

III. *Ueber die Prüfung und Vollkommenheit  
unserer jetzigen Mikroskope;  
von F. A. Nobert in Greifswalde.*

---

Die vielseitige Anwendung, welche man in unserer Zeit in fast allen Zweigen der Naturwissenschaft von dem zusammengesetzten Mikroskope macht, und die große Vervollkommnung, welche dieß Instrument in den letzten Jahrzehnten erhalten hat, hat gewiß bei manchem Beobachter den Wunsch erzeugt, über die Vollkommenheit desselben im Allgemeinen und über den gegenseitigen Werth dieser Instrumente näher unterrichtet zu seyn.

Für den Verfertiger des Instruments ist die Feststellung dieses Gegenstandes doppelt wichtig, da er erstens belehrt wird, welchen Standpunkt überhaupt die besten Mikroskope unserer Zeit, relativ zum Ideal des Instruments einnehmen, und dann auch befähigt wird, den Werth seiner eigenen Arbeit zu bestimmen. Dieser letztere Umstand ist, da ich mich in den letzten Jahren zu verschiedenen Malen mit der Ausführung großer zusammengesetzter Mikroskope beschäftigt habe, zunächst die Veranlassung der Ermittlung und Ausführung der nachfolgenden Prüfungsmethode geworden.

Man hat, so viel ich weiß, bisher bei der Vergleichung der Mikroskope sich ausschließlich der Erzeugnisse der Natur als Vergleichungsobjecte bedient, und Littrow führt in dem Artikel: „Mikroskop“, der neuen Ausgabe von Gehler's physik. Wörterbuch, Bd. 6, S. 2265, in dem Abschnitte über die Anwendung des Mikroskops, eine größere Reihe solcher Objecte auf, unter denen man die Schuppen der Pelz- oder Kleidermotte, wegen der darauf befindlichen, zu trennenden Reifen, als besonders geeignet für die Prüfung des Mikroskops angesehen hat; indessen überzeugt man sich sehr bald, daß nicht bloß an verschie-

denen, sondern eben so sehr an ein und demselben Individuum, Schuppen vorkommen, bei welchen der Abstand dieser Reifen oder Linien höchst ungleich ausfällt. Es ist also einleuchtend, daß die Natur, bei den steten Veränderungen, die sie in diesen Bildungen zu verfolgen scheint, nicht geeignet ist, sichere Vergleichungsobjecte, die sich, wie die neuere Physik in allen ihren Theilen fordert, auf Zahl und Maafs zurückführen lassen, zu geben.

Nicht so steht es mit der Prüfung des Fernrohrs. Seit der Zeit, daß W. Herschel die ununterbrochene Beobachtung der Doppelsterne begann, ist man nicht mehr zweifelhaft, daß eben diese Doppelsterne, wie wir sie jetzt in den Sternverzeichnissen nach ihrer Lage am Himmel, und, was für die Prüfung des Fernrohrs gerade wichtig ist, nach ihrem gegenseitigen Abstände (der zum Theil sehr klein ist), verzeichnet finden, das geeignetste Mittel zur Prüfung des Fernrohrs sind. Von zwei Fernröhren derselben Dimension und Vergrößerung, von denen das eine einen Doppelstern, z. B. von 5" Abstand, als solchen erkennen läßt, während das zweite eben diesen Stern nur einfach oder in die Länge gezogen zeigt, muß das erstere als das bessere erkannt werden, eben weil sein Objectiv, in höherem Grade von der chromatischen und sphärischen Abweichung frei, die Strahlen, welche von zwei getrennten, einander sehr nahen Objecten ausgehen, wieder zu zwei getrennten Bildern vereinigt, während bei einer minder vollkommenen Vereinigung der Strahlen im Bilde des zweiten Fernrohrs, eben diese Bilder nicht allein nicht getrennt, sondern einander sogar theilweise deckend, sich darstellen. Sind also die Abmessungen des Fernrohrs und des Doppelsterns für eine bestimmte Zeit gegeben, so sind die Zahlenwerthe für die optische Wirkung des Fernrohrs bestimmt.

Um daher auf künstlichem Wege für das Mikroskop eine ähnliche Vergleichung zu erhalten, müßte man auf einer Glasplatte eine Reihe Punktepaare, mit progressiv abnehmendem Abstände, darstellen; allein die Anfertigung solcher Punkte, mit nicht allein abnehmendem Abstände, son-

dem auch abnehmender Größe, dürfte mit großen praktischen Schwierigkeiten verbunden und auch ihre Auffindung im Mikroskop nicht immer leicht seyn. Dagegen ist die Anfertigung von, auf Glas radirten Parallellinien sehr wohl möglich, da schon Fraunhofer für seine Beugungsversuche, Gitter verfertigte, bei welchen der gegenseitige Abstand der Linien,  $0'',00012$  oder nahe  $\frac{1}{8}$  Pariser Linie betrug. Ich habe durch einen Apparat, dessen Einrichtung am Ende eines Aufsatzes über Kreistheilung (der in den *Verhandlungen des Vereins für Gewerbleiß in Preußen* erscheinen wird) angedeutet ist, eine große Vollkommenheit dieser Theilungen erzielt, und sie in folgender Weise für die Prüfung des Mikroskops angeordnet. Die Glasplatte trägt auf ihrer Mitte, in der Breitenausdehnung von etwa einer Viertellinie, zehn verschiedene Gruppen solcher, unter sich durch kleine Zwischenräume getrennter Parallellinien, bei welchen der Abstand der einzelnen Linien (oder die Größe, welche Fraunhofer  $=\varepsilon$  setzt), in der ersten Gruppe  $\frac{1}{1000}''$ , in der zehnten aber  $\frac{1}{4000}''$  ist, während die acht Zwischengruppen, rücksichtlich der Entfernung ihrer Parallellinien (oder der Größe  $\varepsilon$ ), Glieder einer geometrischen Reihe bilden, oder es ist die Entfernung dieser Linien, in den zehn Gruppen, der Reihe nach wie folgt:

$0'',001000$   
 $0,000857$   
 $0,000735$   
 $0,000630$   
 $0,000540$   
 $0,000463$   
 $0,000397$   
 $0,000340$   
 $0,000292$   
 $0,000225.$

Richtet man auf diese Theilungen ein Mikroskop der neueren Bauart, mit übereinandergeschraubten Objectiven, so erkennt man bei einer etwa 70maligen Vergrößerung die erste Klasse der 1000<sup>sten</sup> Linien zerlegt, während alle

anderen Gruppen sich ungetrennt zeigen. Steigt man mit den Vergrößerungen, so werden mehr Gruppen in ihre einzelnen Linien zerlegt, je nachdem die optische Kraft des Instruments wächst, doch habe ich durch kein Mikroskop die letzte Klasse der 4000<sup>stel</sup> Linien getrennt sehen können, wovon der Grund vielleicht in der Natur des Lichts selbst liegt. Es sind hier an einer beträchtlichen Anzahl großer Mikroskope, die von Plöfsl oder Schiek oder mir gefertigt sind, Vergleichen mit diesen Theilungen in der Art angestellt, um die kleinste Größe, welche überhaupt noch mit ihnen als zerlegbar erkannt werden kann, zu ermitteln. Aus diesen Vergleichen hat sich ergeben, daß die vor 1840 gefertigten Mikroskope (wenigstens die, welche hier im Orte sind) sämmtlich nur die 7<sup>te</sup> Klasse in ihre einzelnen Elemente zerlegen, ja daß einzelne vorkommen, welche dies erst bei der 6<sup>ten</sup> vermögen. Bei diesen Instrumenten tritt das Maximum ihrer Wirkung für das gesunde normale Auge schon bei 200-, höchstens 300maliger Vergrößerung ein, indem die stärkeren Oculare keineswegs eine feinere Gattung jener Parallellinien, also auch keine kleineren Einzelheiten der Objecte zeigen; vielmehr nur auf Kosten der Helligkeit größere Bilder des schon vorher Gesehenen unterwerfen. Nach dem Jahre 1840 sind indessen von einem der erstgenannten Künstler Mikroskope hierher gekommen, die sich durch eine größere optische Kraft auszeichnen, indem bei 400- bis 500maliger Vergrößerung derselben (mit dem schwächsten oder nächstschwächsten Oculare) sich die 3<sup>te</sup> Gruppe jener Linientheilungen zerlegt zeigt. Mit diesen Mikroskopen ist also ein wirklicher Fortschritt durch die stärker vergrößernden Objective erzeugt worden, wobei indessen der Nachtheil eingetreten ist, daß das unterste Objectiv sich dem Gegenstande stark nähert. Ich selbst bin bemüht gewesen auf diesem Wege noch weiter zu gehen, und habe in diesem Jahre Objective ausgeführt, bei denen durch das schwächste Ocular 510- und 720malige Vergrößerungen erzielt werden. Mit diesen Vergrößerungen sieht man die 8<sup>te</sup> Gruppe bei fast jeder Lage  
des

des Erleuchtungsspiegels zerlegt, und selbst von der 9ten habe ich mit der 720fachen Vergrößerung beim Lampenlichte und recht günstiger Spiegellage höchst zarte Andeutungen erkannt. Freilich nähern sich diese Objective dem Gegenstande stark, doch ist ihr Abstand noch immer so groß, um in einer dünnen Flüssigkeitsschicht damit Beobachtungen machen zu können.

Ein Paar Angaben, die von mir neulich aufgefunden sind, können zugleich zu einer Vergleichung früherer Leistungen Fraunhofer's und jetziger in England mit den gegenwärtigen in Deutschland dienen. Fraunhofer führt nämlich in einer Abhandlung über Lichtbeugung vom Jahre 1823 (Gilbert's Annual. d. Physik, Bd. 74, S. 350 und 353) an, daß er auch mit den stärksten Mikroskopen die  $\frac{1}{714}''$  gegenseitig entfernten Linien seines Gitters nur mit Mühe habe sehen können, und Brewster sagt in einer voriges Jahr (Poggendorff's Annal. d. Physik und Chemie, Bd. 161, S. 136) über die irisirenden Achate erschienenen Abhandlung, daß er mit einem *sehr schönen* Mikroskope die Schichten oder Adern derjenigen Achate entdecken konnte, bei welchen die Größe  $\epsilon$  nicht kleiner als  $\frac{1}{8610}''$  oder  $\frac{1}{717}''$  engl. war. Diese Angaben Fraunhofer's und Brewster's stimmen auf eine merkwürdige Weise zusammen; indessen ist die Angabe Fraunhofer's nur allein *streng* vergleichbar mit meinen Beobachtungen, weil seine Linien ebenfalls auf Glas radirt waren. Ich habe aber oben gesagt, daß die 1000stel Liniengruppe schon bei 70maliger Vergrößerung zerlegt erscheint, und es würde also die Theilung Fraunhofer's (von  $\frac{1}{714}''$ ) gewiß schon bei 50- bis 60facher Vergrößerung unserer jetzigen Mikroskope zu erkennen seyn. Die größte optische Kraft der Fraunhofer'schen Instrumente stand also nicht einmal so hoch wie die 70fache Vergrößerung unserer jetzigen Mikroskope, während wir zugleich annehmen dürfen, daß, da die besten gegenwärtigen Instrumente noch  $\frac{1}{7471}''$  entfernte Parallellinien zeigen, die trennende optische Kraft (d. h. die Schärfe der Bilder, verbunden mit der stärkeren Vergröße-

rung) der letzteren diejenige der Fraunhofer'schen Mikroskope um mehr wie vier Mal übertreffe: ein allerdings großer Fortschritt in etwa 20 Jahren.

Eine Folgerung, die aus der Beobachtung der Liniengruppen ferner hervorgeht, ist die, daß die Dicke oder der Durchmesser eines Gegenstandes nicht viel geringer als  $\frac{\omega}{\epsilon}$  seyn darf, um überhaupt mit den stärksten Vergrößerungen unserer besten Instrumente noch erkannt werden zu können. Da nämlich die Gruppe der  $\tau_{\tau\tau}$  entfernten Linien noch erkannt wird, oder mit anderen Worten, wir in dieser Partie jede Linie von ihrem Zwischenraume gesondert sehen, Linie + Zwischenraum aber  $= \frac{\omega}{\tau\tau}$  ist, so müssen wir für den Fall, daß die Dicke des Zwischenraums gleich derjenigen der Linie ist, mindestens noch die Hälfte jener Größe, also nahe  $\frac{\omega}{\tau\tau}$  erkennen können: eine Bestimmung, die völlig mit einer Angabe harmonirt, welche neuerlich Hr. Prof. Ehrenberg in einem an mich gerichteten Briefe über die Dicke der Schwänze von Monaden, welche dieser berühmte Beobachter als die Endgränze des Sehens in Mikroskopen zu betrachten geneigt scheint, machte. Setzt man indessen den Zwischenraum nicht gleich der Dicke der Linie in jenen Theilungen, wie dies in der That wahrscheinlicher ist, so werden wir auch noch kleinere Größen als  $\frac{\omega}{\tau\tau}$  zu erkennen fähig seyn.

Fraunhofer hat bereits in der ersterwähnten Abhandlung, also vor etwa 20 Jahren, eine Folgerung aus den von ihm entwickelten Interferenzformeln über die Beugung des Lichts gezogen, die zu merkwürdig ist, als daß ich nicht daran erinnern sollte. Nach dieser Theorie findet er nämlich, wenn das Licht durch Oeffnungen von der Breite  $\epsilon$  geht, den Cosinus des Winkels des gebeugten Strahls mit der Ebene, worin sich die Oeffnung befindet,  $= \frac{\omega}{\epsilon}$ , wo  $\omega$  die Wellenlänge des Lichts bezeichnet, und sieht diesen Satz auf's Vollständigste durch seine Beobachtungen bestätigt. Diese in fast alle neuere Lehrbücher der Physik übergegangene Darlegung lehrt uns aber nicht bloß, die Wellenlänge der

verschiedenen Farbenstrahlen kennen, sondern sie führte noch für den Fall, daß  $\varepsilon$  kleiner als  $\omega$ , also der Cosinus unmöglich wird, Fraunhofer zu der wichtigen Folgerung, daß nach dem Durchgange so wenig der weiße Strahl ein Spectrum bildet, als auch der farbige Strahl noch farbig bleibt. Da diese Schlüsse, nach der Undulationstheorie, in gleichem Sinne für durchgehendes wie für reflectirtes Licht gelten, so bemerkt der große Künstler scharfsinnig, daß alle Unvollkommenheiten in der Politur brechender oder reflectirender Körper so wenig einen andern Gang des Lichts, als auch Farben erzeugen, so lange diese Unvollkommenheiten die Größe einer Lichtwelle (nahe  $\frac{1}{1000}$  ") nicht überschreiten, und da wir unsere, auf harte Körper erzeugte Politur gewiß nicht als eine vollkommene Glättung der Oberfläche ansehen dürfen, ohne daß wir dabei einen veränderten Gang des Lichts bemerken, so steht die Erfahrung mit den Ergebnissen der Theorie nicht im Widerspruche. Nehmen wir also die von Fraunhofer gemachte Folgerung als richtig an, so folgt daraus ohne Weiteres, daß wir alle Einzelheiten der Objecte, deren Größe innerhalb der Länge einer Lichtwelle liegt, eben weil das Licht dadurch keine Veränderungen erfährt, nicht werden erkennen können.

Ein anderer großer Kenner des Gegenstandes, der jüngere Herschel in seinem berühmten Buche »Vom Licht«, sieht indessen den Schluß Fraunhofer's noch nicht hinreichend sicher in den Vordersätzen begründet, und es wird wohl zunächst die Erfahrung zu befragen seyn, ob wir wirklich bei Gittern, in denen  $\varepsilon$  kleiner als eine Lichtwelle ist, unter keinen Umständen eine Farbe wahrnehmen. Solche Versuche beabsichtige ich bald anzustellen, doch habe ich schon erinnert, daß ich mit einer 720 maligen Vergrößerung Spuren der Parallellinien, bei denen  $\varepsilon = 0'',00029$  ist, erkannt habe, und da die Wellenlänge der rothen Strahlen  $0'',00027$  beträgt, so sieht man, daß wir uns der von Fraunhofer bestimmten Gränze stark genähert haben. Bei violetter Beleuchtung des Gesichtsfeldes konnte ich indessen

(obwohl die Länge der violetten Lichtwellen nur  $0''00019$  beträgt) kaum so viel wie gewöhnlich erkennen, woran aber die starke Absorption des Lichts beim Durchgange durch die violette Glasplatte schuld gewesen seyn kann.

Ich gehe nunmehr zur Bestimmung der Vollkommenheit unserer jetzigen Mikroskope relativ zu einem ganz vollkommenen über. Ein Mikroskop wird offenbar, in Bezug auf die Reinheit und Schärfe seiner Bilder, als ganz vollkommen zu betrachten seyn, wenn das vergrößerte Bild des Gegenstandes im Instrumente mit derselben Schärfe erscheint, wie wir den Gegenstand selbst mit bloßem Auge wahrnehmen, oder was dasselbe sagen will, wenn wir an dem  $m$  mal vergrößerten Bilde des Gegenstandes zugleich  $m$  mal kleinere Theile wie mit bloßem Auge zu unterscheiden fähig sind. Eine solche Vollkommenheit im Bilde wird natürlich nie erzielt werden, vielmehr werden wir eine stärkere als  $m$  malige Vergrößerung anwenden müssen, um den Gegenstand  $m$  mal genauer wie mit unbewaffnetem Auge zu sehen.

Um zunächst einen numerischen Werth für die Deutlichkeit des Sehens mit bloßem Auge zu erhalten, der zugleich mit den, durch das Mikroskop gesehener Gruppen von Parallellinien strenge vergleichbar ist, habe ich eine Reihe ähnlicher, nur viel weiter und gröber geschnittener, dem unbewaffneten Auge zum Theil auflösbarer Gruppen auf Glas angefertigt, und nachdem sämtliche Ocular- und Objectivlinsen aus dem Rohr des Instruments entfernt waren, durch das letztere (mit bloßem Auge) die erwähnten Theilungen, die wie sonst gewöhnlich durch den Spiegel des Instruments erleuchtet waren, angesehen. Die Beziehung der Theilungen zum Auge war also hierbei genau eben so, wie sonst die der viel feineren Theilungen zum Mikroskope und Auge. Aus einer Reihe solcher Beobachtungen hat sich ergeben, dafs auf Glas radirte Parallellinien nicht enger wie  $\frac{1}{10}''$  geschnitten seyn dürfen, um noch einzeln erkannt werden zu können. Diese Gröfse entspricht bei  $10''$  Abstand des Auges sehr nahe 86 Bogensekunden;



und wenn man erwägt, daß die Dicke der Linien sehr nahe derjenigen der Zwischenräume (also nach Fraunhofer  $\varepsilon = 0''{,}05$  und  $\gamma = \delta$ ) gleich ist, so erhalten wir, mit andern Erfahrungen sehr wohl übereinstimmend, den Erkennungswinkel  $= 43$  Secunden. Es sey die eben gefundene Größe  $0''{,}05 = \varepsilon$ , die Entfernung zweier Linien in einer der mit dem Mikroskop zu beobachtenden Gruppen  $= \varepsilon'$ , so würde an einem ganz vollkommenen Instrumente die notwendige Vergrößerung zur Erkennung von  $\varepsilon'$  seyn:  $m = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon}$ , an einem wirklichen, also unvollkommenen, hingegen  $m' = \frac{p\varepsilon}{\varepsilon'}$ , wo  $p$  die Vergrößerung ausdrückt, welche  $\varepsilon$ , der im Instrumente entstehenden Undeutlichkeit wegen, erhalten muß, um vom Auge erkannt werden zu können. Der Factor  $p$  kann daher als das Maas der Undeutlichkeit für die Vergrößerung  $m'$ , diejenige des bloßen Auges  $= 1$  gesetzt, betrachtet werden, und da aus den beiden Gleichungen  $p = \frac{m'}{m}$  folgt, die Deutlichkeiten aber im verkehrten Verhältnisse der Undeutlichkeiten stehen, so ist, wenn wir mit  $d$  die Klarheit oder Deutlichkeit der Vergrößerung  $m'$  bezeichnen:

$$d = \frac{1}{p} = \frac{m}{m'}$$

diejenige des unbewaffneten Auges  $= 1$  gesetzt. Zur Anwendung dieses Ausdrucks habe ich an einem großen, kürzlich von mir beendigten Mikroskope die Vergrößerungen oder die Werthe von  $m'$  bestimmt, bei welchen die verschiedenen Gruppen oder die Werthe von  $\varepsilon'$  erkannt werden. Die erste verticale Spalte der folgenden Uebersicht enthält die Werthe  $\varepsilon'$  oder die Entfernung der Mitten je zweier Linien der verschiedenen aufeinanderfolgenden Gruppen, in Pariser Linien ausgedrückt; die zweite Reihe giebt die Werthe von  $m$ , oder die Vergrößerungen, welche bei einem absolut vollkommenen Mikroskope zur Entzifferung von  $\varepsilon'$  nöthig seyn würden; die dritte enthält die durch

Beobachtung gefundene Vergrößerung, oder die Werthe  $m'$  welche zu einer Trennung der Linien der entsprechenden  $\epsilon'$  führten; die vierte endlich giebt die Klarheit oder Deutlichkeit  $d$ , welche den verschiedenen Vergrößerungen  $m'$  angehört, diejenige des unbewaffneten Auges  $=1$  gesetzt.

$\epsilon'$	$m$	$m'$	$d$
0",001000	50	72	0,69
0 ,000857	58	104	0,56
0 ,000735	68	112	0,61
0 ,000631	79	170	0,46
0 ,000540	93	240	0,39
0 ,000463	108	305	0,35
0 ,000397	126	405	0,31
0 ,000340	147	510	0,29
0 ,000292	171	720	0,24
0 ,000250	222		

Aus diesen Werthen für  $d$  ergibt sich also, dafs unsere Mikroskope bei einer 70maligen Vergrößerung etwa  $\frac{2}{3}$ , bei einer 170fachen nahe die Hälfte, bei einer 400maligen etwa  $\frac{1}{3}$ , bei einer 700maligen Vergrößerung noch nicht  $\frac{1}{4}$  der Klarheit oder Schärfe im Bilde besitzen, welche das gesunde unbewaffnete Auge giebt. Wenn daher auch wirklich, wie die Untersuchungen Fraunhofer's wahrscheinlich machen, uns in der Natur des Lichts eine natürliche Gränze für die Ausbildung dieses optischen Instruments gegeben seyn sollte, so werden wir doch bei erzielter größerer Deutlichkeit mit ungleich schwächeren Vergrößerungen dasselbe sehen können, was wir jetzt, bei viel kleinerem Gesichtsfelde, nur durch die stärkeren Vergrößerungen wahrnehmen.

Ferner ersieht man aus den obigen Zahlen, dafs die Kraft des Auges im günstigsten Falle durch das Mikroskop etwa 170 Mal verstärkt wird, während die größten dioptrischen Fernröhre, nach den Berichten Mädler's, Struve's u. A., noch Doppelsterne von 0,2 Bogensekunden gegenseitigen Abstands zeigen. Setzt man den Erkennungswinkel in runder Zahl  $=45''$ , so würde die verstärkende Kraft dieser großen, nach Fraunhofer's Construction

ausgeführten Fernröhre = 225 fach seyn, wobei indessen, ähnlich wie oben, berücksichtigt werden muß, daß wir das Doppeltseyn der Sterne nur durch ihren Zwischenraum erkennen, und also jene Zahl nahe verdoppeln dürfen, um einen Maafstab für die Wirkung dieser großen Hülfsmittel zu erhalten. Man sieht also, daß diese großen Fernröhre verhältnismäßig unsere Mikroskope weit übertreffen, und es ist sehr zu wünschen, daß die Theorie unserer Mikroskope und insbesondere die der neben einander liegenden Objective derselben auf eine gleich sichere mathematische Grundlage zurückgeführt werde, wie dies zuerst beim Fernrohrobjectiv durch Fraunhofer geschehen ist. Wenn man die *schärfsten* Objective verschiedener Mikroskope, die entweder zu verschiedenen Zeiten oder aus anderen Werkstätten hervorgegangen sind, mit einander vergleicht, so bemerkt man sehr bald eine große Verschiedenheit in ihrem Bau, bald sind sie biconvex, bald convex-concav und dann wieder plan-convex. Eben so große Abweichungen kommen bei den inneren Krümmungen vor, indem dabei die Compensation der farbigen Abweichung von einem Objectiv auf das andere übertragen wird, oder dem einzelnen Objectiv für sich überlassen bleibt. Ich halte die letzte Anordnung nach dem gegenwärtigen Standpunkt der Sache für die beste, weil man durch die Prüfung jedes einzelnen Objectivs mit Hülfe der Liniirungen, in gewissem Grade, einen Bürgen für die Gesamtwirkung derselben erhält. Nur bei dem schärfsten (dem Objecte sehr nahe stehenden) Objective kann diese Prüfung nicht angewandt werden, weil dasselbe Strahlen eines Lichtkegels von beinahe 90° Ausdehnung empfängt, und deshalb die Randstrahlen unter einem beträchtlichen Einfallswinkel auf die Flintglaslinse dieses Objectivs fallen. Dadurch aber wird, je nachdem dieser Lichtkegel mehr oder minder groß ist, auch das Licht stärker durch die Flintglaslinse, wie bei einem Gegenstande, der in der Entfernung ihrer Brennweite, zerstreut, und man ist daher genöthigt die Krümmung der Flintglaslinse dieses Objectivs ungleich schwächer, wie sonst

für ein achromatisches Objectiv erforderlich ist, zu machen. Diese Vergrößerung des Krümmungshalbmessers hat außerdem noch den Vortheil, daß das Licht bei seinem Austritt aus der Flintglaslinse unter einem geringeren Einfallswinkel auf die Kronglaslinse fällt, und also auch ein geringerer Theil reflectirt wird; doch ist dieser Umstand weniger hoch anzuschlagen, da die Anwendung eines zweckmäßigen Kitts (in welcher Hinsicht das Dammarharz ganz vorzüglich ist) diesen Nachtheil so gut wie ganz aufhebt. Durch die Veränderung der Entfernung des stärksten und des folgenden Objectivs wird dann, nach dem Princip der sphärischen Compensation, die übriggebliebene Farbe weggeschafft, und das dritte Objectiv hauptsächlich zur Wegschaffung der sphärischen Abweichung benutzt. Dieser letztere Umstand ist hauptsächlich der Punkt, auf welchen gegenwärtig das Bestreben gerichtet werden muß, und wenn auch in neuerer Zeit sehr oft die Aeußerung gemacht ist, daß die *kleinen* Abmessungen mikroskopischer Objective ein großes Hinderniß für die treue Befolgung theoretischer Vorschriften in den Weg stellen, so glaube ich doch aus eigener Erfahrung versichern zu können, daß man bei rationeller Behandlung des Gegenstandes sich den von der Theorie gegebenen Vorschriften innerhalb enger Grenzen wird nähern können. Den von Barfufs in den astronomischen Nachrichten, No. 458, vor einigen Jahren gemachten Vorschlag, mit einem Correctionslinsenpaar die sphärische Abweichung zu vermindern, habe ich durch die Erfahrung nicht bestätigt gefunden, obwohl die Versuche mit einem und mehreren Linsenpaaren wiederholt worden sind.

In neuerer Zeit hat man mitunter unseren jetzigen Mikroskopen den Vorwurf der Lichtschwäche oder Dunkelheit bei den stärkeren Vergrößerungen gemacht, aber diese Ansicht muß, bei nur etwas genauerer Prüfung des Gegenstandes, als völlig unbegründet erkannt werden. In der That kann man bei 800- und selbst 1000maliger Vergrößerung noch Alles wohl erkennen, und würde offenbar viel mehr sehen, hätten die Bilder selbst nur die nöthige

Schärfe; dagegen aber bleibt es zweifelhaft, ob die Art der Beleuchtung bei unseren Mikroskopen, namentlich bei den stärkeren Vergrößerungen, ganz zweckmäfsig sey. Es ist bekannt genug, dafs wir bei schwachen Vergrößerungen, durch die Anwendung *parallelen* Lichts, wie ein Planspiegel es giebt, sehr scharfe Conturen, und schärfere wie mit einem concaven Erleuchtungsspiegel erhalten, und dafs man bei dem letzteren sehr häufig eine Blende unter dem Objecttisch mit kleineren Oeffnungen anbringt, um einen nur kleinen Lichtkegel, der sich fast wie paralleles Licht verhält, zur Erleuchtung des Gegenstandes gelangen zu lassen. Von dieser Betrachtung und ihrem Erfolg geleitet, habe ich jüngsthin an einem grosen Mikroskop eine kleine Linse von etwa 4" Brennweite so unter dem Objecttisch des Mikroskops angebracht, dafs der Brennpunkt der Linse mit dem des Erleuchtungsspiegels zusammenfällt, beide aber um die Summe ihrer Brennweiten von einander entfernt sind. Bei einer solchen Lage des Spiegels und der Linse zum Object empfängt offenbar das letztere bei parallelem, auf den Spiegel fallendem Lichte ebenfalls parallele *verdichtete* Strahlen, und das Gesichtsfeld des Instruments zeigt sich nicht blofs stärker erleuchtet, sondern man erkennt auch kleinere Einzelheiten der Objecte, wie die Beobachtung der Liniengruppen ohne und mit der Linse am unzweideutigsten zeigt.

