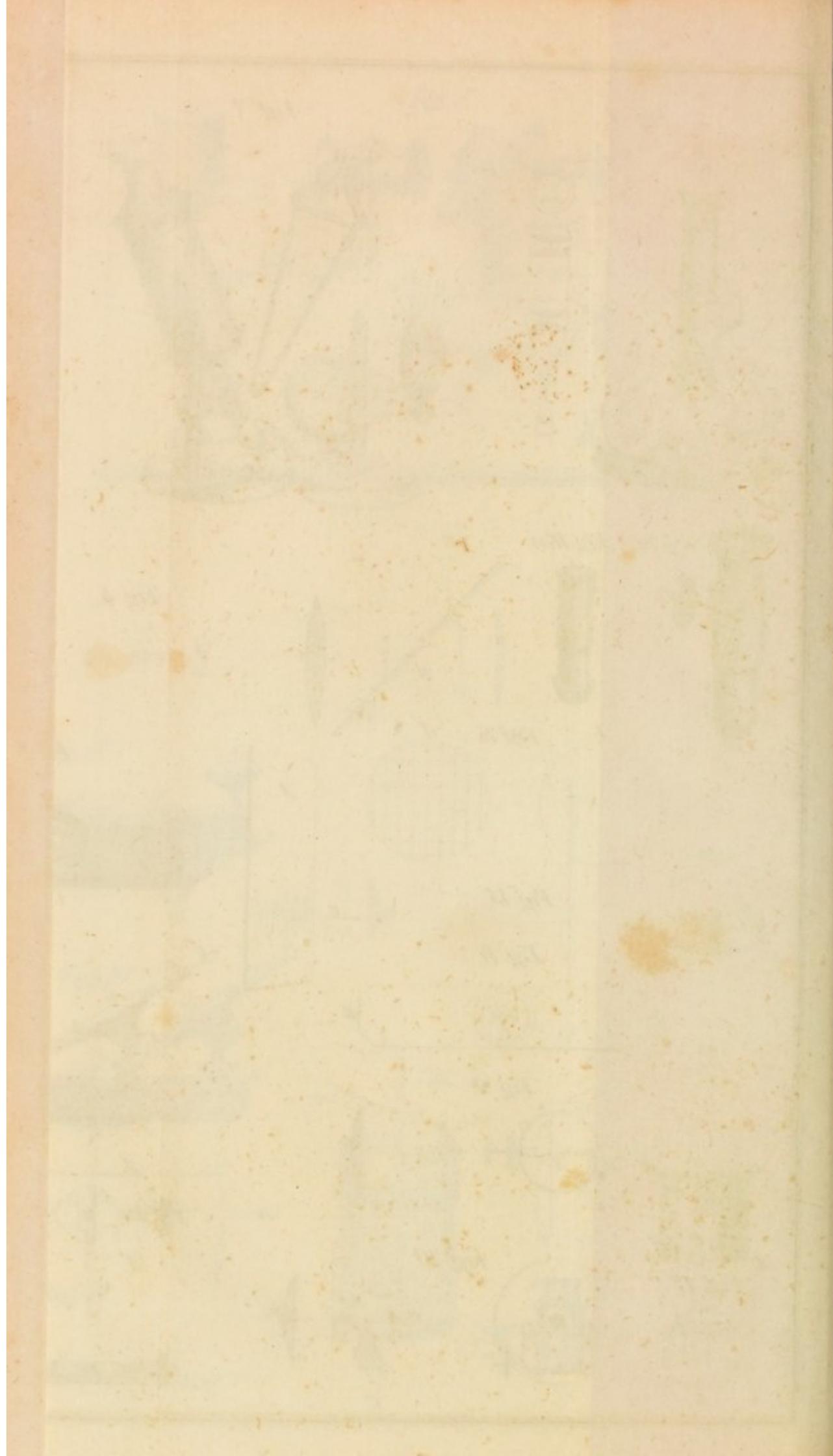


Fig. 5.

Fig. 8.

Fig. 11.

Fig. 6.



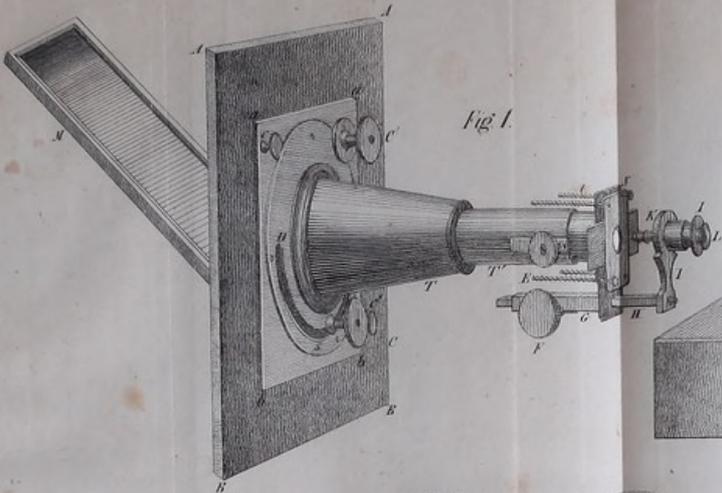


Fig. 1.

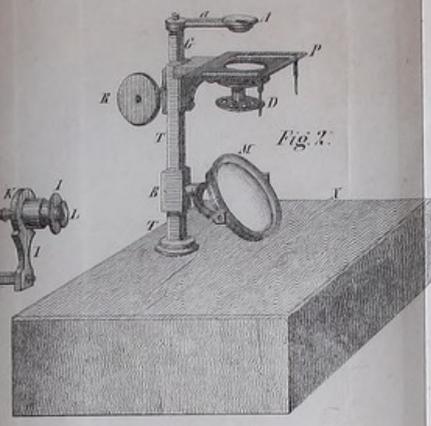


Fig. 2.

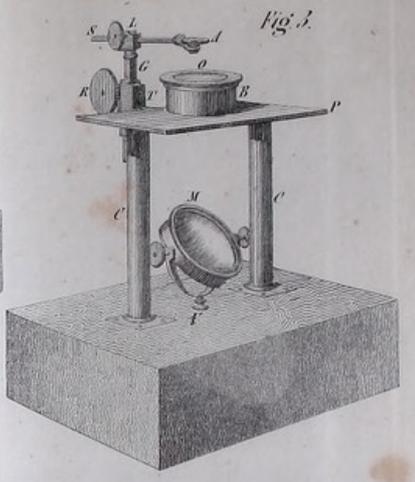


Fig. 3.

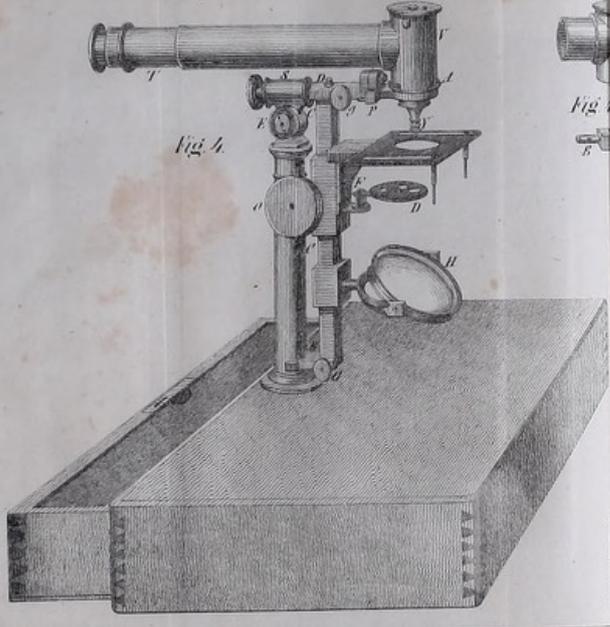


Fig. 4.

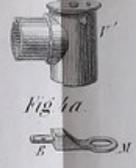


Fig. 4a.

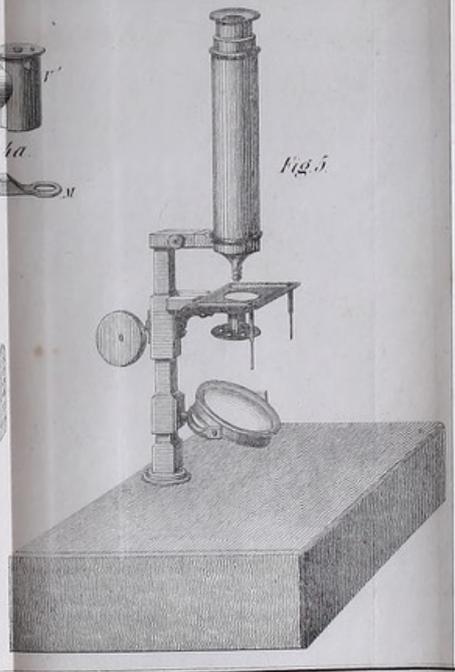


Fig. 5.

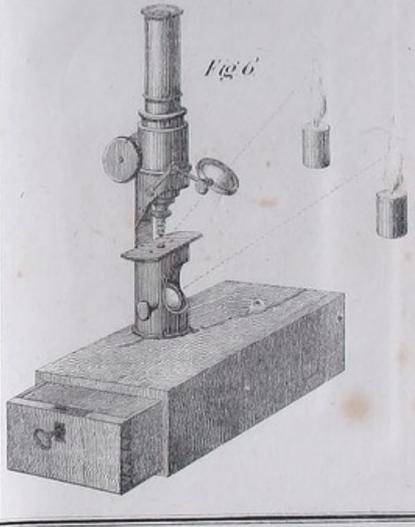
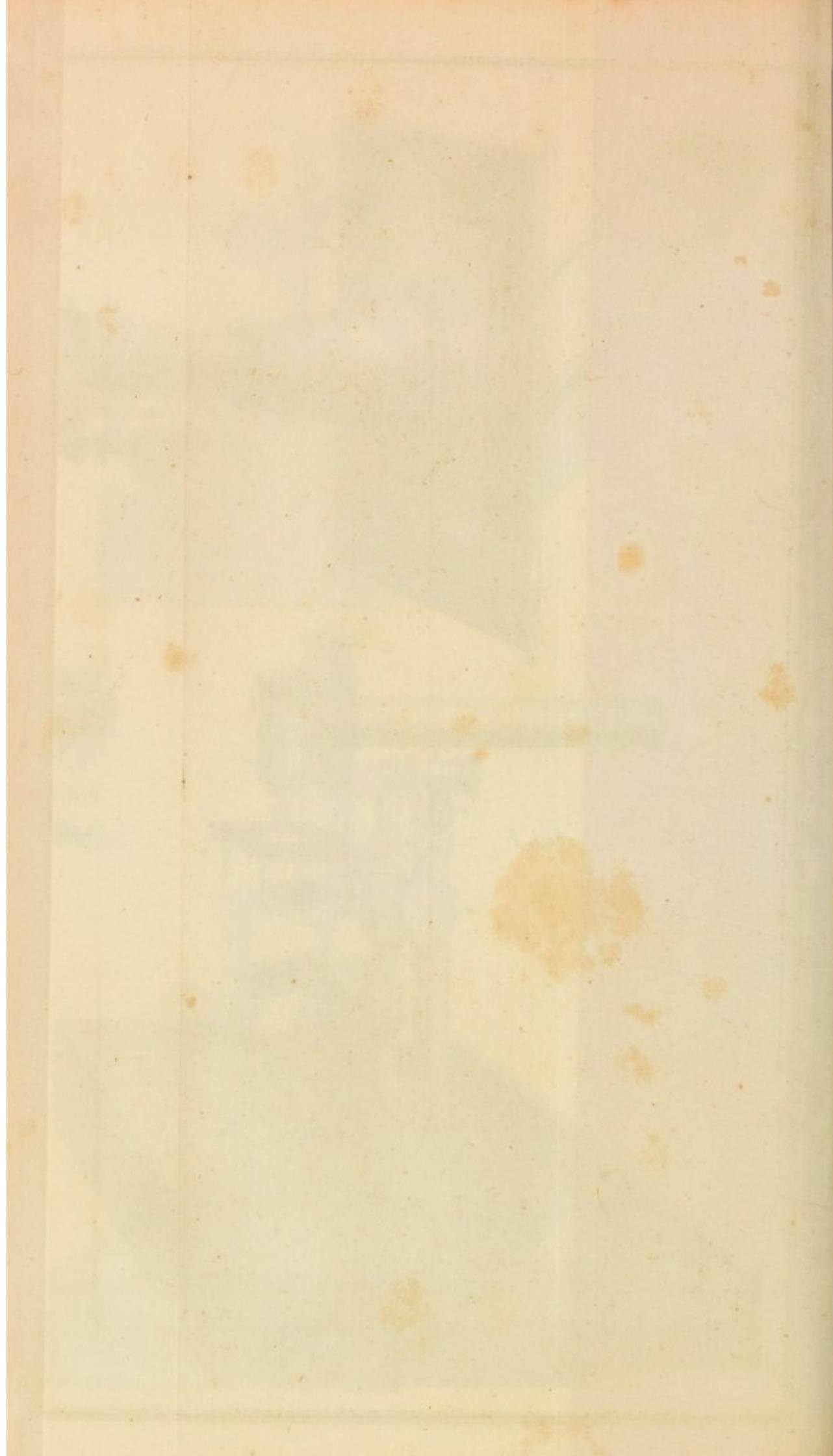


Fig. 6.



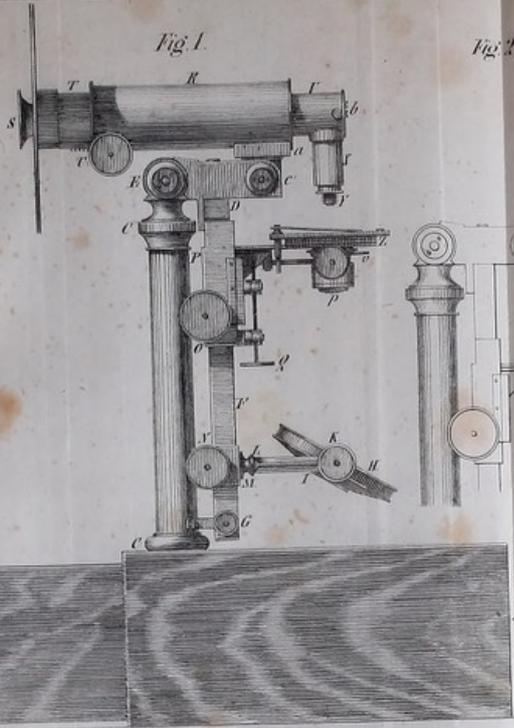


Fig. 1.

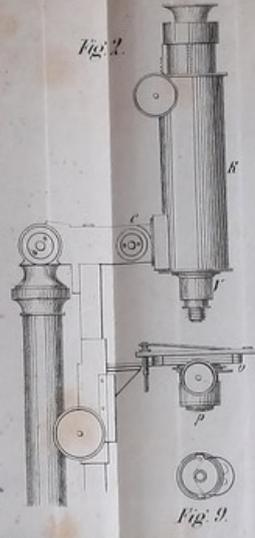


Fig. 2.

Fig. 9.

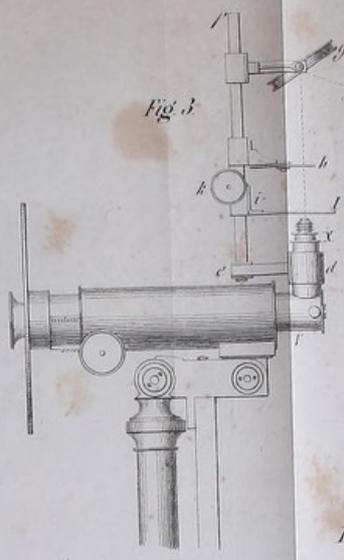


Fig. 3.

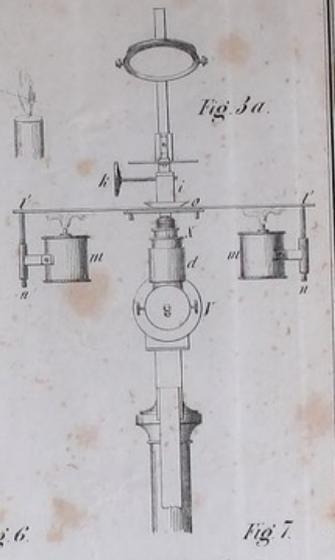


Fig. 3a.

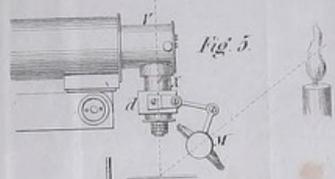


Fig. 5.

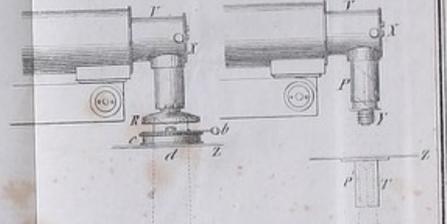


Fig. 6.

Fig. 7.

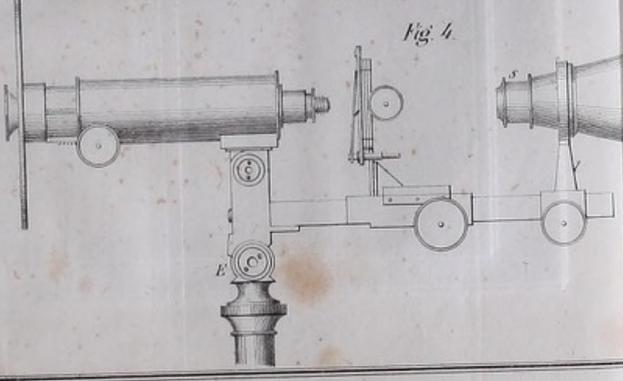


Fig. 4.

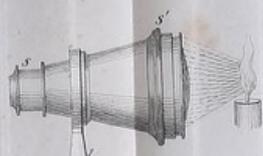
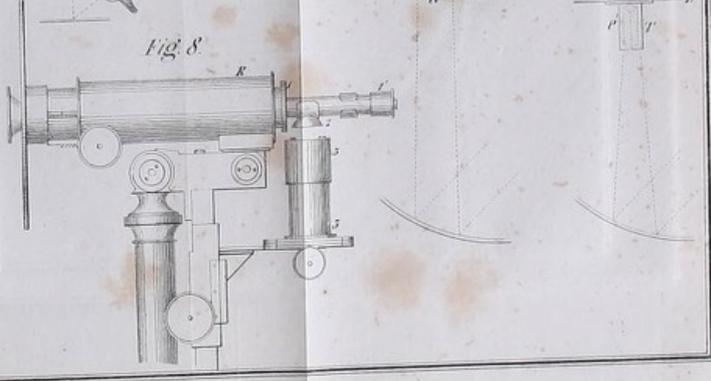
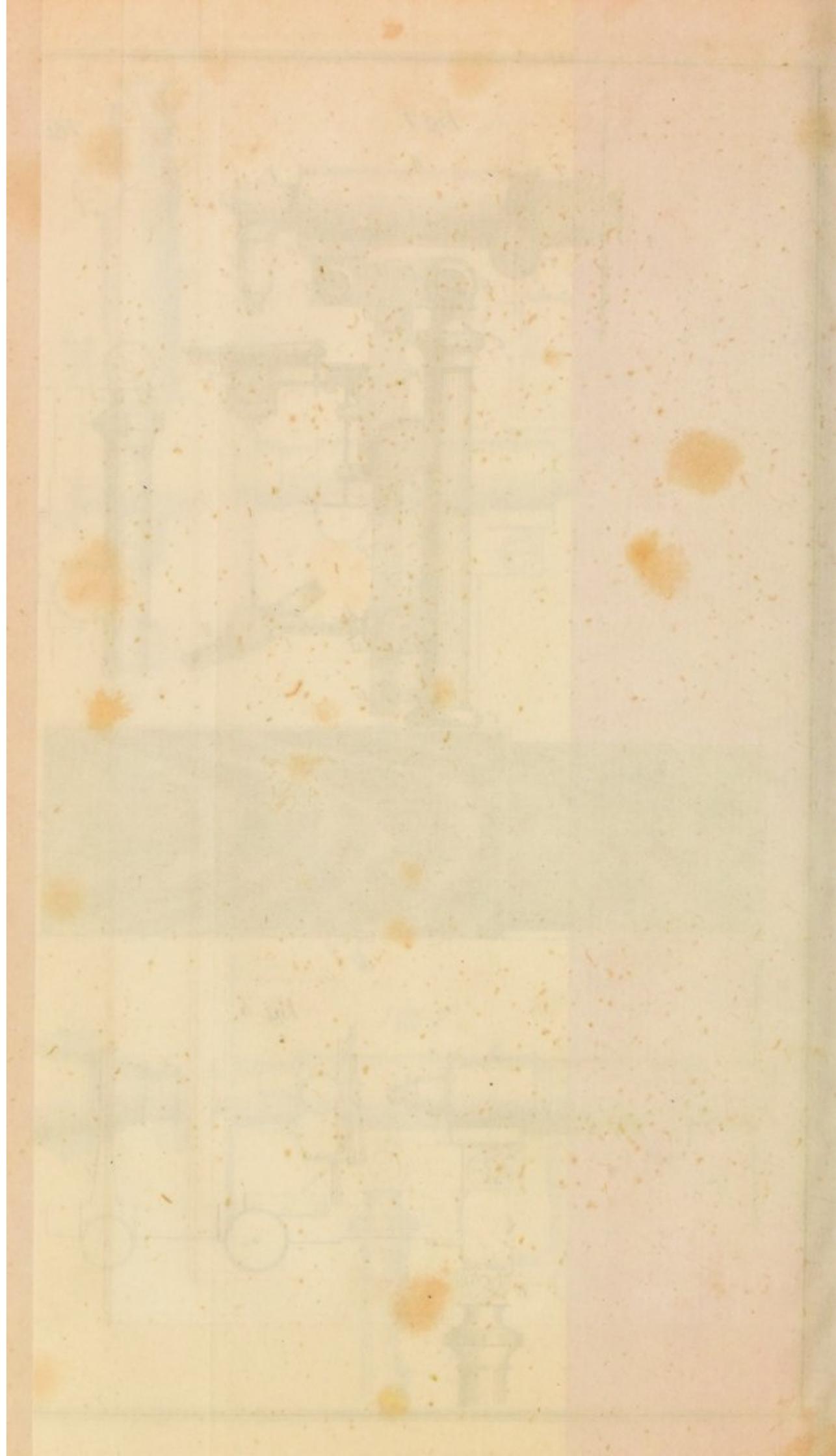
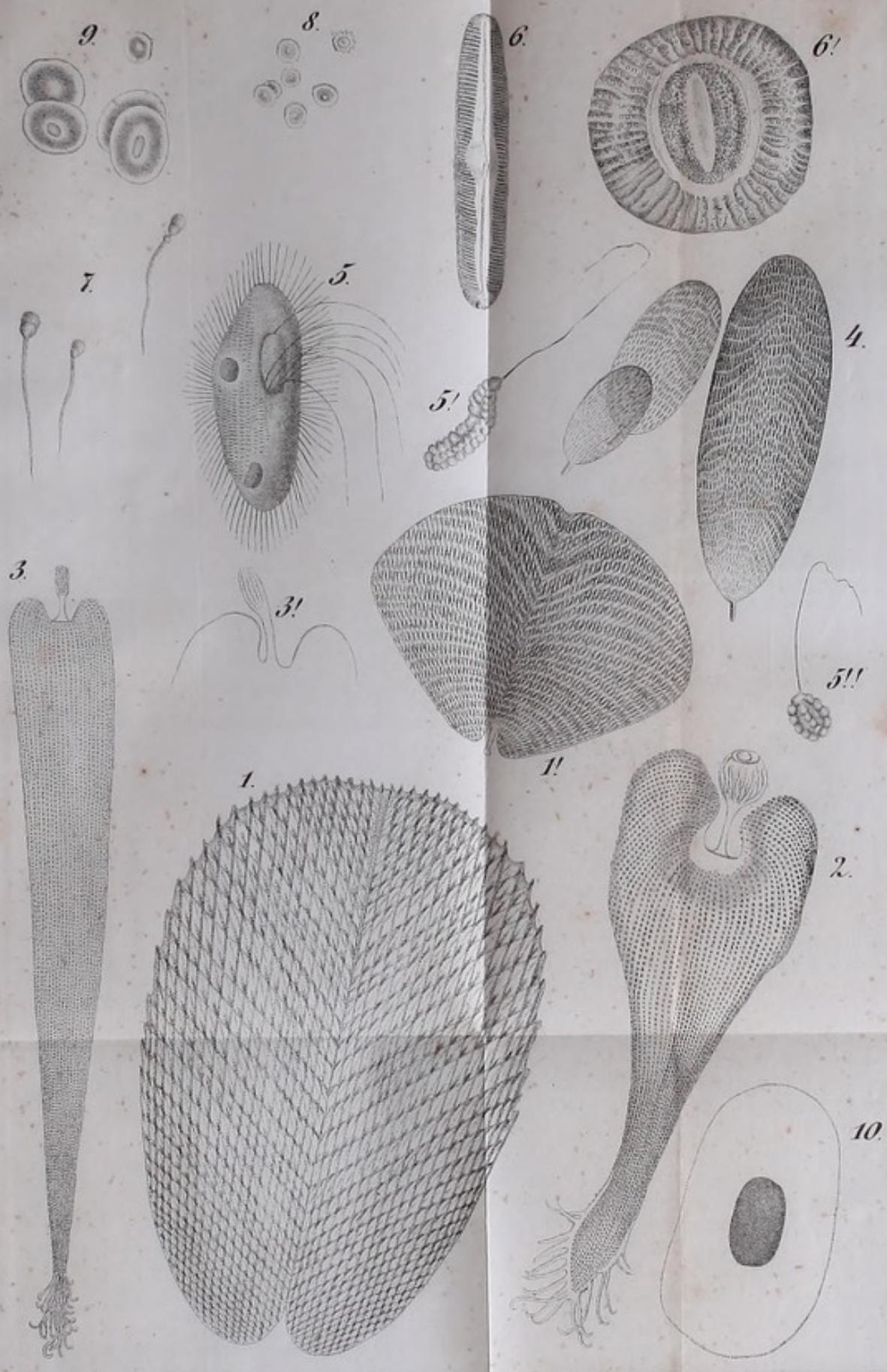
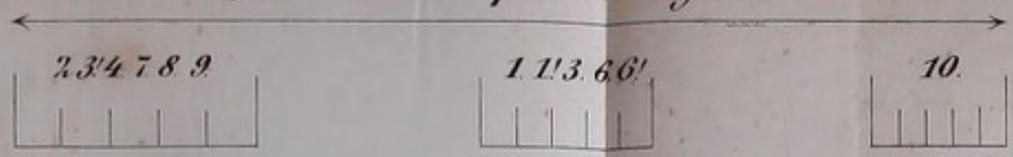


Fig. 8.





$\frac{1}{100}$ Millimeter für die Figuren.



Probeobjecte oder Test-objects.



Fig. 1.

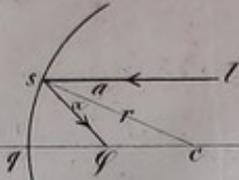


Fig. 2.

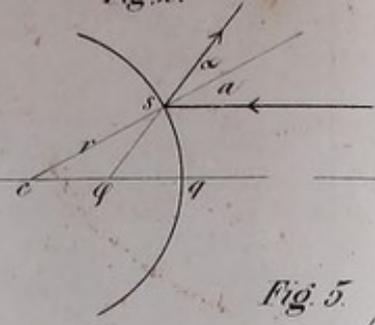


Fig. 3.

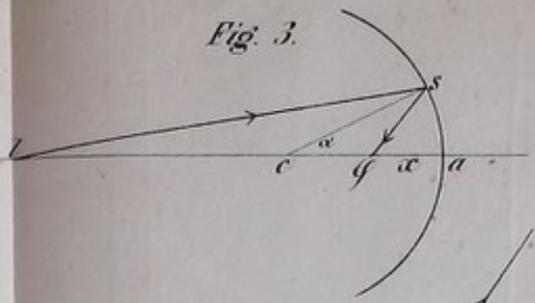


Fig. 4.

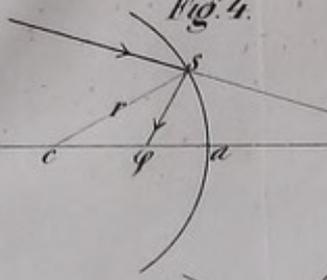


Fig. 5.

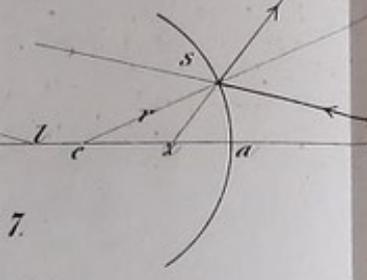


Fig. 6.

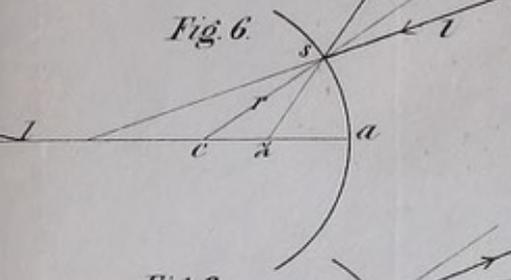


Fig. 7.

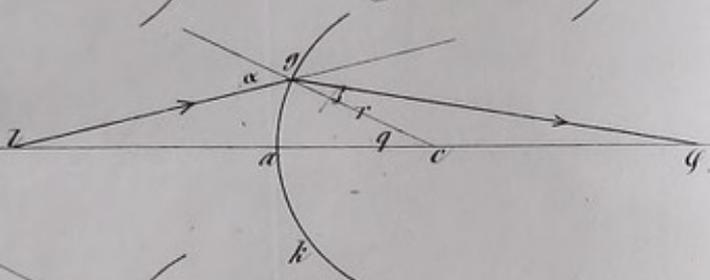


Fig. 8.

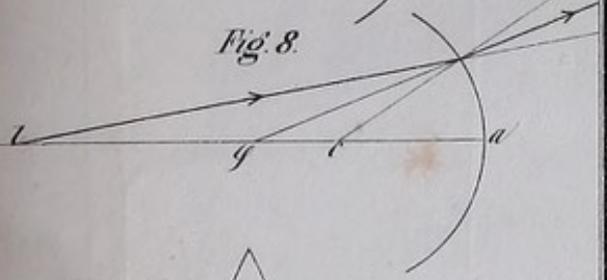


Fig. 9.

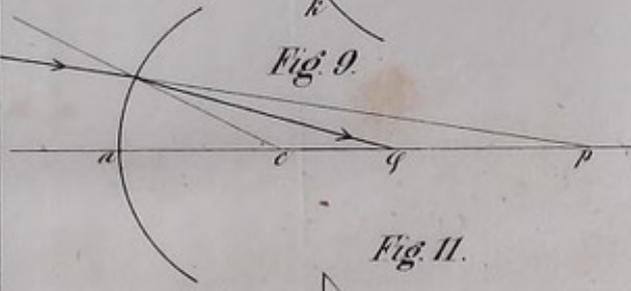


Fig. 10.

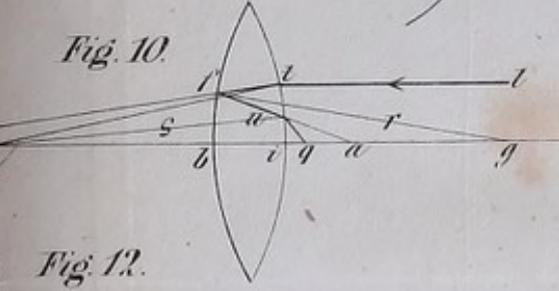


Fig. 11.

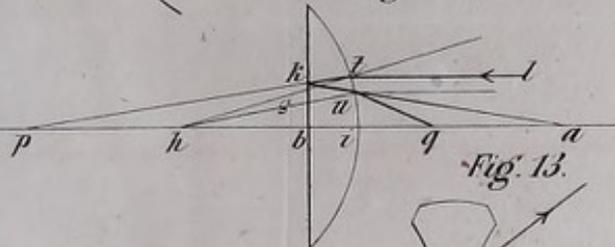


Fig. 12.

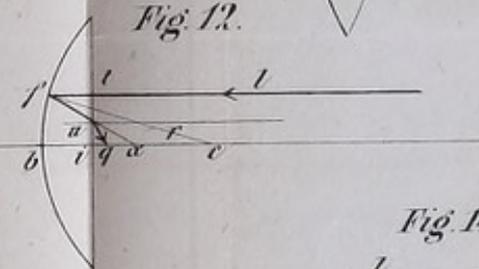


Fig. 13.

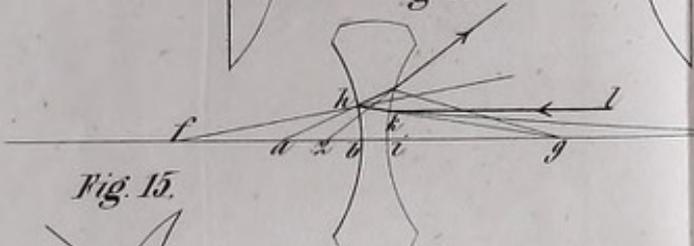


Fig. 14.

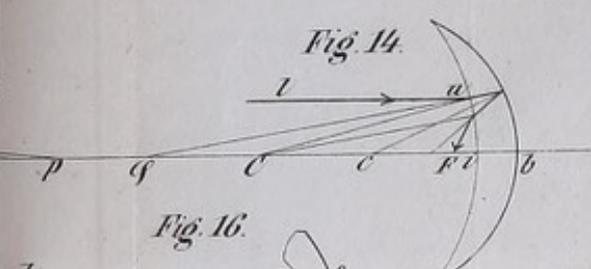


Fig. 15.

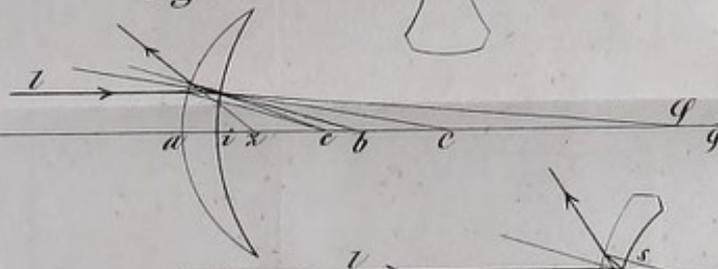


Fig. 16.

