

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften
zu München.

Jahrgang 1867. Band II.

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1867.

In Commission bei G. Franz.

Herr Seidel berichtet über einen Aufsatz von Hrn. Dr. Adolph Steinheil:

„Ueber Berechnung optischer Konstruktionen“
indem er zugleich Instrumente (Camera obscura und Mikroskop-Objektiv) vorzeigt, welche von Herrn Adolph Steinheil nach den in dem Aufsatz dargelegten Principien construirt worden sind, sowie auch Probe-Photographieen, die damit erhalten wurden.

Nachdem der berühmte Frauenhofer durch Entdeckung und Anwendung der fixen Linien im Sonnenspektrum gezeigt hatte, wie sich die Eigenschaften der Glassorten präcis durch Zahlen ausdrücken lassen und dadurch die strenge Rechnung in der Optik möglich gemacht hatte, verwendete er diese in der Art für optische Konstruktionen, dass er die Lichtstrahlen durch strenge trigonometrische Rechnung auf ihrem Wege durch ein Linsensystem verfolgte, den Einfluss der Halbmesser und Dicken auf die Vereinigungsweiten verschiedener Strahlen bestimmte und diese Kenntniss zur Feststellung derjenigen Dimensionen benutzte, welche für gegebene Glasarten ein möglichst deutliches Bild eines in der Axe gelegenen leuchtenden Punktes ergeben.

Seine Untersuchungen bezogen sich zunächst auf das Fernrohrobjektiv, welches er in zwei Konstruktionen ausführte, sowie auf das einfache Mikroskopobjektiv. Bei letzterem und dem für kleinere Dimensionen angewendeten Fernrohrobjektive (mit ineinanderpassenden inneren Flächen) waren es 3 Bedingungen, die er erfüllte; nämlich: Herstellung einer vorher bestimmten Brennweite bei gleichzeitiger Hebung des Kugelgestalt- und Farben-Fehlers.

Bei dem Fernrohrobjektive für grössere Dimensionen

kam noch eine weitere Bedingung und die Wahl der Glas-sorten in Bezug auf secundäres Spektrum dazu. Welches die vierte Bedingung war, die Fraunhofer zur Annahme dieser (unter dem Namen Fraunhofer'sche Konstruktion so berühmt gewordenen) Form des Objektives bestimmte, konnte, trotz der gediegenen Untersuchungen in dieser Richtung, leider nicht mit Sicherheit ¹⁾ festgestellt werden, da seine hinterlassenen Arbeiten, soweit sie nicht vor seinem Tode publicirt waren, als Geheimniss behandelt wurden und anderweitige direkte Angaben von ihm fehlten. Vielleicht aber sind gerade durch diesen Umstand die Eigenschaften des Objektives genauer untersucht und besser bekannt geworden.

Das Objectiv erfüllt:

1) Wie Herschel ²⁾ nachwies, sehr nahe die Bedingung der Hebung des Kugelgestaltfehlers für nahe und ferne Objecte.

2) Wie Biot ³⁾ zeigte, ist es stabil achromatisch; d. h. Strahlen von zweierlei Farben, welche vor der Brechung an der ersten Fläche des Objektives demselben weissen Strahl angehörten, treten nach der letzten Brechung nicht nur nach demselben Punkte zielend, sondern auch unter demselben Winkel und an derselben Stelle aus (wieder einen weissen Strahl bildend). Diese Bedingung ist für einen

1) Ein Ausspruch Utzschneider's, dass Fraunhofer die Fehler über das ganze Gesichtsfeld möglichst zu heben bestrebt gewesen sei, lässt die sub 3) angeführte von Prof. Seidel gefundene Eigenschaft mit am meisten Wahrscheinlichkeit als die Bedingung erscheinen, welche Fraunhofer erfüllte.

2) Herschel, Dioptrik.

3) *Traité élémentaire d'astronomie physique* par J. B. Biot, Paris 1844. Tome deuxième p. 82.

[1867. II. 2.]

Punkt der Oeffnung streng erfüllt und bedingt zugleich die Hebung des Farbenfehlers ausser der Axe.

3) zeigte Prof. Dr. Seidel⁴⁾ dahier, dass bei dem Frauenhofer'schen Objektiv die Bedingung der gleichzeitigen Hebung der Kugelgestalt in der Mitte und am Rande des Gesichtsfeldes sehr nahe erfüllt ist.

4) fand Hr. Prof. Seidel (und theilte es mir mit der Erlaubniss zur Veröffentlichung in dieser Abhandlung mit) dass das Frauenhofer'sche Objektiv, so definirt, wie er es in den astronom. Nachrichten Nr. 1029 angenommen hat, vor allen anderen die Auszeichnung genießt, dass es keine Brennflächen erzeugt, so dass die kleinen Lichtscheibchen, welche man je nach der Stellung des Okulares sieht, gleichmässig erleuchtet erscheinen, während sie bei jedem andern Objektiv (auch abgesehen von dem Effekte der Diffraction) helle Lichtsäume (die Durchschnitte der Brennfläche mit der jedesmaligen Ebene des deutlichen Sehens) haben; und endlich

5) ergab mir die trigonometrische Rechnung, dass für den Lichtbüschel parallel zur Axe der Kugelgestaltfehler (sekundärer Ordnung) für Strahlen, die bei $\frac{2}{3}$ der Oeffnung des Objectives auffallen, bei dieser Konstruktion ein Minimum ist; wenn man Dicken und Abstand der Linsen als Elemente ausschliesst.

Diese grossen Vortheile erreichte Frauenhofer, ohne dass er mehr als 2 Linsen anwendete. Dadurch war dieses Objektiv ein Triumph der Wissenschaft, indem es bewies, dass diese eine zuverlässigere Führerin ist, um unter vielen Möglichkeiten die günstigste zu wählen, als die Empirie.

4) Gelehrte Anzeigen der k. bayr. Akademie der Wissenschaften 1855 Nr. 16 und 17. Astronom. Nachrichten Nr. 1027—1029.

Bei den von Fraunhofer gerechneten Fällen handelte es sich um Instrumente, welche einen geringen Oeffnungswinkel (Verhältniss der wirksamen Oeffnung zur Brennweite) hatten und bei welchen nur ein kleiner Gesichtsfeldwinkel (Verhältniss der benützten Ausdehnung des Bildes zur Brennweite) zur Anwendung kam.

Leider ward Fraunhofer durch seinen frühen Tod verhindert eine beabsichtigte gründliche Bearbeitung der Okulare durchzuführen; durch welche die Bedingungen für ein grosses Gesichtsfeld festgestellt und erfüllt worden sollten.

Trotz der grossen Fortschritte, welche die Theorie der Optik seit Fraunhofer's Tod durch die Arbeiten von Gauss, Bessel, Biot, Petzwal, Seidel etc. gemacht hat, wurde sie doch in Bezug auf Konstruktionen von der Empirie überholt.

Es wurden zusammengesetzte Mikroskopobjektive mit sehr grossen Oeffnungswinkeln und Photographenapparate mit ausgedehntem Gesichtsfelde construirt. Mikroskopobjektive sowohl, wie Photographenapparate wurden in den verschiedensten Konstruktionen hergestellt, ohne dass behauptet werden kann, dass die einfachsten und günstigsten Möglichkeiten dadurch ermittelt worden wären. Es hat eben Fraunhofer keinen Nachfolger gefunden, der die Lust und Ausdauer besass, auf dem sicheren aber mühsamen Wege der trigonometrischen Rechnung, die Eigenschaften der Bilder genau kennen zu lernen und auf diese Kenntniss gestützt unter den Möglichkeiten zu wählen.

Dass die Theorie nicht direkte Vorschriften zur Berechnung von Konstruktionen geben kann liegt in der Natur der Aufgabe. Während schon alle Gleichungen, die den 4^{ten} Grad übersteigen direkte Lösung ausschliessen, ist die Zahl der variablen Elemente und der zu erfüllenden Bedingungen so gross, dass eine Orientirung sehr schwierig wird; zumal wenn man bedenkt, dass die Werthe der variablen Ele-

mente⁵⁾ innerhalb vorgeschriebener Grenzen gehalten werden müssen und dass die zu erfüllenden Bedingungen Fehlergrenzen⁶⁾ gestatten, die sich nur für den speciellen Fall bestimmen lassen.

Bei Berechnung optischer Systeme, die grossen Oeffnungswinkel besitzen, ist es nicht genügend, die parallel zur Axe auf ein System fallenden Strahlen streng in einen Punkt zu vereinigen, selbst wenn ein nur sehr kleiner Gesichtsfeldwinkel benützt wird, wie z. B. bei den Mikroskopen; denn es kann der Fall vorkommen, dass das Bild eines ausser der Axe gelegenen Punktes so grossen Durchmesser erhält, dass es den Bildpunkt in der Axe deckt und dadurch undeutlich macht; es darf also in solchen Fällen nicht ohne Rücksicht auf einen zweiten Bildpunkt vorgegangen werden; in Fällen, die grosses Gesichtsfeld verlangen, natürlich noch viel weniger.

Aus Obigem folgt nun, dass, um sichere Resultate zu erzielen, die trigonometrische Rechnung auch auf einen zweiten Bildpunkt ausgedehnt werden muss; und es sollen nachfolgend die Bedingungen zusammengestellt werden, welche an die beiden Bildpunkte zu stellen sind.

Der Bildpunkt in der Axe, von einem parallel zu dieser

5) Die Brechungs- und Zerstreuungscoefficienten müssen sich innerhalb der Grenzen halten, welche durch die Anforderungen der Dauerhaftigkeit und Farblosigkeit der Gläser gesetzt sind. Die Längen der Halbmesser sind durch die nöthigen Oeffnungsmaasse beschränkt: die Dicken einerseits durch diese, andererseits durch den Kostenpunkt, das Gewicht, die Lichtabsorbtion etc.

6) Es ist die Empfindlichkeit des Auges (oder besser dessen Unempfindlichkeit gegen kleine Winkelfehler), welche diese Grenze bildet, je nachdem das Auge ein Bild direkt oder durch eine Loupe bewaffnet, betrachtet; es ist der absolute Massstab der Instrumente, der ihre grössten Fehler über oder unter die Empfindlichkeitsgrenze des Auges bringt.

auf das System fallenden Lichtbüschel gebildet, bedingt zunächst die Brennweite des Systemes. Ein, in diesem Lichtbüschel liegender, ganz nahe der Axe einfallender Strahl ergibt den Brennpunkt als Ende und den Hauptpunkt als Anfang der Brennweite; ersteren durch seinen Durchschnitt mit der Axe, letzteren durch eine sehr einfache Konstruktion. Verlängert man nämlich den einfallenden Strahl vor der Brechung an der ersten Fläche in der Richtung seiner Bewegung und denselben austretenden Strahl nach der letzten Brechung gegen die Richtung seiner Bewegung, bis sich beide schneiden, so ergibt ein Perpendikel von diesem Punkte auf die Axe den Hauptpunkt⁷⁾ (oder wahren Anfangspunkt der Brennweite). Hat mit diesem Strahle ein gleichfarbiger in grösserem Abstände von der Axe einfallender denselben Brennpunkt, so ist der Kugelgestaltfehler gehoben und es ist diess mit dem Farbenfehler der Fall, wenn dieser nämliche Brennpunkt, auch einem Strahle von anderer Brechbarkeit zukömmt.

Das Bild eines Punktes ausser der Axe muss untersucht werden:

- 1) In Bezug auf seinen Abstand von der Axe,
- 2) in Bezug auf seine Form,
- 3) in Bezug auf seinen Abstand vom Hauptpunkte (oder Knotenpunkt).

Die Bedingungen bezüglich des Abstandes des Bildpunktes von der Axe ergeben sich aus den Eigenschaften

7) Wie Gauss in seinen „dioptrischen Untersuchungen“ nachgewiesen hat, besitzt jedes optische System 2 Haupt- und 2 Brennpunkte, je nachdem der zur Axe parallele Lichtbüschel von der einen oder von der andern Seite auf das System fällt. Für die Bildpunkte in der Axe haben die Hauptpunkte die Bedeutung der Anfangspunkte der Brennweiten, während die Brennpunkte deren Enden bezeichnen.

der Hauptstrahlen. — Ein Hauptstrahl ist jeder Strahl, der vor dem Eintritt in ein Linsensystem denselben Winkel mit dessen Axe bildet, wie nach seinem Austritte aus demselben. Ist bei einem Systeme das erste und letzte brechende Medium das gleiche, so werden die beiden Punkte, auf welche ein, nur sehr wenig gegen die Axe geneigter, Hauptstrahl vor der ersten und nach der letzten Brechung zielt, mit denjenigen zusammenfallen, welche die Anfangspunkte der beiden Brennweiten bilden; diess ist die zweite Bedeutung der Gauss'schen Hauptpunkte, dass sie die virtuellen Kreuzungspunkte eines Hauptstrahls mit der Axe sind.

Ist jedoch der Brechungscoefficient des ersten und letzten Mediums verschieden, so heissen die Anfangspunkte der Brennweiten die Hauptpunkte; die virtuellen Kreuzungspunkte eines Hauptstrahls die Knotenpunkte; und fallen nicht zusammen.

Die Verzerrung ist nun bei einem optischen Systeme gehoben, wenn bei einem Hauptstrahl, der einen grossen Winkel gegen die Axe bildet, die virtuellen Kreuzungspunkte mit der Axe mit den Hauptpunkten (oder Knotenpunkten) zusammenfallen. Die beiden Haupt- oder Knotenpunkte haben in einem solchen Systeme die Eigenschaft, dass vom ersten aus die Objekte unter denselben Winkeln erscheinen, wie vom zweiten aus deren Bilder.

Haben zwei Hauptstrahlen von verschiedener Brechbarkeit, welche denselben Winkel gegen die Axe bilden, gemeinsame Haupt- oder Knotenpunkte, so sind die Farben ausser der Axe gehoben; und werden hierdurch, wenn gleichzeitig der Farbenfehler für den Brennpunkt in der Axe gehoben ist, die verschieden farbigen Bilder gleich gross sein und an derselben Stelle liegen, also sich decken.

Um die Form des Bildes eines Punktes zu bestimmen, ist es nöthig, in dem Lichtbüschel, der den Bildpunkt ausser der Axe bildet, ausser dem Hauptstrahle noch 3 weitere

Strahlen auf ihrem Wege durch das optische System zu verfolgen und ihren Durchschnitt mit einer zum Hauptstrahl senkrechten Ebene in dem Punkte zu bestimmen, in welchem sie sich einander möglichst nahe gekommen sind, d. h. im Bildpunkte.

Von diesen 3 Strahlen, welche in gleichem Abstände vom Hauptstrahl anzunehmen sind, liegen zwei in einer Ebene, die sich durch die optische Axe des Systemes und den Hauptstrahl legen lässt. Die Ebene, in welcher der dritte liegt, enthält ebenfalls den Hauptstrahl und steht senkrecht zur vorher angenommenen. In dieser Ebene genügt ein Strahl, da der gegenüber vom Hauptstrahl liegende mit ihm symmetrisch geht.

Liegen im Bildpunkte diese 3 Strahlen symmetrisch gegen den Hauptstrahl, so ist kein Astigmatismus vorhanden. Als Bildpunkt ist stets der engste Querschnitt des Lichtbüschels anzunehmen; und es bedingt der Abstand dieses Bildpunktes vom Haupt- oder Knotenpunkt die Form der Bildfläche. Ist dieser Abstand dem entsprechenden des Axenbildpunktes gleich, so liegt das Bild auf einem Kugel-segmente, das aus dem Hauptpunkte mit der Brennweite als Radius beschrieben werden kann; und das Bild ist ein ebenes, wenn die Distancen vom Hauptpunkte im Verhältnisse zur Sekante des Winkels wachsen, den der entsprechende Hauptstrahl mit der Axe bildet.

Der Kugelgestaltfehler ausser der Axe kann als gehoben betrachtet werden, wenn der Bilddurchmesser vom Hauptpunkte aus unter keinem grösseren Winkel erscheint, als derjenige ist, welcher beim Axenbildpunkte unvermeidlich bleibt.

Die Bestimmung der 3 letzten Elemente: Astigmatismus, Kugelgestaltfehler ausser der Axe und Form der Bildfläche, wurde mir erst durch die von Herrn Prof. Seidel entwickelten:

„Trigonometrischen Formeln für den allgemeinsten Fall

der Brechung des Lichtes an centrirten sphärischen Flächen“ möglich.

Bei Berechnung einer optischen Konstruktion müssen somit folgende Punkte berücksichtigt werden:

Bei dem Bildpunkte in der Axe:

- 1) Brennweite.
- 2) Hebung des Kugelgestaltfehlers.
- 3) Hebung des Farbenfehlers.

Bei dem Bildpunkte ausser der Axe:

- 4) Hebung der Verzerrung.
- 5) Hebung der Farben ausser der Axe.
- 6) Bestimmung der Form der Bildfläche.
- 7) Hebung des Astigmatismus.
- 8) Hebung des Kugelgestaltfehlers ausser der Axe.

Für Fälle, in denen ein sehr grosser Oeffnungswinkel verlangt wird, müssen den 3 Bedingungen für den Lichtbüschel in der Axe noch 2 weitere beigefügt werden; es ist nämlich nöthig, den Farbenfehler und den Kugelgestaltfehler noch für einen weiteren Punkt der Oeffnung zu heben.

Die Hauptschwierigkeiten bei der Berechnung optischer Konstruktionen liegen darin, die richtige Reihenfolge zu finden, in welcher die Bedingungen erfüllt werden müssen, sowie für die Auswahl direkt vergleichbare Fälle herzustellen; beobachtet man diese beiden Punkte nicht, so tritt sehr leicht der Fall ein, dass einzelne Fehler wieder wachsen, während man der Meinung war, alle zu verkleinern.

Es dürfte kaum gelingen, die Bedingungen 7) und 8) streng zu erfüllen, wenn ein ebenes Bild von grosser (Winkel-) Ausdehnung verlangt wird; während diess nicht schwierig ist, wenn das Bild auf einer mit der Brennweite als Radius beschriebenen Kugelfläche liegen darf.

Schliesslich sei es mir noch gestattet, einige einfache Konstruktionen zu erwähnen, welche durch trigonometrische

Rechnung festgestellt wurden und die Elemente anzuführen, welche dabei als veränderliche Grössen in Betracht kamen.

Bekanntlich wäre es unmöglich, achromatische Linsen mit positiven Brennweiten herzustellen, wenn bei den beiden verwendeten Glasarten das Verhältniss der Brechungskräfte dem der Zerstreuungskräfte gleich wäre; wenn z. B. ein Flintglas, das bei gleichem Prismenwinkel die Ausdehnung des Spektrum's noch einmal so gross, gibt als ein Crown-glas, auch einen noch einmal so grossen Brechungscoefficienten hätte.

Es ist ferner unmöglich, ein achromatisches Objektiv aus zwei verkitteten Linsen herzustellen, welches gleichzeitig die Kugelgestalt und Farbenfehler hebt, wenn diejenige Glasart, welche die stärkere Zerstreuungskraft besitzt, eine schwächere Brechungskraft hätte⁸⁾.

Hieraus folgt die grosse Wichtigkeit, welche die Wahl der Glasarten in Bezug auf ihre Brechungs- und Zerstreuungskräfte für optische Konstruktionen haben muss.

Berücksichtigt man nun zur Bestimmung der günstigsten Form eines Doppelobjektives die Wahl der Glasarten in der angedeuteten Weise und den Einfluss der Reihenfolge der Glasarten, so wird man auf:

1) ein Doppelobjektiv geführt, bei welchem die Flintglaslinse vorausliegt und das den Kugelgestaltfehler für 2 verschiedene Distancen streng hebt. Dieses Objektiv erfüllt sämtliche Bedingungen, denen das Frauenhofer'sche genügt und ist in Bezug auf die Form der Bildfläche besser. Zum

8) Beim menschlichen Auge ist die Anordnung der brechenden Flächen und die Reihenfolge der Medien eine solche, dass dabei der Kugelgestaltfehler nicht gehoben werden kann; denn alle Ablenkungen, die ein parallel zur Axe einfallender Strahl erleidet, liegen in derselben Richtung; er wird stets zur Axe gebrochen.

Gebrauche der opt. und astron. Werkstätte ist dasselbe in Tafeln gebracht worden.

2) Das monocentrische Objectiv, bei welchem das Bild auf einer Kugelfläche liegt, deren Radius die Brennweite, deren Mittelpunkt der gemeinschaftliche Hauptpunkt ist (es fallen nämlich die beiden Hauptpunkte in einen zusammen). Es erfüllt sämtliche 8 oben gestellten Bedingungen und es ist hiebei nur über 2 Radian, die Wahl und die Reihenfolge der Glasarten verfügt. Es besteht aus einer Kugel und zwei gleichen Menisken, in deren innern Flächen die Kugel eingekittet ist, während die äusseren mit einem (um die Dicke) längeren Radius aus dem Mittelpunkte der Kugel gezogen sind. In dem Meridian der Kugel, der senkrecht zur optischen Axe des Systemes steht, ist eine Blending eingeschliffen. Ein parallel zur Axe einfallender Büschel erfüllt die Bedingungen 1) bis 3); alle Hauptstrahlen gehen ungebrochen durch das System, alle gegen die Axe geneigten Lichtbüschel erleiden gleiche Brechungen wie der parallel zur Axe. Für Fälle, in welchen kein grösseres Gesichtsfeld verlangt wird, als beim Fernrohr- oder Mikroskop-objectiv ist die Kugelform der Bildfläche kein Nachtheil, da die Sicherheit der Einstellung geringer ist als die Verstellung, welche der Rand eines solchen Bildes gegen die Mitte erfordert. Bei schlechten Constructionen von Mikroskop-objectiven ist die Krümmung der Bildfläche eine ausserordentlich viel stärkere. Das Objectiv, welches der Classe vorgelegt wurde, hat einen Oeffnungswinkel von $14^{\circ} = \frac{1}{4}$ der Brennweite und $4''$ Aequivalentbrennweite.

3) Das aplanatische Objectiv mit ebenem Bilde erfüllt die Bedingungen 1)–6) streng; 7) und 8) sehr nahe; ist symmetrisch gegen den optischen Mittelpunkt und jede Hälfte wird gebildet von einem verkitteten Doppelobjective, das aus einem positiven und einem negativen Flintglasmeniskus besteht.

Zur Berechnung desselben wurde über 3 Radian, einen Abstand, sowie über die Wahl und Reihenfolge der Glasarten als veränderliche Elemente verfügt. Es gestattet bei einem Oeffnungswinkel von $9^{\circ} 10'$ (gleich $\frac{1}{7}$ Brennweite) die Benutzung eines Gesichtsfeldwinkels von 36° ; und durch Anwendung einer kleineren Centralblende bei einem Oeffnungswinkel von ca. 2° gleich $\frac{1}{30}$ Brennweite die Benutzung eines Gesichtsfeldwinkels von 60° .

Bei diesem Objektiv sind ausser den für die Richtigkeit des Bildes nothwendigen 8 Bedingungen noch 2 weitere erfüllt, welche die Praxis fordert und zwar:

- 9) möglichste Vermeidung von Lichtverlusten und
- 10) Vermeidung störender Reflexbilder.

Da das aplanatische Objektiv zunächst zu photographischen Zwecken bestimmt ist, so sind die Helligkeit und die Tiefe⁹⁾ der Bilder zwei sehr wichtige Eigenschaften, welche beide hauptsächlich vom Verhältnisse der Oeffnung zur Brennweite abhängen. Mit der Vergrösserung der Oeffnung im Verhältnisse zur Brennweite nimmt die Helligkeit zu, die Tiefe der Bilder jedoch nothwendig ab; desshalb ist es wesentlich den Einfluss derjenigen Ursachen zu vermindern, welche, ohne die Tiefe zu erhöhen, die Helligkeit der Bilder verkleinern. Es sind diess hauptsächlich die Lichtverluste durch Reflexion an den Glasflächen und die Absorbtion des Lichtes durch die Masse des Glases. Da die Verluste durch Reflexion mit der Grösse der Einfallswinkel und derjenigen des Brechungsunterschiedes der Medien wachsen, so bietet die Verkittung der inneren Flächen,

9) Ein Apparat gibt tiefe Bilder, heisst, er besitzt die Fähigkeit von ungleich entfernten Objekten gleichzeitig ein deutliches Bild in derselben Ebene zu erzeugen.

welche viel stärker gekrümmt sind als die äusseren und der geringe Unterschied des Brechungscoefficienten der beiden verwendeten Flintgläser in dieser Beziehung bedeutenden Vortheil. Der geringe Brechungsunterschied der verwendeten Glasarten bedingt überdiess noch eine Form der Linsen, die bei Herstellung eines ebenen Bildes einen nur geringen Abstand der beiden Objektive erfordert; diess gewährt den Vortheil, dass auch bei Benutzung eines grossen Sehfeldes die Linsen nur um Weniges grösser zu sein brauchen, als es der Oeffnungswinkel (die Helligkeit des Bildpunktes in der Axe) erfordert; und es ist leicht einzusehen, dass kleinere Linsen mit geringeren Dicken ausgeführt werden können; dadurch ist eine Verminderung der Lichtverluste durch Absorbtion erzielt. Schliesslich bietet die Meniskensform der beiden Objektive den Vortheil, dass die Reflexbilder, welche von Strahlen gebildet werden, die eine gerade Anzahl von Reflexionen erlitten haben und desshalb in der Richtung gegen das Bild weiter gehen, sämmtlich zwischen oder ganz nahe an den Linsen liegen, so dass das von ihnen ausgehende diffuse Licht in der Bildebene keine störende Intensität mehr hat, zumal diese Reflexbilder sehr kleinen Brennweiten entsprechen. Während alle bis jetzt gebräuchlichen Konstruktionen, bei welchen der Kugelgestaltfehler gehoben ist, wenigstens 6 Brechungen von Luft in Glas haben, hat das aplanatische Objektiv deren nur 4 und in Folge dessen auch weniger reflektirtes Licht.

Die beiden als Muster der Classe vorgelegten Photographien sind mit einem solchen Apparate von 19''' Oeffnung und 10'' Brennweite aufgenommen; der gleichfalls vorlag.

4) Die aplanatische Landschaftlinse, für Landschaften und Architekturen bestimmt ist, hat als grösste Helligkeit nur $\frac{1}{24}$ Brennweite; gewährt aber dabei ein ebenes deutliches Bild von 80° und gestattet bei kleineren Blendungen

Gesichtsfeldwinkel von 105 Graden. Es gibt bei 7''' Oeffnung und 6'' Brennweite Bilder bis 16'' Durchmesser. Es erfüllt die gleichen Bedingungen wie das lichtstärkere aplatische Objectiv, ist aber aus anderen Glasarten, deren Brechungscoefficienten nicht $\frac{2}{3}$ Procente von einander verschieden sind.

Historische Classe.

Sitzung vom 6. Juli 1867.

Herr Rockinger spricht:

„Ueber drei mit einem Anhang zum Landrechte vermehrte Handschriften des sogenannten Schwabenspiegels auf der Staatsbibliothek zu München.“

In den deutschen Rechtsbüchern des Mittelalters und ihren Handschriften S. 38 und 44 bemerkt Homeyer, dass in einer heidelberger Handschrift des sogenannten Schwabenspiegels (a. a. O. Num. 317, und in dem der Ausgabe des Freiherrn v. Lassberg vorstehenden Verzeichnisse der Handschriften Num. 61) das bekannte Buch der Könige mit einer „Herrenlehre“ endigt, das ist der Geschichte von der Zählung Israels durch David, welcher sich dann noch Rechtssätze in 11 §§ anschliessen. Ferner dass in Handschriften zu Fulda, Königsberg, und einer aus dem Stifte Weingarten stammenden aber nun zu Stuttgart nicht mehr vorhandenen (a. a. O. Num. 206, 364, 649; in Endemann's