

Über Linsenfehler.

Die Entzerrung einer convexen Linse, ferner einen Leitelab in der Camera obscura erzeugt von vielen Ladingungen ab.

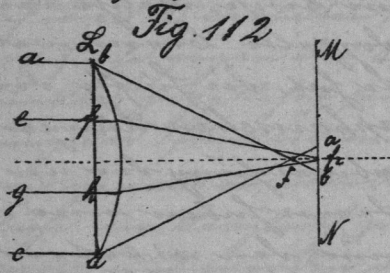
Nach einer Combination von Linsen kann das System einer einzelnen Linse mit. genau gearbeitet werden und bilden sie bei der Glaspurten, die Linsendicken, die Krümmung, der gegenständliche Abstand, wie die Krümmung. folgen der verschiedenen Linsen maßgebende Faktoren bei der spezifischen maffmatischen Einsetzung, welche zur Construction einer mög. leicht fassbaren photograph. Objectives führt:

In Solenoiden wird eine vollkommen ursprüngliche Linsenform der Linsenfehler sowie der ganzschlechten Methoden zur Entfernung derselben angegeben, sowie selbst für die Photo. graphen von Entzerrung aufzuheben.

1. Sphärische Abweichung.

Bei der Erklärung der Linsenwirkung wurde die Öffnung der Linse im Dargestell mit ihrer Linsenweite als sehr klein vorausgesetzt, wodurch angenommen werden konnte, daß die von einem Punkte ausgehenden und auf die Linse fallenden Strahlen einwirkend wieder auf der Linsenöffnung in einem Punkt zu einer Vereinigung kommen, diese Eigenschaft trifft jedoch bei den in der photograph. Praxis gebrauchlichen Linsen, welche ziemlich eine ziemlich große Öffnung haben, nicht zu; die an den Rändern der Linse gebroch-

von Punkten ab und cd scheiden sich in einem anderen Punkte f , der Clissa, als die Convergipunkte ef und gh , welche letzteren wiederum stark zusammen rücken als $efgh$, und in f ihren Focus suchen.



Dies erklärt sich da, wenn, dass, ein scharf vereinzeltes, das Kern der Linse als ein Prisma von bedeutend starker brechendem Winkel betrachtet werden.

den Kern, als die Mitte. Wenn eine solche Abweichung f , f_2 (Längenabweichung), welche wegen der Kugelform der Linse entsteht und daher sphärische Abweichung, od. sph. Aberration genannt wird, im Vergleich zur Brennweite gering ist, so kann sie auf die Fokale des durch die Linse erzeugten Bildes sehr merkbar beeinflusst werden.

Setzt man die Linse L gegen die Brennweite M in der Brennweiteebene M (mutter Fokale) in f ein scharfes Brennweitebild zu erhalten, welches jedoch einen Lichtkeil od. Hof (ab) von weißem Lichte besitzt. Dieser weist von der transversalen oder Longitudinalabweichung her, welche die in f , die Clissa scheiden von Punkten ab erzeugen. Die kleinste Abweichung befindet sich zwischen f , u. f_2 ; es ist das der möglichst kleinste Längsschnitt des und der Linse entstehenden Strahlen, Kugels.

a) Je kürzer die Krümmungshalbmesser im Verhältnis zu der Linse sind, also je kürzer die Brennweite im Verhältnis zur

Öffnung ist, um so bedeutender ist die sphärische Abweichung.

Setzen die beiden Linsen gleiche Öffnung über Brennweiten, die sich wie 1:2

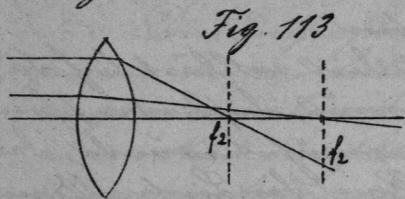


Fig. 113

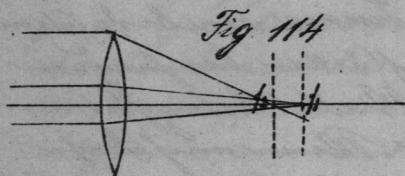


Fig. 114

verfallen, so wird je, je mehr die Linse, welche die doppelte Brennweite hat, die Hälfte der sphärischen Längenabweichung der un. durchgehenden und nur den ersten Teil der Linsen. abweichung.

b.) Haben zwei Linsen denselben Stoff und denselben Krümmungsgrad, aber die eine die doppelte Durchmesser der

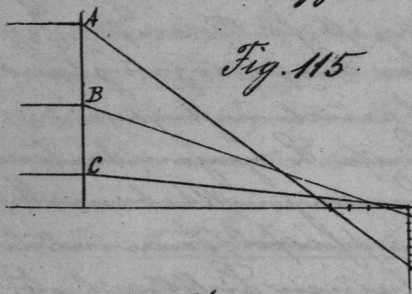


Fig. 115.

Umbau (OB) so wird für eine einmahl so große Längenabweichung als die zweite haben und der Abweichungsgrad wird einmahl so groß sein.

c.) Je größer der Durchmesser der Linse ist, um so größer werden für eine bestimmte Brennweite ihre Krümmungsgrad und folglich um so kleiner ihre sphärische Abweichung.

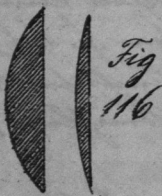


Fig. 116

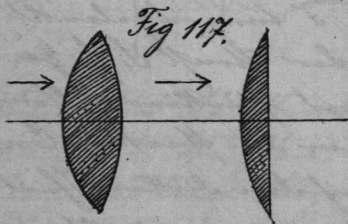
Die Linsenabweichung verhält sich zum Kubus des Durchmessers der Brennweite und nur b. in der

Verhältnisse des Cubus des Durchmessers der Linse. Mit Berücksichtigung dieser Tüze ist es

ermöglicht die sphärische Abwärtigung auf ein Minimum zu bringen.

Bei unregelmäßigen Krümmen (für $n=1.5$) erreicht man ein Minimum der Abwärtigung, wenn die Substanz einer biconvexen Linse ist: C. verhalten, wobei die flacher conc. vexe Fläche gegen die Seite des linsständigen Punktes zugerküsst sein muß. Bei Annäherung des Punktes müssen die Krümmungen geändert werden. Es wird die vexe Fläche im Vergleich zur zweiten weniger convex und werden die Krümmungsverhältnisse auf 2:5, 3:4, 4:3, 5:2 u. endlich wenn der linsständige Punkt beim Längsbrennpunkt der Linse ankommt, 6:1; man sieht, daß für diesen Fall die Linse ungenutzt ist.

Für einen größeren Längsbrennpunktverhältnis und obiges Verhältnis der beiden Krümmen und ist für Flintglas ($n=1.6$)



die planconvexe Form am günstigsten; wäre. da man die plane Seite dem Objecta züküsst, so wäre die sphä. Abwärtigung etwa 4 mal so groß

als im anderen Falle. Länglich der Krümmung der Linse kommt jedoch auf die sogenannte Wölbung in Betracht, gegen welche fünfzig die ungenutzte Krümmung vorkommen. Man kann in solchen Fällen die sphä. rischen Abwärtigung durch die Krümmung der Linsenöffnung antworten; so z. B. bei den Landstetlinen, welche meist Menisken Linse sind, deren concave Seite der Krümmung

zugewendet ist; diese Stellung gibt die Ver-
größerung in veränderlichem Grade, aber einen
bedeutenden sphärischen Abwärtzung,

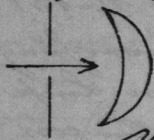


Fig. 118 welche man durch Vorsetzen von
Linsen zu corrigieren pflegt.

Durch eine Blende, welche die Öffnung
auf $\frac{1}{6}$ verengert, wird die sphärische. Vergrößerung
verringert auf $(\frac{1}{6})^2 = \frac{1}{36}$ vermindert; dabei steht
gleichzeitig die Lichtstärke der Linse auf $(\frac{1}{6})^2 = \frac{1}{36}$.

Man kann die sphärische Abwärtzung
durch eine Verkleinerung der Linsenöffnung
durch Combination zweier Linsen beseitigen.

Eine Sammellinse zeigt für die gegen-
gewärtigen Kräfte f_1 und f_2 die Brennpunkte.
In f_1 und f_2 . Verbindet man die Sammellinse

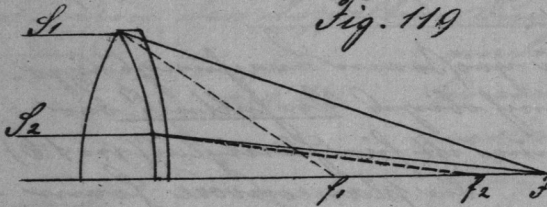


Fig. 119

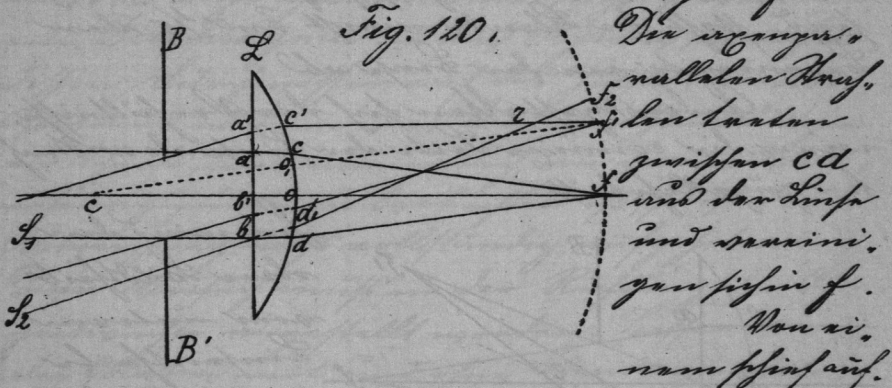
Linse mit einer
Zerstreuungslinse,
so wird der Kräfte
 f_2 sehr wenig
von seiner Rich-

tung abgelenkt
und in F die Gegenstände; der Kräfte f_1 , ja.
dieser ruft eine bedeutende Hirtung Ablen-
kung seiner Richtung, indem der Kräfte f_1
vergenz der Kräfte f_2 durch den dicken Teil
der Zerstreuungslinse entgegengekehrt wird,
bei entgegengekehrtem Kräfte f_2 wird der
Zerstreuungslinse wird der Kräfte f_1 , ebenfalls
auf F abgelenkt, wodurch Linse Combination
welche eigentlich eine einzige Linse darstellt,
selbst ohne Blende frei von sphärischer Ab-
wärtzung wird. Derartige Linsen nennt man
aplanatische.

Die Linsen können jedoch auch durch die,
von Wasser einen getrennt sein und so kann
sichfinden, Wasser besitzen.

Sie jetzt würde nur die Abweichung be-
rückichtigt, welche aus der zur Linsenachse
parallelen Hauptebene resultiert; allein
bei der photographischen Objectivauflösung, welche in
dem bestimmten Winkel einfallen, ist die
sachliche nur auf den centralen Theil anzuwen-
den; es muß daher auch die Abweichung der
sich zur Linsenachse einer Linse einfallenden
Hauptebene verändert werden.

Es sei L eine planconvexe Crownglaslinse,
welche für den centralen Theil ab als achrom.
tisch betrachtet werden kann; ihr Brennpunkt
liegt in $f = 20$.



fallenden Hauptebenen werden zum ge-
nullalen Haupten, welche innerhalb $c' d' = c d$
liegen, ebenfalls mit einer Nebenachse in der
Entfernung $c' f' = c f$ zur Vereinigung kom-
men; die innerhalb c , und d , liegenden
sicheren Haupten erzeugen sphärische
Abweichung, wie z. B. der Haupt $L f_2$, wel-
cher die Nebenachse in c schneidet.

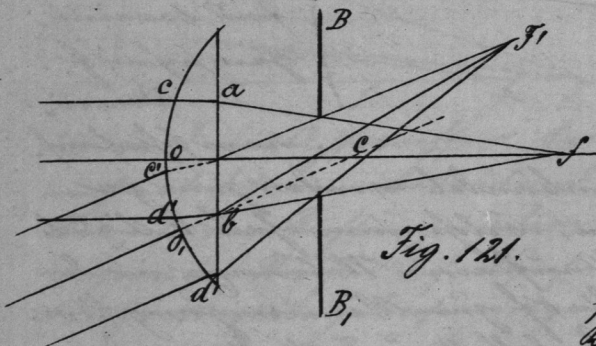
Würde man die Linse in $a a$, und
 $b b'$ abtheilen, so würde, wie aus der Zeich-
nung ersichtlich ist, die Linse nur für die ach-
sen Haupten achromatisch, während die für
die scheinbaren Haupten nicht der Fall wäre,

die zwischen $d'd$ stehenden Krassen geben schein-
bare Abweichung, underschiede sind der Rinn
zwischen cc' , der richtig gebrochenen Krassen
ausfällt, nicht ungenügt.

Man bringt daher in einer gewissen
Entfernung die Blende BB' an, durch wel-
che die stehenden Krassen nur auf den Rand
der Linse verläßt werden, während die
axialen Krassen nur die Mitte der Linse
treffen, wodurch die sphärische Abweichung
für beide Krassensysteme corrigiert wird.

Bei den meisten einfarbigen Linsen
(Landesfussblinzen), welche fast planconvex
sind, steht die Blende meist nur $\frac{1}{5}$ der
Linsenweite von der Linse ab.

Anders verhält sich die Verhältnisse,
wenn die concave Seite der Linse der Krass-
en zugewandt ist.



Sie wird der
oben Bildseit
vom internen
Linsensystem
gebildet; das
Bild liegt auf
einer Krasse
flücht, deren
Krümmungsr.

die kleiner als $2c$ und die stehenden
Krassen werden nur der Krassung nicht wie
in Fig. 120. der Mittelpunkt des Bildes genügt,
sondern im Gegenstand von demselben mit-
steht. Auf sie kann man durch eine Blende BB'
welche man hinter die Linse setzt, den Rand
deselben zur Veranschaulichung bringen.

Die Wirkung der sphärischen Abweichung

in das Objectiv-System, welche in das Photo-
graphie ungewandelt werden, befehle darin,
daß die Objekte des Bildes, sowohl in dem Mit-
telpunkt, als auch auf den Rändern zu ge-
hört wird.

Um zu erkennen, ob die geschilderte Ab-
weichung bei Objectiven vollständig beobachtet ist,
bedient man sich zunächst photographischer,
kleiner runder Zinnfolien (oder auch Blei-
blei), welche auf einem dem directen
Lichtstrahl entgegengesetzten Fenster aufgestellt
werden. Während dem man das Bild
mit dem Auge genau betrachtet, stellt man
ein Diaphragma in das Objectiv, welches
dessen Linsenmasse auf der Seite radialirt.
Geschieht während das Bild der Zinnblättchen
an Objekte, wird unmittelbar an demselben Ort
aufgenommen zu beobachten ist, so ist die
Abweichung nicht vollständig beobachtet.
Dieser Versuch muß in der Richtung der Ab-
weichung ungestört werden. Läßt man es so,
die Blätter mit und ohne Linsen zu photo-
graphieren, oder nur der Einstellung etwas
zu ändern. Beide Versuche müssen zwei
vollkommen gleich große Bilder geben.

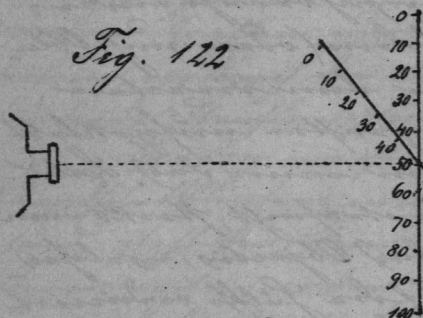
Um zu prüfen, ob der Einstrahlungs-
fall beobachtet ist, nämlich, ob das Bild in der
Mitte steht ist nur ob es oben ist, wenn man
unter Abnahme der Lichtstärke von der
Mitte gegen den Rand, fließt man nach
Heinrich folgenden Weg ein, indem man
zunächst bemerkt, ob das Bild gegen den
Rand zu keine feinen Ränder gibt (v. J.

1) Siehe auch Focusdifferenz.
2) Monochromen; Photogr. Optik.

ob die vorfindenen Bilder nicht ungleich
groß sind. 3)

Ed wanden zwei Sealen eingefügt, die eine senkrecht zur Meridianlinie, die andere unter 45° gegen die, so daß die Meridianlinie das Gegenstand der Kalle trifft, um wolken sich der beiden Sealen Krängen (Fig. 122). Die

Fig. 122



Sealen haben Vertikal- und Horizontal-Linien.

Man stellt eine Camera in einer Stellung vor, die nicht unter 5 Längen, weiter das zu verfinden Object,

das auf und indem man ein ein muthes Glas in die Luftlinie einlegt, stellt man unter Anwendung der größten Lende das Object, wird der Krängungspunkt der Sealen, nimmt die die Zahlen 50 möglichst hervor ein und stellt darauf, daß die Halbkreise der unter 45° geneigten Scala von und unter 50 beginn, die der Meridian gleichmäßig abnehmen. Man umst man ein photographisches Aufnehmen und wiederholt selbe, nachdem man von Kalle der Kinnblende eine solche von ca $\frac{1}{3}$ Zerstreuung eingeploßen hat. Darnach setzt eine antenstar Linse die Kinnblende drit, hier als Fenster mit der Kinnblende, so ist die Kinnblende der Mitte des Objectives Linse und der Zerstreuungsfaktor ist nicht vorhanden (com.

1) Man kann damit auf gleich die Krängung auf Focustheorie vornehmen.

pensiert, im entgegengegesetzten Falle, wenn also eine höhere Nummer erforderlich kommt,

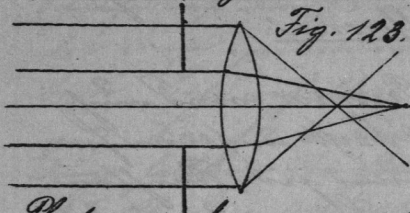


Fig. 123.

ist er übercompensiert, und vorzuziehen ist.

Können dieselbe Nummer der prägenen Scale anbringen, die beim

Photographieren mit der Handblende von der Linse entfernt, so ist kein Regulierbedarf. fasten vorhanden.

Wenn nun der Regulierbedarf vorhanden ist, so ist es noch immer möglich, dass die Darstellung keine absolute ist, da noch Zwischenfassungen vorhanden sein können. Es können sich z. B. die von einem Punkte untersuchten Randstrahlen mit dem jüngsten Punkt in einem Punkte schneiden, während ein Strahl, der etwas in $\frac{2}{3}$ des Abstandes von der Oeffnung der Linse zum Rand des Objekts trifft, nicht mehr vereinigt wird, so kann ferner der Regulierbedarf für die violetten Strahlen kaum beschränkt sein, während die für andere Farbstrahlen nicht der Fall ist. Ist ein Objectiv im Verhältnisse zur Brennweite eine große Oeffnung, so werden auch die Zwischenfassungen groß sein; aber so müssen sie um so kleiner, je kürzer die Linse sind, während kleinere Linse größere Oeffnungen erfordern. Dagegen wird im letzteren Falle das Bild in der Einfallsebene gegen den Rand hin verschoben.

Fig. 124



verschieben. Die Umkehrung, mit dem Bilde gegen den Rand hin kann daher nicht sein, weil das Bild gegen den Rand hin verschoben ist (Fig. 124) und somit es richtig ist.