

Fragment über Mikroskope aus der optischen Werkstätte von Carl Zeiss

Abbe, Ernst

UAJ, V, Nr. 18

https://archive.thulb.uni-jena.de/uaj/receive/uaj_file_00000508

Lizenz: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Deutsche Gesellschaft Bd. V. Heft 4 N^o 2

25 September

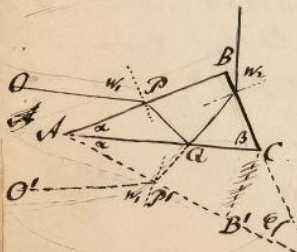
finden soll, dass man die gemeinsame optische Axe des Spectralsystems und des Mikroskops in vertikaler Ebene bewegen und in einer geeigneten bestimmten Richtung feststellen könne. Welches diese sei ist leicht zu berechnen, wenn man den brechenden Winkel des Prismas und seinen ^{mittleren} Brechungsindex n , sowie die Neigung der vom Spalte her einfallenden Strahlen gegen die Horizontale kennt. Bezeichnet φ den brechenden Winkel, n den Brechungsindex, und μ die Minimalablenkung des mittleren Strahls, so ist bekanntlich

$$\sin \frac{\mu + \varphi}{2} = n \sin \frac{\varphi}{2}$$

Dreht man hieraus μ berechnet, so findet sich der Winkel β , welchen die in der Minimalablenkung austretenden Strahlen mit der Horizontalen bilden, also die der Mikroskopaxe zu ertheilende Lage,

$$\beta = \mu - \alpha$$

wenn unter α der entsprechende Winkel des einfallenden Strahlen verstanden wird. Bei Mikroskopen, welche, wie die nach englischen Muster gebauten, zum Umlegen eingerichtet sind, kann die erforderliche Einstellung natürlich ohne Weiteres bewirkt werden. Bei Stativen der gewöhnlichen Einrichtung dagegen müsste man den Fass des Instruments auf einer keilförmigen Unterlage (deren Winkel im einfachen Fall noch vorsehender Regel gefunden werden) befestigen. Die hieraus entspringende Unbequemlichkeit lässt sich jedoch vermeiden, wenn man ein Prisma verwendet, welches ausser durch die zweimalige Brechung noch durch Totalreflexion an einer dritten Fläche ablenkend wirkt. — Um dies zu übersehen, denke man sich ein Prisma,



dessen Normalschnitt die Gestalt des Dreiecks ABC besitzt, in solcher Stellung, dass irgend ein in der Richtung OP einfallender Strahl die

Holzschacht!

Fläche AC unter einem Einfallswinkel u_1 trifft, an der Fläche AB total reflectirt wird und nach einer zweiten Brechung an BC unter einem Winkel u_2 austritt. Der Verlauf dieses Strahls ist nun offenbar von Punkt Q ab derselbe, wie wenn er in einer Richtung OP' angelangt wäre, die das Spiegelbild von OP ist, und die nämliche Brechung, die vorher an AC statt fand, an einer Fläche AC' erfahren hätte, die das Spiegelbild von AC ist, und da ein Gleiches für alle Strahlen, welches ihr Einfallswinkel und welches ihr Brechungsindex sein mag, ~~gilt~~ Geltung behält, so folgt, dass obiges Prisma hinsichtlich der durch Brechung, unmit-
telbar, also vom Brechungsindex abhängigen Wirkung, namentlich also in Hinsicht auf die eintretende Farbenzerstreuung, durchaus einem einfachen Prisma mit dem brechenden Winkel $\beta - \alpha$ äquivalent ist. Sogenannt ist die Gesamtablenkung jedes Strahls, wie man leicht erkennt, um den constanten Winkel 2α grösser als diejenige, die ein unter dem gleichen Einfallswinkel durch das einfache Prisma geleiteter Strahl von derselben Farbe erfahren haben würde. — Demnach hat man durch ein Prisma von obiger Form in seiner Gewalt, die Richtungsverschiedenheit zwischen eintretenden und austretenden Strahlen auf ein vor-
geschrriebenes Maass zu bringen und gleich-
zeitig die Dispersionswirkung eines gewöhnlichen Prismas von gegebenem Brechungswinkel ϱ zu erzielen, dabei für eine Farbe — etwa die Mitte des Spectrums — den Bedingungen der Minimalablenkung genüge leistend. Man hat, wie leicht zu sehen, die beiden Winkel α und β also zu bestimmen, dass gleichzeitig die beiden Gleichungen

$$\beta - \alpha = \varrho$$

$$u + 2\alpha = v$$

erfüllt sind, also

$$\alpha = \frac{v-u}{2} ; \beta = \varphi + \frac{v-u}{2}$$

Zu wählen, hierbei unter u , wie oben
aus n und φ abzuleitenden Werth
der Minimalablenkung für das betreffende
Einfache Prisma verstanden. ~~Der~~
~~für ungleichmäßige Größe~~ soll der Forderung
einer totalen Reflexion genügt sein,
so muss der Einfallswinkel der Strahlen
an der Fläche AC , welcher gleich $\alpha + \frac{\varphi}{2}$
beträgt, natürlich kleiner als der Grenz-
winkel der Totalreflexion bleiben.

Soll z. B. die Richtung der eintretenden
Strahlen um 10° gegen die horizontale ge-
neigt sein, der Austritt aber in vertikaler
Richtung erfolgen, so ist der geforderte
Werth der Gesamtablenkung $v = 100^\circ$.

Ist das betreffende Material — wie es
bei dem vom Verf. verwendeten stark
zerstreuenenden Flintglase der Fall ist —
einen Brechungsindex $n = 1,73$ und
soll damit die Wirkung eines Prismas
von 60° erzielt werden, so wird, wie
die Rechnung zeigt, u gleichfalls 60°
(~~genau~~ auf die Minute genau), daher muss
 $\alpha = 20^\circ$, $\beta = 80^\circ$ gesetzt werden, wobei
dann, da $\alpha + \frac{\varphi}{2} = 50^\circ$, der Bedingung
vollständiger Reflexion selbstverständlich
genügt ist.

So weit die Einrichtung, welche für
die Verwendung des Apparats zur Beobachtung
des prismatischen Spektrums erforderlich
sind. Es ist höchstens noch hinzuzufügen,
dass die bei Spektroskopen übliche Skala,
welche eine Lagebestimmung der einzelnen
Spektrallinien möglich machen soll, durch leicht
wechselnd ersetztes oder durch einen Raum durch eine
in das Okular eingelegtes Glasmikrometer
mit etwas starken Strichen und nicht
zu engen Intervallen. Projiziert sich
ein kontinuierliches Spektrum auf eine
solche Mikrometerskala, so treten die

Teilstriche auf dem farbigen Hintergrund hinreichend kenntlich hervor. Bei Beobachtung discontinuierlicher Spectra dagegen kann man das an sich dunkle Hintergrund Gesichtsfeld vortibergehend so weit als erforderlich erkennen, indem man etwas diffuses Licht in das Mikrosk. Kop gelangen lässt, sei es mittelst Spiegelung, einer Prismenfläche, sei es durch ein Stück weissen Papiers, welches man in der Richtung der Axe des Instruments unter dem Prisma hinlegt.

Um den Apparat für die Beobachtung des Kadium der Beugungsphänomene gerichtet zu machen, ist nichts weiter erforderlich, als dass man das Prisma von der Fassung des ~~Vorworts~~ Spectralsystems ^{an seiner Statt} entferne und ~~an seiner Statt~~ ^{an seiner Statt} einen Ring anschraube oder austuthe, mittelst dessen sich die erforderlichen Objecte, feine Oeffnungen verschiedener Form, Glasgitter etc, vor der untersten Linse befestigen lassen. Um die Lichtstrahlen, welche vom Spalte oder von einer andern gestalteten Oeffnung an seiner Stelle ausgehen, in die Axe des optischen Systems zu leiten — die jetzt natürlich ^{erzogen} beliebige Lage ~~annahme~~ ^{haben} darf — kann für die gewöhnlichen Versuche des an jedem Mikroskop befindliche Plau. Spiegel verwandt werden. Gaudet es sich jedoch aus vollkommenen ~~Wirkung~~ ^{Bedingungen} Bilder, wie sie gefordert werden, um z. B. die Fraunhofer'schen Linien in einem Gitterspectrum sichtbar zu machen, so benutzt man ein kleines Reflexprisma, welches man mittelst eines auf den Spiegel aufgeschobenen Ringes vorübergehend an diesem befestigt wird.

Was nun die theoretische ~~Bedingung~~ ^{Bedingung} Beurtheilung der Leistungsfähigkeit der hier beschriebenen Einrichtung.

auslaugt, so werden ^{bei} ~~hierbei~~ wesentlich drei Dinge
in Frage kommen: die zu erreichende Vergrößerung,
die Vollkommenheit des Bildes und die Helligkeit,
welche bei einer bestimmten Vergrößerung erwartet
werden darf. — Nach dem, was oben über die
Functionen der einzelnen Theile gesagt wurde,
wonach das Spectralsystem das Objectiv, alles
zum Mikroskop gehörige dagegen das Ocular
eines gewöhnlichen Fernrohrs vertritt, können
die für das letztere gültigen Regeln auch
hier zu Grunde gelegt werden. Es darf also
erstens die Vergrößerung, da der Abstand
der Lichtquelle (des Spaltes) — ca. 400 Mm — gegenüber
der Breitenweite F des ^{Spectral} ~~Objectiv~~ Systems — 25 Mm —
schon als sehr beträchtlich erscheint, ohne merk-
lichen Fehler dem Verhältniss zwischen diesem
und der Äquivalentbreitenweite des Mikroskops
gleich gesetzt werden. Gewählt nun das Mi-
kroskop, d. h. irgend eine bestimmte Combination
von Objectiv und Ocular an demselben, für
sich betrachtet eine Vergrößerung = N , diese
für die gewöhnlich angenommene Sehweite
von 250 Mm berechnet, so ist seine Äqui-
valentbreitenweite f bekanntlich

$$f = \frac{250}{N-1} \text{ Mm,}$$

dennach die gesuchte Vergrößerungsziffer

$$n = \frac{F}{f} = \frac{N-1}{10}, \text{ abgerundet } = \frac{1}{10} N.$$

Es wird also wird schon durch eine 100fache
Mikroskopvergrößerung, die mit einem
ziemlich einfachen System bequem her-
zustellen ist, die Wirkung eines 10fachen
vergrößernden Fernrohrs erzielt, also die-
selbe, welche ein gewöhnliches Spectroskop auf Dreifuss
mit Fernrohr von ^{etwa} 10 Linien Öffnung
wirkens gewährt, und man sieht, dass
auch eine Steigerung der Vergrößerung be-
trächtlich über das obige Maas hinaus
immer noch durch Mikroskopsysteme
möglich bleibt, welche kaum zu den mittleren
an den heutigen Instrumenten gerechnet
werden.

In Hinsicht auf das zweite, die Vollkom-

Reinkheit und Schärfe der Bilder, kann nicht
 Zweifelhaft sein, dass die Anforderungen,
 welche bei der in Rede stehenden Einrichtung
~~zu stellen sind~~ ^{werden müssen}, verhältnissmässig höher und
 also schwieriger zu erfüllen sind wie bei
 den Constructionen der gebräuchlichen Art.
 Die Ansprüche an die Vollkommenheit eines
 Fernrohr-Objectives, durch dessen Vermittelung
 Bilder ~~von~~ von vorgeschriebener Grösse
 vergrössert erzielt werden sollen, steigen
 sich zwar an sich nicht nothwendig mit
 abnehmender Brennweite und proportional
 wachsender Ocularvergrösserung, sie bleiben
 jedoch ~~aber~~ nur dann relativ dieselben, wie die
 lineare Öffnung der Linse in gleichem
 Verhältniss mit der Brennweite abnehmen
 darf. Da dies nun aber ^{wegen} der ~~Practischen~~ Rücksichten
 auf die Lichtstärke im vorliegenden Falle
 unbedingt ausgeschlossen ist, die lineare
 Öffnung vielmehr trotz der verminderten
 Brennweite ein bestimmtes Maass einhalten
 muss, so wird der Öffnungswinkel der das
 Objectiv bild formirenden Strahlenkegel mit
~~zunehmender~~ abnehmender Focaldistanz stark
 grösser und es müssen deshalb die Schwierig-
 keiten, das Objectiv in dem erforderlichen
 Grade aberrationsfrei zu machen, beträcht-
 lich zunehmen. Indess darf hieraus
 keineswegs geschlossen werden, dass es bei
 der hier ~~bestimmten~~ ^{angenommenen} Einrichtung unmög-
 lich sei, den Grad der Vollkommenheit zu
 erreichen, den ein gutes Fernrohr unter
 sonst gleichen Umständen gewährt, es
 folgt (daraus vielmehr) nur dass solches
 mit den selben einfachen Mitteln nicht
 möglich sei. Bei dem grossen Verhältniss
 der nach der ~~früheren~~ ^{gegebenen} Beschreibung aus-
 geführten Apparate ^{zu welcher} der Brennweite
 25 Mm. eine ~~Linse~~ ^{freie} Öffnung von 20,
 resp. 12 Mm. entspricht, der Öffnungs-
 winkel also nahe 60° resp. nahe 30° ^{erreicht},
 könnte also nicht daran gedacht werden,
 bei einer gewöhnlichen achromatischen
 Linse als Objectiv stehen zu bleiben;

wohl aber war zu erwarten, dass durch eine
angewendete Combination mehrerer
Linsen die Aberrationen auch für die
grossen Öffnungen sich soweit werden
beseitigen lassen, als es zur Erzielung hin-
reichend scharfer Bilder ^{unter} Vergrößerung
nothig ist. Dies haben denn
auch die in der optischen Werkstatt des
Herrn Carl Zeiss in Jena nach *modernster* Konstruktion
ausgeführten Instrumente vollkommen
bestätigt. Selbstverständlich ist dabei
vorausgesetzt, dass das Mikroskopsystem,
welches man zur Beobachtung des Spectral-
oder Beugungsbildes verwendet, für den
in Betracht kommenden Öffnungswinkel
(60° resp. 30°) in gleichem Maasse vollkommen
d. h. hinreichend aberrationsfrei sei,
was bei den schwächeren und mittleren
Systemen aus den ^{wohl} bismern Werkstätten
heut zu Tage immer zutreffen wird.

Was endlich drittens die Lichtstärke des
beschriebenen Spectroskops anlangt, so
ist leicht zu sehen, dass diese wie bei
jedem Fernrohr, ~~aber bei der Vergrößerung,~~
in der Hauptsache nur vom Durchmesser
des Objectivsystems abhängt, vorausgesetzt,
dass der Öffnungswinkel des zur Beobachtung
dienenden Mikroskopsystems mindestens
dem Öffnungswinkel der von jenem gelieferten
Strahlenkegel gleich kommt, und zwar wird,
wenn man von der Verkleinerung der zufälligen
Lichtverluste absieht, die gesuchte Licht-
stärke im Wesentlichen übereinstimmen mit
der eines gewöhnlichen Fernrohrs von gleicher
Gesamter Vergrößerung, dessen Objectiv
gleichen Durchmesser mit der untersten
Linse des Spectralsystems besitzt. In den
beiden Formen, in denen das Instrument
angeführt wurde, beträgt dieser Durchmesser,
wie schon bemerkt, in dem einen Falle 20 mm.
im andern ^{mit} 12 mm, und man wird auch über

Das Sonnenspectrum z. B.
erscheint bei recht sorgfältiger
Auswahl und Feinregulirung der
Regulirungen allen feinen
Theilen so rein und scharf,
dass nach einem bei laufigen
Schnappung etwa die Hälfte
den in der bekannten Hirtz-
hoff'schen Zeichnung aufgelöset
werden können. Das Fraunhofer'sche
Doppelstrahlensystem
ist das Fraunhofer'sche
deutlich als Doppellinie
und sind die dunklen Streifen
in der Nähe von G als Gruppen
aus sehr vielen feinen Linien
zu erkennen.

das erste Maas nicht erheblich hinaus-
 gehen dürfen, wenn nicht einerseits die
 Regelmäßigkeit der Handhabung, die
 wesentlich durch die compensirte Form
 bedingt ist, leidet, andrerseits nicht die
 Zerstückelung, bedeutend kostspieliger werden
 soll. Es kann daher die neue Einrichtung
 in Hinsicht auf die Lichtstärke nur
 mit Fernrohren von höchstens mittleren
 Dimensionen concurriren. In der grösseren
 Form ausgeführt wird sie etwa dem Form-
Maasse von 10 Linien Durchmesser, gleich der
 die man an Spektroskopen gewöhnlich
 findet, gleichstehen. — Indessen hindert
 diese ~~Einrichtung~~ ^{Beschränkung} keineswegs, die Vortheile
 auszunutzen, welche der Gebrauch starker
 Vergrößerungen ^{gleichzeitigen} unter Umständen bieten
 kann, indem ausser in ganz exceptionellen
 Fällen grade die Lichtstärke — wie dem
 Verf. scheint — das am wenigsten ent-
 scheidende Moment bei den in Rede stehen-
 den Anwendungen ist. Denn benutzt man
 directes Sonnenlicht, so hat man fast ohne
 Ausnahme mehr an Mässigung als an
 Steigerung der ~~Vergrößerung~~ ^{Fähigkeit} sich
 zu bedienen; und wie wenig ausserdem
 bei grossen Instrumenten auf Ausnutzung
 ihrer Lichtstärke Bedacht genommen wird,
 ist schon daraus ersichtlich, dass man die
 Beobachtung des Spalters durchweg ~~immer~~
 nur mit einem ebenen Glimmerprismen
 bewerkstelligt, wobei, wie sich leicht be-
 weisen lässt, wegen des geringen Winkeldurch-
 messers der Sonnenscheibe immer nur unge-
 fähr der hundertste Theil von der Fläche
 des ~~Objekts~~ ^{fernrohrs} fernrohrs wirklich
 nutzbar gemacht wird. Bei Beobachtung
 von Flammenspektren andrerseits ist das
 Hinderniss für die Wahrnehmung der licht-
 schwächeren Theile meistens nicht weniger ihre
 geringe Fähigkeit an sich, als vielmehr das
 gleichzeitige Auftreten ~~höherer~~ ^{intensiverer}
 Strahlen innerhalb desselben Feldes, und
 dieses Hinderniss wird offenbar durch die
 Steigerung der Lichtstärke, so wünschenswerth

parallel dem Zapfen, um den es sich drehen
läßt, und mit dieser senkrecht zur optischen
Achse des Spectralsystems — diese drei Bedingungen
können bei der Aufstellung, eine für alle
mal erfüllt werden, wenigstens so weit,
als es irgend erforderlich ist bei einem Ge-
brauch, bei dem es sich nirgends um exakte
Messungen handelt. Dies vorausgesetzt,
besteht die Aufstellung in folgenden
Manipulationen:

- 1). Man stellt Spaltträger und Mikroskop
auf einer ebenen Tischplatte ca 800 mm.
von einander entfernt auf und richtet den
Spalt nach Augemaass (vielleicht unter
Hülfe eines kleinen Lineals) ~~so, dass~~
senkrecht zur Verbindungslinie.
- 2). Man befestigt das Spectralsystem
in der Tischöffnung des Mikroskops so,
dass die Kanten des Prismas gleichfalls
senkrecht zu jener Verbindungslinie zu-
liegen kommen.
- 3). Bei Verwendung eines Prismas mit
total reflectirender Fläche bleibt das Mi-
kroskop vertikal stehen; bei einem ~~gewöhnlichen~~
Prisma der gewöhnlichen Form dagegen bringt
man die Mikroskopaxe in der durch den
Spalt gehenden Vertikalebene ^{an} diejenige
geneigte Lage, welche der Minimalab-
lenkung der mittleren Strahlen entspricht,
wobei es zur Vermeidung mehrmaligen
Probirens wünschenswerth ist, dass man
den Betrag dieser Minimalablenkung für
das betreffende Prisma vorher bestimmt
oder vom Verfertiger die betreffenden Notizen
erhalten habe.

Nach diesen Vorbereitungen wird der Apparat
so mit orientirt sein, dass, wenn
man nun den Spalt etwas weit ~~exact~~
öffnet, ~~steht~~ auf irgend eine Art beleuchtet,
und sodann mit einer schwachen Ver-
grösserung (der schwächsten, welche das
Mikroskop erlaubt) auf den Focus des
Objectivsystems nahe in der Ebene des
Tisches einstellt, bei einer Drehung des

Prismas um seine horizontale Axe sowohl die Spiegelbilder des Spalttes, welche durch Reflexion an den Prismenflächen entstehen, wie auch das Spectralbild desselben nach einander durch das Gesichtsfeld des Mikroskops ^{hindurch} passiren. Die letzte Regulirung von hier aus hat ^{man} nichts weiter zu bewirken, als dass jene drei Bilder ~~nach~~ ^{ungefähr} durch die Mitte des Gesichtsfelds hindurch gehen. Man erreicht dies durch kleine Drehungen des Prismas um die optische Axe des mit ihm verbundenen Spectralrothens, welche man, wenn das Mikroskop die Einrichtung eines drehbaren Tisches besitzt, natürlich durch diese, sonst aber durch Drehen der Fäulose des Systems in der Tischöffnung oder durch vorsichtiges ~~Korrigiren~~ ^{Verdrehen} des ganzen Stativs auf seiner Standfläche ausführt. — Ist das Genaue annähernd erreicht, so richtet man schließlich das Prisma so, dass das Spectrum grade in der Mitte des Gesichtsfelds erscheint und kann man, nach Regulirung des Spaltbreite, zur Betrachtung desselben mit stärkerer Vergrößerung übergehen.

Für die ~~Beobachtung~~ ^{Beobachtung} der Beugungserscheinungen sind die Vorbereitungen ^{hier} weniger. Ist man an Stelle des Prismas an die Fassung des Linsensystems die Blendung ~~angebracht~~ ^{bevestiget}, welche das zu beobachtende Objekt, ~~seine~~ ^{ein} enge Oeffnung, ein Glasgitter od. dergl. trägt, so wird der Planspiegel des Mikroskops oder das auf ihm befestigte Reflexionsprisma mit der Hand so gerichtet, dass das betreffende Spectrum oder irgend ein Theil desselben in der Mitte des Gesichtsfelds erscheint. Beobachtet man mit einer punktförmigen Lichtquelle, so ist natürlich ihre Stellung gegen das Mikroskop völlig gleichgültig; sind aber gitterartige Objekte durch eine lineare Lichtquelle zu beleuchten, so müssen die Linien des Gitters dem Spalte parallel gerichtet werden, wozu die Betrachtung des Bildes selbst die nöthigen Anhaltspunkte bietet.

Es mag nicht bemerkt werden, dass bei allen Beobachtungen mit Sonnelicht ein Gelbseht keineswegs ein mesentisches Erforderniss ist. Ein kleiner planer oder flach concaver Glasspiegel, auf einem hinter dem Spalte stehenden Stativchen so angebracht, dass man ihn mit der Hand beliebig richten kann, reicht vollkommen aus, das Licht der Sonne (eventuell auch das einer weissen Wolke) so auf den Spalt zu leiten, dass es zum Prisma oder zum Mikroskopspiegel gelangt, nur dass man alsdann wegen der Bewegung der Sonne öfters nachhelfen gezwungen ist.

Nach der eben gegebenen Anweisung ist der Apparat in Rede stehende Apparat ohne Umstände und Zeitverlust für das Beobachten, Gebrauch in Stand zu setzen. Seine Landhabung während der Beobachtung ist jedenfalls nicht unbequemer als die jedes andern Spectroskops, hat vielmehr, wegen der compendiösen Gestalt des Ganzen und wegen der senkrechten oder wenig geneigten Richtung des Seheus eher einen kleinen Vortheil gegenüber den andern Einrichtungen. Namentlich scheint dies der Fall für die Beobachtung der Beugungserscheinungen, die man mit dem kleinen Instrument ganz in demselben Umfang, aber mit einfacheren Mitteln und weniger Umständen, wie mit einem Fernrohr zur Anschauung bringen kann. Alle von Schwebel und Fraunhofer studirten Erscheinungen dieser Art, Classen, besonders die mannichfaltigen Farbespectra, welche enge Gitter, einfach oder paarweise gekreuzt, ~~abwechselnd~~ zeigen, lassen sich theils mit Laupenlicht, theils mit ^{auf das kleinste} Sonnelicht durchföhren. Bei diesen Versuchen sowohl wie bei denjenigen mit dem prismatischen Spectrum, kommt die Leichtigkeit zu statten, mit welcher man bloss durch Wechseln des Systems oder des Oculars am Mikroskop die Vergrößerung des Bildes zwischen sehr weiten Grenzen verändern kann, ~~so dass~~ ^{so dass} jedem einzelnen Falle ein ^{passendes} Vergrößerung erlaubt, das

ganze Spectral- oder Beugungsbild ~~mit~~ in
 einer der des natürlichen Sehens fast gleiche,
 kommenden Fälligkeit ~~zu~~ ~~mit~~ mit
 einem Blick zur Anschauung zu bringen;
 der Uebergang zu einer beträchtlich stärkeren
 gestattet, mittelst einer kleinen Drehung
 des Prismas oder des Nulldrehungsspiegels
 die einzelnen Theile ~~ein~~ successive zu
 durchmustern und auf feinere Details zu
 untersuchen.

Die beschriebene Vorrichtung, die nach den
 Angaben des Erfinders in der optischen Werk-
 statt des Herrn Carl Zeiss in Jena ^{ausgeführt wurde,} ~~ausgeführt~~
~~worden ist,~~ kann aus dieser in bekannter
 vorzüglicher Ausführung, ^{zu} ~~zu~~ mässigen Preis
 bezogen werden, und zwar in den beiden
 Formen, deren oben ~~gedenkt~~ ^{Erwähnung} ~~worden ist.~~ ^{geschieht}

