

Über Linsenfehler.

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

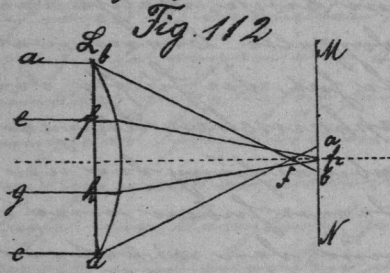
Nach einer Combination von Linsen kann das System einer einzelnen Linse mit. genau gearbeitet werden und bilden sie bei der Glaspurten, die Linsendicken, die Krümmung, der gegenständlichen Objekte, wie die Krümmung. folgen der verschiedenen Linsen maßgebenden Faktoren bei der spezifischen unterschiedlichen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

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

1. Sphärische Abweichung.

Bei der Entzerrung der Linsenwirkung wurde die Öffnung der Linse im Dargestell mit einer Linsenweite als sehr klein vorausgesetzt, wodurch angenommen werden kann, 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 gebräuchlichen Linsen, welche ziemlich eine ziemlich große Öffnung haben, nicht zu; die an den Rändern der Linse gebroch-

von Punkten ab und cd hervorgehen, die in einem anderen Punkte f , der Oeffnung, als die Centralstrahlen ef und gh , welche letzteren von einem Punkt hervorgehen würden als wenn sie, und in f ihren Focus haben.



Dies erklärt sich so, wenn, dass, ein sehr unregelmäßiges, 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 (Linsenabweichung), welche wegen der Krümmung der Linse entsteht und daher sphärische Abweichung, od. sph. Aberration genannt wird, im Vergleich zur Brennweite gering ist, so kann sie auf die Tüchtigkeit der Linse zur Erzeugung des Bildes sehr merkbar beeinträchtigen.

Setzt man die Linse L gegen die Brennpunkteebene MM (wollen wir) in f ein scharfes Bildelement aufstellen, welches jedoch einen Lichtkegel od. Hof (ab) von weißem Lichte besitzt, dieses misst von der transversalen oder Longitudinalabweichung her, welche die in f , die Oeffnung hervorgehenden Strahlen anzeigen. Die kleinste Abweichung befindet sich zwischen f, f , od. ist das der möglichste kleinste Unterschied der Strahlen, welche von der Linse hervorgehenden Strahlen, Krümmung.

a) Je kürzer die Krümmungsalbmaße, je 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

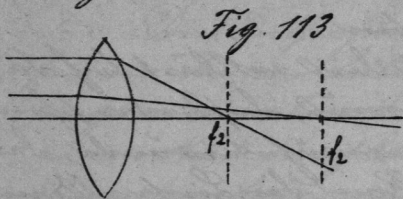


Fig. 113

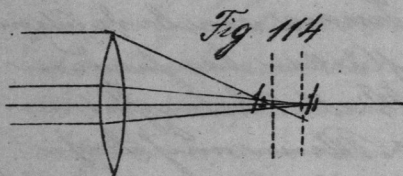


Fig. 114

verfallen, so wird je, je 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

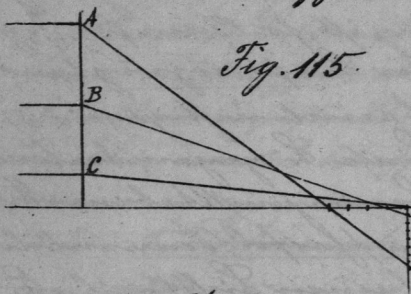


Fig. 115.

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

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

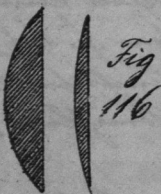


Fig. 116

Die Linsenabweichung verhält sich zum Kubus des Durchmessers der Linsen. Mit Berücksichtigung dieser Tüchtigkeit ist ab

zu setzen, dass die Linsen, welche die doppelte Brennweite haben, die Hälfte der sphärischen Längenabweichung der un. durchgehenden und nur den ersten Teil der Linsen. abweichung.

ermöglicht die sphärische Abwärtigung auf ein Minimum zu bringen.

Bei unregelmäßigen Krümmen (für $n=1.5$) erreicht man ein Minimum der Abwärtigung, wenn die Submutter einer biconvexen Linse $1:1$ verhält, wobei die flacher conc. vexe Fläche gegen die Seite des lüftständigen Punktes zugeschnitten 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 lüftständige Punkt beim Längsbrennungspunkt der Linse ankommt, $6:1$; man sieht, daß für diesen Fall die Linse ungenutzbar ist.

Für einen größeren Längsbrennungspunkt mußte ein obiges Verhältnis der beiden Radien und ist für Flintglas ($n=1.6$)

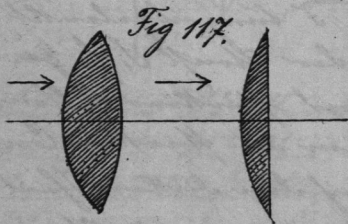


Fig. 117.

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

als im anderen Falle. Hinzüglich der Haltung der Linse kommt jedoch ein die schon erwähnte Wölbung in Betracht, gegen welche fünfzig die ungenutzte Haltung vorzuziehen ist. Man kann in solchen Fällen die sphä. rische Abwärtigung durch die Kleinheit der Linsenöffnung antworten; so z. B. bei den Landstrolchlinse, welche meist Meniskenform haben, deren concave Seite der Krümmung

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

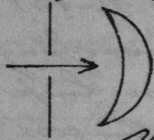


Fig. 118

welche man durch Vorsetzen von
Linsen zu corrigieren sucht.
Durch eine Blende, welche die Öffnung
auf $\frac{1}{6}$ verengert, wird die sphär. Linsenab-
wärtzung auf $(\frac{1}{6})^3 = \frac{1}{216}$ vermindert; dabei steht
gleichzeitig die Lichtstärke der Linse auf $(\frac{1}{6})^2 = \frac{1}{36}$.

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

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

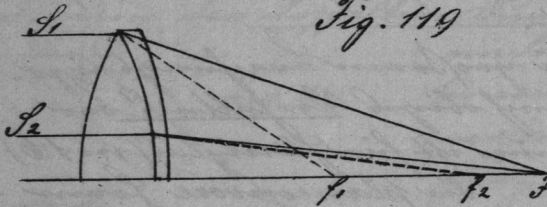


Fig. 119

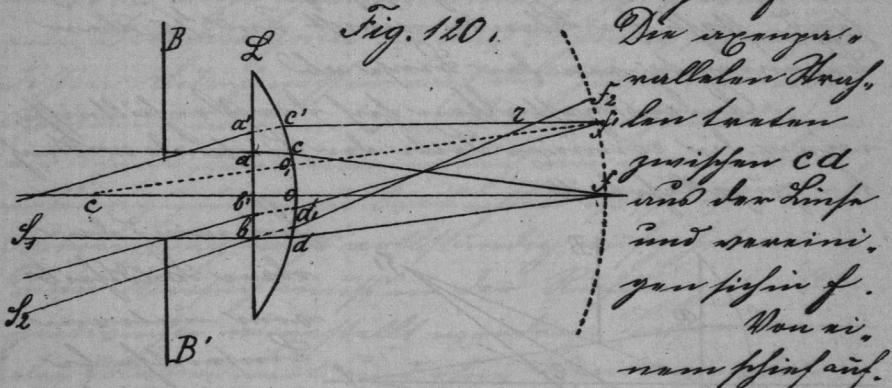
mit einer
Zerstreuungslinse,
so wird der Kraft
 f_2 sehr wenig
von seiner Rich-

tung abgelenkt
und in F die Oeffnung; der Kraft f_1 , ja.
dieser ruft eine bedeutend stärkere Ablen-
kung seiner Richtung, indem der Punkt Con-
vergenz der Kräfte f_1 durch den stärkeren
der Zerstreuungslinse entgegengebracht wird,
bei entgegenstehendem Zerstreuungslinse der
Zerstreuungslinse wird der Kraft 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 an-
dere Mittel erreicht sein und so kann
sich befinden, dass man besitzt.

Sie jetzt würde nur die Abweichung be-
rückichtigt, welche aus der zur Linsenachse
parallelen Hauptebene resultiert; allein
bei der photographischen Objectivum, welche in
dem bestimmten Winkel einfallen, ist die-
selbe Fall nur auf den centralen Theil anwen-
dbar; es muß daher auch die Abweichung der
schiefer zur Linsenachse einer Linse einfallenden
Haupten berücksichtigt werden.

Es sei L eine planconvexe Crownglasslinse,
welche für den centralen Theil ab als achrom.
tisch betrachtet werden kann; ihr Brennpunkt
habe $mf = 20$.



fallenden Hauptenbündel werden zum ge-
nullalen Haupten, welche innerhalb $c'd = cd$
liegen, ebenfalls mit einer Abweichung in der
Entfernung $o'f' = of$ zur Vereinigung kom-
men; die innerhalb c , und d , liegenden
schiefer Haupten erzeugen sphärische
Abweichung, wie z. B. der Haupt $L_2 f_2$, wel-
cher die Abweichung in c spaltet.

Würde man die Linse in aa , und
 bb' abdecken, so würde, wie aus der Zeich-
nung ersichtlich ist, die Linse nur für die ach-
sen Haupten nützlich, insofern dies für
die schiefer Haupten nicht der Fall wäre,

in das Objectiv-System, welche in das Photo-
graphie ungewandelt werden, besteht darin,
daß die Strahlen des Lichtes, sowohl in dem Mit-
telpunkt, als auch auf den Rändern zu zer-
stört sind.

Um zu erkennen, ob die beschriebene Ab-
weichung bei Objectiven vollständig beobachtet ist,
bedient man sich zunächst photographischer
Kleinvervielfacher (oder auch einer Abbe-
sche), welche mit einem dem directen
Lichtstrahl entsprechenden Fenster versehen
sind. Während dem man das Bild
mit dem Auge genau betrachtet, stellt man
ein Diaphragma in das Objectiv, welches
dessen Linsenmasse mit der Lupe vermindert.
Geschieht dadurch das Bild der Zinnblithen
an der Lupe, und unmittelbar an demselben Ort
eingetragen zu beobachten ist, so ist die
Abweichung nicht vollständig beobachtet.
Dieser Versuch muß in der Richtung der Ab-
weichung gemacht werden. Letzter ist es,
die Abbe mit und ohne Linsen zu photo-
graphieren, oder nur die Einstellung etwas
zu ändern. Beide Versuche müssen zwei
vollkommen gleich große Bilder geben.

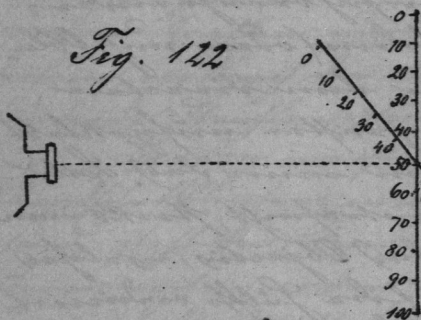
Um zu prüfen, ob der Einstrahlungs-
punkt beobachtet ist, nämlich, ob das Licht in der
Mitte eingeht ist es nur ob es oben ist, wenn man
unter Abbe'sche der Lichtstrahl von der
Mitte gegen den Rand, fließt man nur
Steinheil folgendes Weg ein, indem man
zunächst darauf achtet, ob das Licht gegen den
Rand zu keine feinen Ränder gibt (v. J.

1) Linse auf Focusdifferenz.
2) Monokopen; 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, nicht unter 5 Leuten, mit der das zu untersuchende Objekt

auf und indem man ein ein maltes Glas in die Linse einlegt, stellt man unter Anwendung der größten Linse das Objekt vor den Krängungspunkt der Sealen, nimmt die Linse 50 möglichst genau ein und stellt darauf, daß die Halbkreise der unter 45° geneigten Scala von und unter 50 beginnend, die der Kalle gleichmäßig abnehmen. Man umgibt man ein photographisches Aufnahmegerät und wiederholt selbe, nachdem man von Kalle der Linse ein solches von ca $\frac{1}{3}$ Linse entfernt hingestellt hat. Damit jetzt eine antwortende Linse Nummer drei, die so sehr mit der Linse, so ist die Nummer der Mitte des Objekts Linse und der Krängungspunkt ist nicht vorhanden (com.

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

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

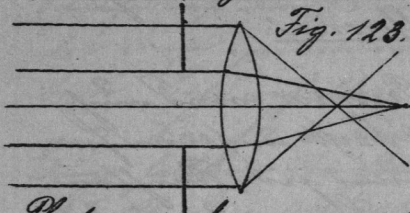


Fig. 123.

ist er übercompensiert, und vorzüglicher ist.

Können dieselbe Nummer der photographischen Scale angeschlossen, die beim

Photographieren mit der Handblende von der Blende genommen, so ist kein Regulierbedarf.

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 Randfassungen mit dem jüngsten Punkt in einem Punkte befinden, während ein Punkt, der etwas in $\frac{2}{3}$ des Abstandes von der Oberfläche der Rundform des Objekts liegt, nicht mehr vereinigt wird, so kann ferner der Regulierbedarf für die violetten Fassungen kaum besorgen sein, während die für andere Farbfassungen nicht der Fall ist. Ist ein Objectiv in Hinsicht zur Excentricität eine große Öffnung, so werden auch die Zwischenfassungen groß sein; aber so müssen sie um so schneller, je kürzer die Nummern der Linsen sind, während flachere Linsen größere Öffnungen erfordern. Dagegen wird im letzteren Falle das Bild in der Einfallsebene gegen den Rand hin verschoben.

Fig. 124



verschieben. Die Unkenntnis mit dem Bildes gegen den Rand hin kann daher nicht, weil das Bild ungenau ist (Fig. 124) und weil es richtig ist.