

Wenn Lichtstrahlen an der Oberfläche in
 ein Kangend unternen, so können dieselben
 1. in das feineren Medium (Luft) zurückgeworfen
 oder reflectiert werden, 2. in das nächst
 dinsten (z. B. Glas) eindringen und refractiert
 werden, 3. in dem nächsten Medium zum Teil
 oder auf ganz zurückgeworfen oder absorbirt
 werden.

Man hat tasten primitive drei Gattun-
 gen mit einander ein; wenn also Licht-
 strahlen an der Glasoberfläche unternen, wor-
 das sie zum Teil reflectiert, zum Teil ab-
sorbirt und zum Teil refractiert:

Diese Eigenschaften müssen yabermut
 dem Medium unternen werden.

Ueber die Zurückwerfung oder Reflexion des Lichtes (Kathoptik).

Fällt ein feines Lichtbündel auf eine
 spiegelnde fläche z. B. auf eine geschliffene Metall-
 oder Glasfläche oder eine andere glänzende
 fläche, so sieht man, dass das Lichtbündel
 in einer bestimmten Richtung zuruckgewor-
 fen wird und ein Bild, welches sich in dieser
 Richtung befindet, anzeigt ein anderes Bild.
 ersten Glanz, welches aus einem unternen Bild
 hervorgeht, welches man sieht. Fällt das
 Lichtbündel auf eine weiße Kangflache,
 so sieht man von jeder Seite aus einen hellen
 Glanz; man sagt weiße flächen diffundieren
 das Licht.

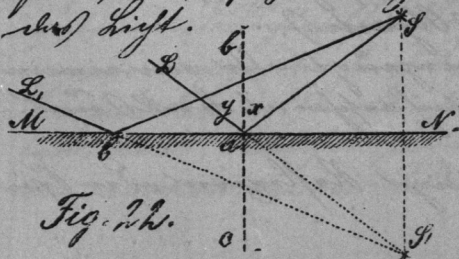


Fig. 2h.

Es sei P ein leuchtendes
 Punkt; Pa ein Licht-
 strahl, das bei a auf
 eine spiegelnde fläche
 fällt: sieht man ein

den Einfallspunkt A nur auf AN senkrechte Linie BC , so heißt diese das Einfallslot. Der Winkel $Tab = \alpha$, den der einfallende Strahl mit dem Einfallslot bildet, der Einfallswinkel. Der Strahl AB wird nun bei A in der Richtung AC reflektiert; der Winkel CA heißt der Reflexionswinkel.

Für die Reflexion gelten folgende Gesetze:

1. Der einfallende Strahl und der zurückgeworfene liegen mit dem Einfallslot in derselben Ebene.
2. Der Einfallswinkel α ist immer dem Reflexionswinkel β gleich.

Die von dem leuchtenden Punkte A ausgehenden Strahlen sind allen Richtungen ausgesetzt, so werden sie in derselben Ebene AN liegen und nach derselben Gesetze reflectirt werden, wie TA und AB . Für den Leuchtenden A sind die zurückgeworfenen Strahlen AC und AD in der Richtung der reflectierten Strahlen AB und AD bestimmt. Diese ausgehenden Strahlen sind, als wenn sie in A ein leuchtendes Punkt sind, das heißt sind A als Gegenbild des leuchtenden Punktes A bezeichnet. Die A ist imaginäre Bild des Punktes A befindet sich bei einem ebenen Spiegel so weit hinter dem Spiegel als der Punkt vor demselben, ebenso verhält es sich mit sämtlichen Punkten eines Objectes.

Ein ebener Spiegel erzeugt also von einem Object gleiche Bilder, jedoch rechts und links verwechselt.

Die naturwunderliche Reflexion von Spiegel.

gelung zieht und dem durch Licht unbeständiger Kör-
per, ist die Natur der Kräfte zu ändern.
Die diffuse Reflexion zieht und die Oberfläche
des reflectierenden Körpers, gleichartig ein.
Ist eine Veränderung der Natur der Kräfte
möglich, indem die durch diffuse Licht zerlegt,
von Oberflächen des Körpers, trotzdem jedoch
gleiches Maß beibehalten werden, ist eigen-
schinliche Farbe geben.

Es aber auch und gleiches eine Oberfläche
ist, dass man weiß, die verhalten, ja
malt, dass man die diffuse Zurückkehr.
sind von. Materie manchen selbst bei yinter
Position eines diffusen Licht zurück, daher Gold,
Kupfer, Messing immer ist eigenschinliche
Farbe zeigen, während bei gleichem Glanz-
und Glanzigkeit glänzen die diffuse Zurückkehr.
sind fast ganz fehlt. Von dem Material ist
das Silber das weißste, weshalb mit Silber
belagte Gläser sich für Spiegel vorzüglich eig-
nen. Silber Spiegel manchen ca. 90% der ein-
fallenden Kräfte, die für Kräfte, zurück, wie-
dann die mit Zinn Silber belagten Spiegel 76%
und Metallspiegel ca. 67% zurückhalten.
Zinn Silber Spiegel manchen durch Kräfte
Spiegel ganz ist.

Ein zweites Gesetz zeigen sich Spiegel,
wobei ist reflectierenden Fläche zurückzieht der
Glanzfläche geben, nicht, indem durch Licht von und
von der Reflexion durch Glanz zerlegen man-
wobei viel Licht absorbiert wird und diesen
von dem eigentlichen Spiegelfläche nicht von
dem anderen Glanzfläche ein Material wofür,
das wird, weshalb man sich das Spiegelbild
einwirken kann. Licht man sich in in.

man diesen beliebigen Reflexionswinkel, der von jeder
 von wendbaren Wirteln einstrahlt, von jedem
 Rückstrahlungs Punkt zurückstrahlt, so sieht man
 einen ganzen Kreis von Bildern, alle von ein-
 ander verschieden in gleicher Entfernung sein.
 Einmal anders geordnet und vom zweiten,
 fünften von, von Lichtstrahl immer ab.
 niemand.

Die Wirkung der Reflexion hängt ab:

1. von dem Grade der Politur, 2. von der
 Richtung des Einfall, ferner 3. von der Rich-
 tung der Kräfte.

Die unvollständige Zurückstrahlung
 ist bei schlechteren Oberflächen der Kräfte am
 schwächsten; je besser der Licht einfallt, um
 so weniger verliert er an Intensität; bei der
 unvollständigen Reflexion dagegen verliert
 er sich unmerklich.

Die Quantität der reflectierten Lichts
 hängt somit von dem Krümmungswinkel
 des Einfall gegen die Lichtstrahlen ab.

Setzt man die Leitfähigkeit des Lichts
 $l = 100$, so reflectiert ein Quecksilberreflexions-
 winkel von 45° von einfallend,
 sondern Licht die Leitfähigkeit = 85, unter einem
 Winkel von 25° um 50% Ein weißes
 Porzellan (26 cm. lg.) 15 cm. von dem Licht-
 quelle unter einem Winkel von 45° 40% ,
 ein weißes abstrahlendes Porzellan bei schlech-
 ter vollkommener Kräfte 80% Derwind er-
 gibt sich, daß man diese Umänderung von
 Reflexionen die photographische Winkel-
 Leitfähigkeit des $1/2$ Grad bis, doppelt
 zeigen kann.

Die abstrahlenden Winkel dienen in der

Photogenese zu Lohausführung zu machen, Bild
 ein z. L. ein zu vergrößern und Object mit
 gleichmäßigem Lohausführung zu machen, Bild
 ein ein dem Lohausführung eine bestimmte
 Richtung zu geben, (z. L. bei photogr. Karyograph.
 nungen, ferner bei der Mikrophotogenese).

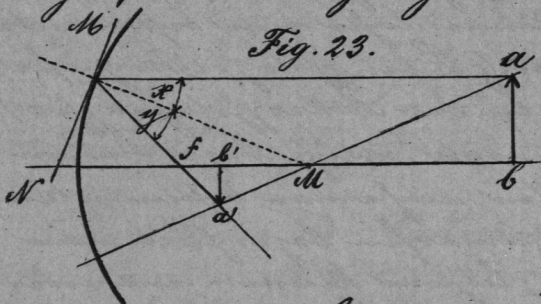
Die Instrumente, welche hierzu dienen
 die Lohausführung nach einer bestimmten
 Richtung zurückzuführen, bezeichnet man
 als Heliostaten; letztere können entweder
 durch die Hand dem Lohausführung ausgesetzt,
 und gerichtet werden oder durch getriebe mit
 Hilfe eines Uhrwerkes.

Kammergläser fließen anzeigen nach
 demselben Gesetz wie sphärische Linsen, d. i. ein
 vergrößertes oder verkleinertes Bild, wenn
 die Brennweite nach vollen Werten die halbe ist.

Als Einfallspunkt setz man sich die Brenn-
 weite selbst vor. Esobene glatte Kugelgläser
 bilden die Concavspiegel; sie anzeigen ein
 imaginäres, verkleinertes, rückwärts Bild,
 die um so kleiner und um so weiter aus-
 fernt sind, je größer die Krümmung der Ga-
 gendend ist. Umkehrige Bilder bekommt man
 an der Linsenoberfläche.

Concavspiegel haben die volle Werts der
 Kugelgläser dem Object zu. Ein Bild von ei-
 nem Gegenstand, der zwischen dem Umkehr-
 punkt und dem geometrischen Mittelpunkt M
 der Kugeloberfläche liegt, ein reelles, ver-
 kleinertes, umgekehrtes Bild, ein umkehr-
 weis aufzunehmender Punkt setz sein Bild im
 Brennpunkt $f = \frac{r}{2}$. Befindet sich der Gegen-
 stand im Mittelpunkt, so fällt sein Bild mit
 ihm zusammen, befindet er sich zwischen dem

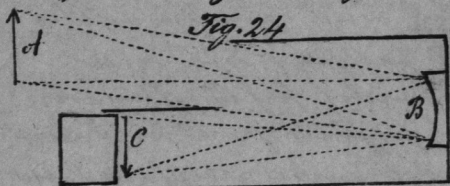
Mittelpunkte und dem Brennpunkte, so ent-
steht jenseits des Mittelpunktes ein reelles,
vergrößertes, umgekehrtes Bild, das um so
weiter entfernt



ist und um so
größer ist, je
näher das Ge-
genstand dem
Brennpunkte liegt.
Befindet sich das

Gegenstand im Brennpunkte, so ist sein
Bild im Unendlichen, die refractirten Strahlen
sind parallel. Befindet sich das Gegenstand
innerhalb des Brennpunktes, so entsteht hinter
dem Prisma ein imaginäres, vergrößertes,
aufrechtes Bild, das um so größer und um
so weiter entfernt ist, je näher das Gegen-
stand dem Brennpunkte liegt (Wagners,
Wagnerspiel).

Beard verwendete (1841) zu zfoke-
vergrößerung zweierlei einen Löffelringel von
4 Zoll Öffnung und 12 Zoll Brennweite, das
in einem passenden Kasten an dem Rind-
scheit befestigt mit dem Prismafläche gegen
das Object gerichtet war und so in dem
Hauptbrennpunkte der Kugel ein Bild von
demselben entstand. Figur 24 zeigt eine ver-
größerte Darstellung; in A befindet sich das Object,
in B das Prisma, in C das Bild, welches sich
auf der gegenüberliegenden Seite befindet.



Lenger in Prag war,
da in unserer Zeit
verfügbare Löffelringel
an, welche eine gute
Öffnung verhältnißmäßig

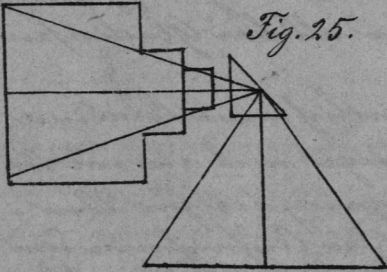
große Lammunite befehen; zu wollen folgen.
 da Nothfälle anzulassen: 1.) Absoluteren Scheoma-
 tismus der Bilder, indem die Substanzverhän-
 nung gänzlich unvollständig. 2.) Restriktion der
 Abweichung wegen der Form auf ein Mi-
 nimum. 3.) Absolutes Zusammenfallen der opti-
 schen und chemischen Brennpunkte des Oxy-
 gens; auch soll die Absonderung der chemisch wirk-
 samen Kräfte von einander als bei Glaskörpern
 sein.

Lenger stellt nunmehr eine Combina-
 tion von einem Concavspiegel mit einem Con-
 vexpiegel für vortheilhaft vorzüglich zur Ver-
 größerung photographischer Aufnahmen und
 für Stereographie; sie sollte besser sein,
 sie besitzen als ein äquivalentes Brennpunkt.
 Nur Honickel ist die Kritik der Lenger'schen
 Objection nicht einig als bedenklich.

Die Concavspiegel finden ferner als
 Linsenvervielfacher Anwendung. Die Flamme
 befindet sich dabei vorzüglich im Brennpunkte
 der Concavspiegel und der letztere wirkt die
 Kräfte von sich. Die Flamme
 kann sich aber auch im Brennpunkte
 befinden, denn es werden die Kräfte durch
 die Flamme zurückgeworfen und vergrößert so
 die Wirkung der letzteren.

Für den vorerwähnten Glühspiegel zum Verkleinern
 der Bilder verwendet. Metallspiegel in Glühspie-
 gel geben wohl eine völlig unvollständige
 Vergrößerung infolge der Substanzverhän-
 nung. Allein die Aufnahmen sind sehr klein, ohne
 und unvollständig viel Licht; Glühspiegel aber ge-
 ben insbesondere für alle Vergrößerungsmöglichkeiten
 1) Diese unter Aufmerksamkeits

Umschlag ein sehr deutliches Bild von dem
Wunderwerke des Glases, welches zuletzt gegen
das hellere Bild wird. Folgt man nun zu dem
Zweiten Prisma zurück, dann zeigt
sich unspitzig. Das Reflexions-Prisma
oder Umkehrungs-Prisma ist unspitzig.
Um das Parallel-Halten der ersten Prismen,



fließen mit dem Object
zu verfahren, wird
dem Prisma meist eine
Entfernung von etwa
gaben, welche gestattet
das Object mit dem
Prisma im seine Öffnung
zu lassen und in jeder Lage festzuklammern.
Erwähnen wir prismatische Gläser, dann
gehört zu diesen im Innern und einem
Prisma besteht, zusammen.
Das der Gebrauch der Umkehrungs-Pris-
ma und Prisma unspitzig ist, wird dabei,
und längere Expositionen erfordert, so wird
häufig die Exposition der unspitzigen Stelle
durch das Glas hindurch vorgezogen.

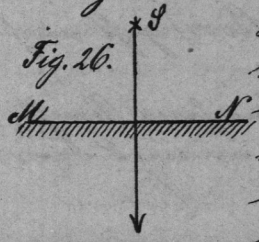
Von der Brechung oder Refraction des Lichtes (Dioptrik)

Wir schon erwähnt wurde, kommt von
dem Licht, welches auf einen Körper fällt, im
allgemeinen ein Teil in das Innere desel-
ben ein; wird das Licht ohne Vertheilung
der Reflexion zurückgelassen, so nennt man
den Körper transparenz.

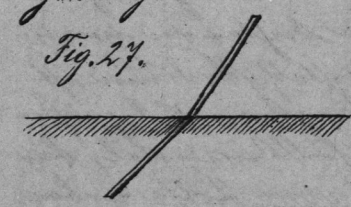
Beim Uebertritt aus einem durch-
sichtigen Medium in ein anderes, streut sich

Luft in Glas oder Wasser oder ein in ein Glas.
sich in ein andere, ändert der Lichtstrahl
seine Richtung und diesen Vorgang nennt
man die Brechung des Lichts.

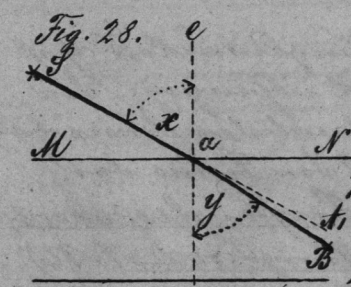
Fällt ein Lichtstrahl senkrecht auf die
sammende Fläche zweier Mittel, so geht er zu
im zweiten Mittel seinen Weg in gerader
Linie fort, aber seine Gangeschwindigkeit
wird verändert. In diesem
Fall ein Medium ist, um so geringer
ist die Gangeschwindigkeit des Lichts
in ihm; fällt er schief auf, so ändert
er wirklich die Richtung und wirft
von seiner früheren geraden Richtung ab.



Wird man z. B. einen Stein zum Sinken ins Wasser
werfen, so erscheint die unterste Fläche weniger
tief, als sie wirklich ist, das Wasser befindet
sich unter.



Jeder unter Wasser befindliche
Körper scheint tiefer zu liegen,
als er wirklich ist; dies wird an
schiefen Wasserständen beobachtet
offenbar.



Es sei S ein Lichtstrahl,
welcher von einem Körper
den Punkt S auf die Ebene
senkrechte MN zweier ver-
schiedenartigen Medien (z. B.
Luft und Glas) senkrecht ein-
fallt. Der Lichtstrahl geht nicht in

- 1) Es gibt einige Körper (Kohlensäure, Sauerstoff etc.) welche die Eigenschaften haben, jeden einfallenden Strahl in zwei Strahlen zu zerlegen; diese Eigenschaften sind als Doppelbrechung bezeichnet.
- 2) Bei allen Fällen wird ein perfectes Licht angenommen.

der Richtung SA , weiter, sondern er nimmt eine neue Richtung AB an. Der Winkel R , den der einfallende Strahl SA mit der Normenlinie CC (Einfallslot) bildet, wird der Einfallswinkel, der Winkel φ , den der gebrochene Strahl AB mit dem Einfallslot CC bildet, als Brechungswinkel bezeichnet.

Die Lichtbrechung (Refraction) geht nach folgenden Gesetzen vor sich:

1. Der einfallende und gebrochene Strahl, sowie das Einfallslot liegen in einer und der selben Ebene.

2. Trifft der Lichtstrahl von einem dichteren Medium in ein dünneres über, z. B. aus Luft in Glas, so ist der Einfallswinkel größer als der Brechungswinkel; der Strahl wird zum Lot hin gebrochen.

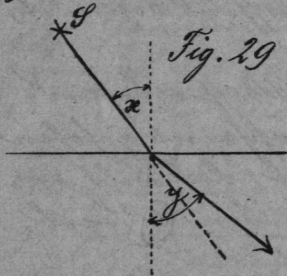


Fig. 29

Beim Übergange von einem dichteren in ein dünneres Medium ist der Brechungswinkel größer als der Einfallswinkel, der Strahl wird vom Lot hin gebrochen. (Fig. 29.)

3. Die Größe des Brechungswinkels φ ist stets vom Einfallswinkel R abhängig. Die Zahl, welche anzeigt, wie vielmals der Sinus des Einfallswinkels größer ist als der Sinus des Brechungswinkels, wird als Brechungs-exponent, Brechungs-quotient oder Brechungs-Index ($= n$) bezeichnet. Der Brechungs-exponent n wird immer gefunden, wenn man den Sinus δ des Einfallswinkels ($\sin. R$) durch den Sinus δ' oder Sinus δ'' in der Mathematik eine von dem sog. Winkel-Funktion. Wenn man eine Linie AC im

das Laufungswinkel dividirt;

also $\sin x : \sin y = n$ oder $\frac{\sin x}{\sin y} = n$

Für Luft und Crownglas ist das Laufungsverhältnis n halb ungefähr gleich dem Quotienten $1.5 = \frac{3}{2}$, d.h. der Sinus des Einfallswinkels ist fast 1.5 mal größer als der Sinus des Laufungswinkels, oder mit anderen Worten: der Sinus des Einfallswinkels und der Sinus des Laufungswinkels haben zu einander im Verhältnis wie 3 zu 2, weil 3 dividirt durch 2 gleich 1.5 ist.

Diese Verhältnisse lassen sich zur Construction des gegebenen Krugels dienen.

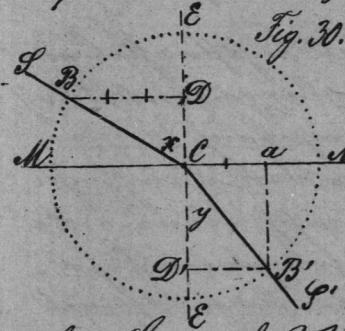
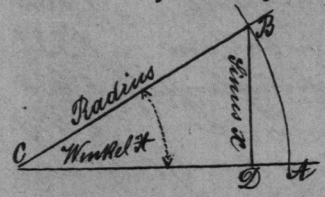


Fig. 30. Bei M N der Krümmungshöhe, für gewisse Luft in Glas, $\angle C$ der einfallende Krugel und $\angle K$ der Einfallswinkel. Man zieht von C und nimmt den Bogen und von B das Lot BD ; BD stellt somit den Sinus des Winkels $\angle C$ dar; der Sinus des Winkels $\angle K$ entspricht ihm der Quotient $\frac{3}{2}$; BD wird in drei gleiche Theile getheilt;

im C als festen Punkt in irgend eine andere der von B C und nach dem Winkel, so wird der von den beiden Punkten oder Radien AC und BC eingeschlossene Winkel seiner Größe nach dem eingeschriebenen Bogen oder Arcus $\angle K$ gemessen.



Man stellt zu diesem Zweck bekanntlich den ganzen Bogen $\angle K$ in 360 Grade ($^{\circ}$), jeden Grad in 60 Minuten ($'$), jede Minute in 60 Sekunden ($''$). Man ist aber in vielen Fällen bei

geringeren Werten des Bogens $\angle K$ als Maß des Winkels zu benützen, wobei man die Länge des Bogen in Theilen des Kreises CA ausdrückt. Dieses Maß heißt der Sinus des Winkels ($\sin x$).

den Sinus des Brechungswinkels anzeigt in
 diesem Dreieck der Zahl 2, d. h. der doppelten,
 im Winkel C, wird den Kreisbogen in einem
 Punkte B' gefunden, so daß der Sinus des
 Brechungswinkels $\frac{1}{2}$ gleich 2 ist; D'B' muß
 also die Länge von 2 Spielern der Linie DD' be-
 sitzen. Um den Punkt B' zu finden, trägt
 man 2 Spielern der Linie DD' von C aus nach
 rechts aus und zieht von A aus eine Parallele,
 die zum Lot CE, wo der Kreisbogen ge-
 schnitten wird, befindet sich der Schnittpunkt,
 Punkt des obenstehenden Kreises mit C, stellt
 die Richtung des Lotstrahls aufwärts der
 Distanz der Brechung dar.

Beim Übergang des Lichtstrahls von
 Glas in Luft ist der Brechungswinkel dem
 des Einfallswinkels $\frac{3}{4}$ oder $\frac{1}{1.5}$ gegeben.

Die Brechungswinkel der einfallenden
 von Medien können nach aufgefundenen
 Werten, welche in der nachfolgenden Tafel
 für die Optik angegeben sind, bestimmt
 werden.

Man folgt einer Tabelle der Brechungswinkel
 verhältniß einiger Flüssigkeiten für den Über-
 gang von Luft in das nämliche Medium:

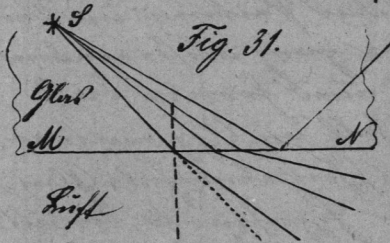
Eis	1310	Crown Glas	151-160
Wasser	1336	Flintglas	156-173
Öl	1358	Langspiegel	1562
Alkohol	1372	Amberstein	1532
Santalinöl	1472	Zinnstein	1680
Wachs	1498	Quarz	2470

Die Brechungswinkel der Glasarten
 sind je nach der Zusammenfassung verschieden.
 Sie sind angegeben und müssen für jeden
 Fall besonders bestimmt werden. Die Brech-

umgibende der einen Tausen Glasforten
 gehen über obige Grenzweite hinweg, z. B. bei
 sehr feinem Silicat-Flint einen Durchgangswinkel
 von $n = 1.9620'$.

Bei dem Übergange des Lichtes aus
 einem dichteren Mittel in ein weniger d.ief,
 das gibt es für den Einfallswinkel eine Grenze,
 bei deren Überschreitung keine Durchgang mehr
 stattfindet, sondern eine vollständige oder
totale Reflexion eintritt.

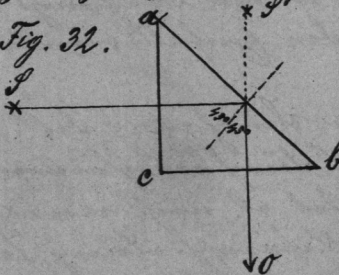
Bei der Durchgang vom Luft ist der
 Durchgangswinkel größer als der Einfallswin-
 kel und bei einer bestimmten Größe des letz-
 teren wird der Durch-



gangswinkel 90° bei-
 tragen; ab fällt sodann
 der abwärts am Knick in
 der Grenzweite MM' ,
 und wenn nun der Ein-
 fallswinkel noch größer
 wird, findet überhaupt keine Durchgang mehr,
 sondern totale Reflexion statt.¹⁾

Ein Knick, welchen die eine Katheten-
 fläche ac eines rechtwinkligen, gleichschenkel-
 ligen Glaspriismens rechtwinklig schneidet, tritt
 in unanveränderter Rich-

Fig. 32.



lung in der Luft ein, trifft
 die Gegenkathetenfläche ab
 unter einem Einfallswin-
 kel von 45° und wird,
 da dieser Winkel größer
 ist als der Grenzswinkel ($41^\circ 50'$)

1) Durchgangswinkel für die Linie D.

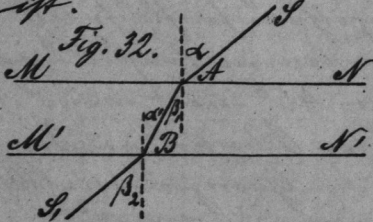
2) Totale Reflexion findet statt bei Crown-Glas in Luft für
 $n = 1.5$ bei dem Grenzswinkel $\alpha = 41^\circ 50'$.

total reflectant, sperrt die zweite Luftschicht
wider rechtswinklig und tritt daher rechts
bis zur Einfallslinie fast ungeschwächt wieder
aus.

Die totale Reflexion versteht sich durch den
selbstenartigen Lichtweg und ist davon die
ding deutlich, dass man hinter dem schrägen
liegenden Gegenstände nicht mehr sieht. Ferner
in O befindlichen Auge erscheint der Bild
der Luftschicht I in S' fallen soll nur durch
einen vorzüglichen Metallspiegel angestrahlt.

Für photographische Zwecke wandern Glas-
zylinder, die durch totale Reflexion wirken,
nicht verwendet, weil das Bild im Ver-
hältnis zum Objecte eine ganz unbrauchbare,
diese Größe haben müsste und ferner der
Bild sehr ungleichmäßig fall im Objektiv an-
scheint. Es werden, wie schon erwähnt, Glas-
zylinder mit unspaltbaren Linsen, die als
Spiegel wirken, in Anwendung gebracht.

Eine planparallele Platte bewirkt kei-
ne Richtungsänderung eines Strahls, son-
dern nur eine Parallelverschiebung desselben
wie und der scheinbar leicht zu erkennen ist, und
zwar ist die Verschiebung um so größer, je
dicker die Platte, je größer der Einfallswinkel
gegenüber und je größer der Einfallswinkel
ist.

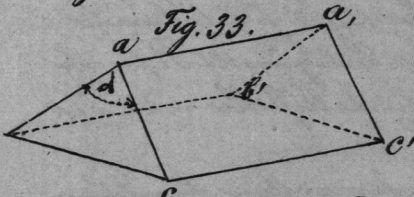


Der Einfallswinkel des
Lichtes durch ein schräg
verlaufendes ist nicht eine
Parallelverschiebung, son-
dern eine Ablenkung.

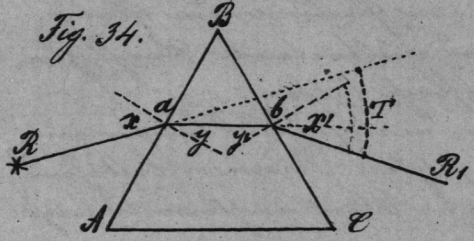
$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} = \frac{3}{2}, \quad \sin \alpha_2 = \frac{2}{3}, \quad \text{also } \sin \alpha_1 = \sin \beta_2, \text{ somit}$$

St und S, B parallel.

Unter Prisma versteht man in der Optik ein Stück eines durchsichtigen Stoffes, welches durch zwei gegenüberliegenden parallelen Ebenen begrenzt ist. aa' bildet die Krone, $bb'cc'$ die Lende, & den gegenüberliegenden Winkel das Prisma. Ein Pfeil mn nennt man den Einfallspunkt das Lichtstrahl mit einem Winkel der gegenüberliegenden Krone anstehenden Ebene; er bildet demzufolge ein Bild $m'n'$ und je nachdem dieses Bild anstehend, gleichförmig oder ungleichförmig ist, nennt man das Prisma selbst rechtwinklig, gleichförmig oder ungleichförmig.



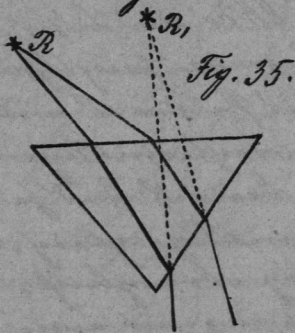
Es sei $A B C$ der Einfallspunkt eines Lichtstrahls, R ein vor dem Prisma stehender Punkt, Ra eine Lichtstrahl, so wird selber bei a zum Lot, bei b zum R , wenn Lotte gebrochen; zum Construction das gebrochenen Strahls kann die Einheit beiderseits Methode benutzt werden.



Ein in der Richtung $b R$, befindlicher Gegenstand mn wird durch den Punkt R gesehen in der Richtung des ungetrennten Strahls.

Das unvollkommene. Infolge der unvollkommenen Ablenkung werden die durchsichtigen Medien an geeigneten virtuellen Stellen von Objecten gesehen. Diese selbst zeigen bedehnten unvollkommenen Strahlen, welche von einem Punkt, so weitgehend das Prisma in einem Einfallspunkte durchsichtigen, durchzuziehen nach dem Mittelteil so, daß sie virtuell als verlängert,

fehlt zwar nicht genau in einem Punkte P ,
 sondern, wohl aber mit großer Annäherung, wenn
 die Hauptachsen unter sich wenig divergieren.

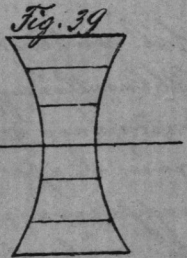
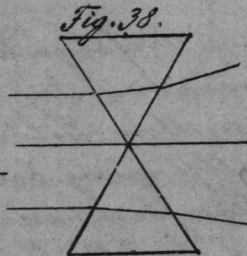
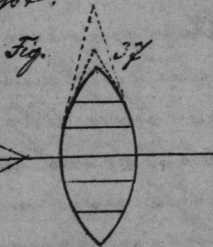
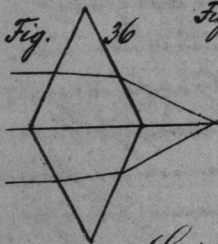


Wenn die ein- und aus-
 tretenden Hauptachsen mit dem
 Hauptmittelpunktswinkel
 gleiche Winkel bilden, so ist
 eine für die Divergenz von dem
 Brennpunkt weise abwärts groß
 als zuvor und fast so klein
 wie der Leuchtpunkt P , weise

demselben Abstand von der Einfallshöhe wie der
 leuchtende Punkt P .

Der Hauptwinkel bei der ersten Durchdringung
 bei A im den Winkel $(\alpha - \gamma)$ verhalten, bei
 der zweiten Durchdringung bei B im den Winkel
 $(\alpha - \gamma)$; die Totalablenkung ist die Summe
 beider (T) . Die Totalablenkung ist immer be-
 deutender, je größer der Durchdringungswinkel (α) ,
 der besondere Winkel (β) und der Einfall-
 swinkel ist. Dies ist für ein System um Klein-
 stes, wenn der ein- und aus-tretende Haupt glai-
 che Winkel mit der Glasfläche bilden.

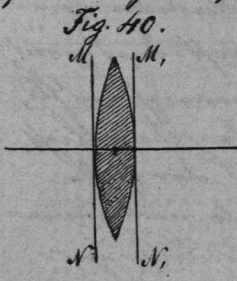
Die Linsen können nun auf zwei Arten ein-
 zeln mit einander gesetzten Prismen bestanden
 denken, wodurch sich dann die Abweichungsweise leicht
 erklären lässt.



Bei den Sammellinsen verfallen sich die
 beiden Hälften, die ein Lichtstrahl durchdringt, wie

flüchsigkeit eines Prismas, dessen Rücken in der
 Oeffnung liegt, während die Zuspitzungslinse ein
 Prisma vor sich, welche den besagten Hin-
 kel in der Oeffnung haben. Die Zuspitzungslinse
 muss verhalten für die Hülle des Einfallblo-
 ches.

Ein Lichtstrahl, welcher mit der Oeffnung der
 Linse zusammenfällt, geht ohne Ablenkung hin-
 durch; er ersieht sich wie ein Lichtstrahl, welcher
 senkrecht auf einer parallelen Glasplatte einfällt.



Lichtstrahlen, deren Weg in der
 Linse durch den optischen Mittelpunkt
 geht, haben die wichtige Eigenschaft,
 dass sie nur dem Austritt und
 der Linse eine Krümmung haben,
 welche der von ihrem Eintritt ger.
 recht ist; sie gehen durch die Lin-
 se wie durch eine gleichparallele beugungsglas-
 platte ohne Ablenkung, nur mit einer mehr
 oder weniger großen Parallelverschiebung.

Fig. 41

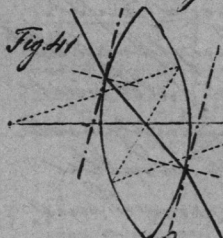


Fig. 42

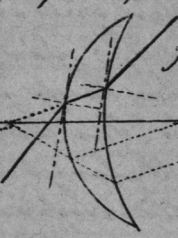
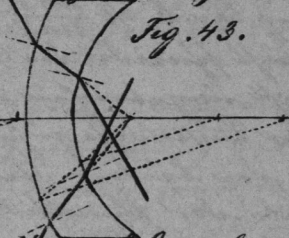


Fig. 43.



Bei concavconveren und umgekehrt bei den
 converconcaven Linsen gehen die Lichtstrahlen
 (mit Ausnahme des Oeffnungsstrahls) nicht wirk-
 lich durch den

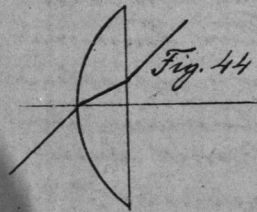


Fig. 44

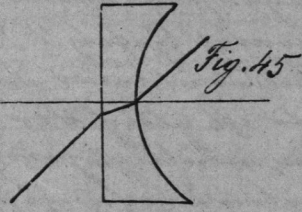


Fig. 45

Optischen Mit-
 telpunkt, son-
 dern nur die
 Krümmung
 der in die

Linse fallenden Strahl darzustellen.

Alle Strahlen, welche nicht durch den opti-
schen Mittelpunkt gehen, werden von ihrem Ein-
fallswinkel und zwar umso mehr, je größer
der Einfallswinkel ist.

In folgendem wird der Gang eines Licht-
strahls durch eine biconvexe Sammellinse dar-
gestellt:

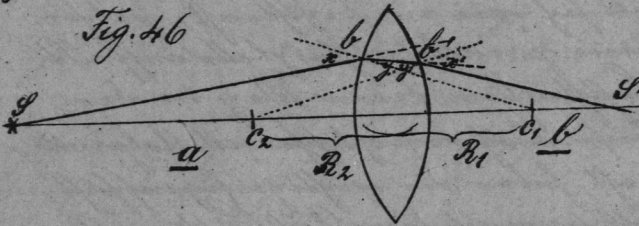


Fig. 46

R_1 und R_2
sind die
Radien der
ersten und zweiten
Kugelflächen.
Der Licht-
strahl S kommt von einem Punkte S der Object-
ebene a auf die erste Fläche mit einem
Einfallswinkel $= \alpha$; er wird für zum Lot ya
brechen; der Brechungswinkel ist $= \gamma$; für diesen
Brechungswinkel gilt nun $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$. Bei b wird der
Lichtstrahl vom Lot yb abgelenkt und für die Brech-
ung bei b ist $\frac{\sin \alpha'}{\sin \gamma'} = n$; der resultierende Licht-
strahl schneidet die Objectebene in S' ; der Gegenstand S
gibt umgekehrt durch die Linse ein Bild mit
der Entfernung ys zusammen. Im Brennpunkt
der biconvexen Linse S' liegt das reelle
Bild des Punktes S ; alle anderen von S aus-
gehenden Strahlen werden in denselben Punkt
konvergent gebrochen, dass jeder Strahl in Punkt
in S' schneiden würden.

Für die Gegenstandsweite a und Bild-
weite b gilt folgendes Gesetz: Die Summe
der reziproken Bildweite und der reziproken
Gegenstandsweite ist gleich der Summe der
reziproken Radien, multipliziert mit dem
in S angegebenen Brechungsexponenten.

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Dieser Gesetz gilt nur unter Annahme, die
war sehr kleinen Linsenöffnung und Mannigflüßi-
gung der Linsendicke.

Daukt man sich die Gegenstandsweite a
immer größer und zuletzt unendlich groß war.
dann 1 , so werden die Strahlen parallel zur Achse
einfallen und ihr Vereinigungspunkt hinter der
Linse heißt dann Brennpunkt und sein Abstand
ist die Brennweite (f).

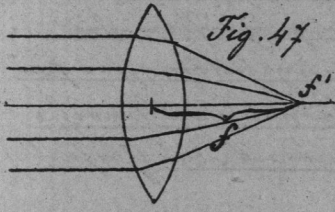


Fig. 47

Alle parallel zur Achse ein-
fallenden Strahlen gehen durch
den Lammepunkt; Umgekehrt,
den gehen im Gegenstandspunkt
der Linse. Diese beiden Punkte
sind sehr wichtig, um die
Construction von Linsenbildern vorzunehmen.

Es ist zu bemerken, daß bei concaven Linsen
keine Winkelige Vereinigung parallel einfallen.
Der Strahl verläuft gerade, daher der Punkt f nicht.

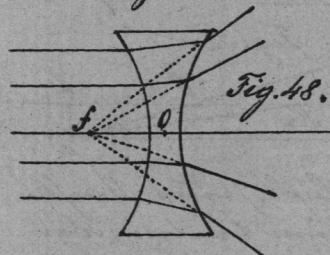


Fig. 48

Der als Zerstreuungspunkt
und die Zerstreuung ist besser
als Zerstreuungswerte be-
zeichnet wird.

Die Brennweite einer
Linse kann sowohl durch die
Länge, wie hinter gezeigt wird,
sowie durch Zerstreuung und den Krümmungsradius
des verfahren. ²⁾

Für gleichzeitige Concav Linsen berechnet
sich für den Fall $n = 1.5, f = 2, D. P.$ die Lamm-
punkte fallen mit den Krümmungsmittelpunkt
den zusammen. Die Lammweite der plancon-
warer Linse ist doppelt so groß, als die der gleich.

1) $a = \infty$, daher $\frac{1}{f} = \frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ oder $f = \frac{R_1 R_2}{(n-1)(R_1 + R_2)}$
2) $f = \frac{R_1 R_2}{(n-1)(R_1 + R_2)}$

gattkürzungen Liconverglinse. Die Brennweite
ist unter sonst gleichen Umständen bei der concav.
nen Linse geringer als bei der plürcconvexen
und bei dieser geringer als bei der concavcon-
vexen. Bei der letzteren nennt die zweite Brenn-

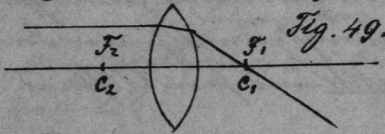


Fig. 49.

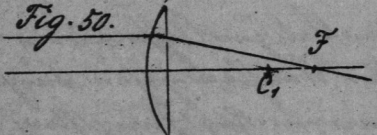


Fig. 50.

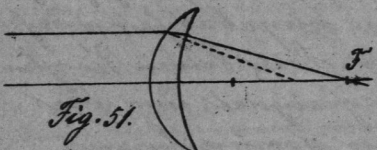


Fig. 51.

weite der erstern „
größer. Obgleich gilt
folgender Satz:

Die Brennweite ist um
so größer, je größer die
Krümmungshalbmesser sind
und je kleiner der Querschnitt
der Linse ist.

Bei einem System ein-
viertel Ringulinsen unter-
scheidet man folgende drei Fälle von Punkten,
welche man als Cardinalpunkte bezeichnet.

1. Die beiden Brennpunkte, den ersten F,

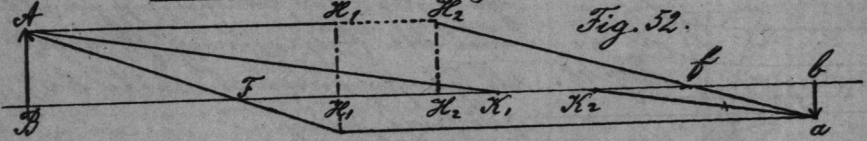


Fig. 52.

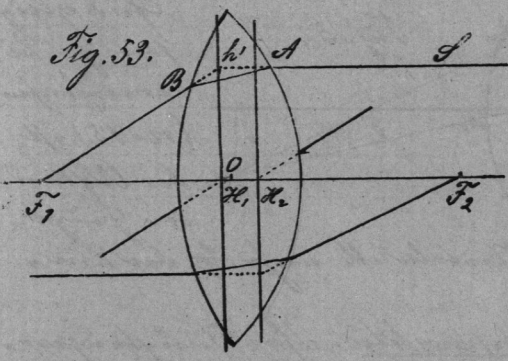
zum ersten Medium gehören, selbst wenn Krümmen
gerade sind dem letzten Medium zuzurechnen; der
zweite f das letzte Medium zuzurechnen die der
Linse zuzurechnen Krümmen der ersten Medium.
Ihm entgegen für diese Krümmen die zur Linse
gehörigen Brennweiten.

2. Die beiden Hauptpunkte H₁ und H₂.

Die Lage der Hauptpunkte ist durch folgenden Satz
bestimmt: Der 1. Hauptpunkt ist der Ort des
ersten, d. h. befindet sich in dem ersten ein Lins.
sander Punkt, so liegt sein Bild in dem zweiten.
Eben so der 2. Hauptpunkt ist der Ort des zweiten

gehörige Ebene heißt Hauptebene. Jeder ein
 hinfallender Punkt der ersten Bildebene hat sein
 Bild auf derselben Seite der Oeffnung gleich weit
 von ihr entfernt in der zweiten Bildebene.

Setzen wir den Weg eines parallel
 zur Oeffnung einfallenden Lichtes Sa. Es verläuft
 auf gerader Linie bis zur Oeffnung im
 Sammelpunkte F₁. Von dort geht man die beiden
 Sa und Sa', bis



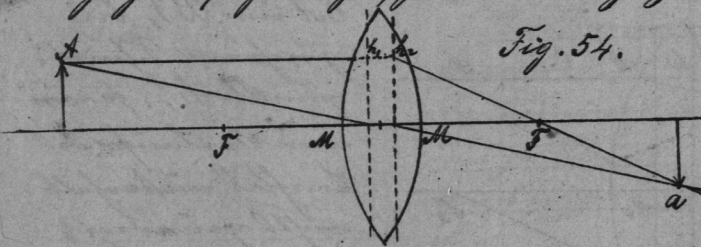
Sa und B_F, bis
 zu ihrem Schnittpunkt
 k_1 , so wird
 von A_B einfallendes
 Licht unparalel
 nicht verändert,
 wenn wir uns die
 beiden Sammelpunkte
 in A und B durch
 einander in

k_1 versetzt denken. Denken wir uns die Ebene k_1 , wie
 zu der Oeffnung parallel gehaltene Ebene, so wird diese
 als die neue Sammelpunkte F_1 angesehen. Die
Hauptebene und ihr Mittelpunkt H_1 , mit der Oeffnung
 als der entsprechenden Hauptpunkt bezeichnet.

Man kann demnach unter Voraussetzung ver-
 schiedener Krümmungen, jede beliebige Dicke hin-
 zu, durch eine unendlich dünne Linse ersetzt den-
 ken, deren Ort durch die Bildebene anzuzeigen
 wird und welche mit der wirklichen Linse den
 Sammelpunkt gemein hat. Unter Voraussetzung
 einer dicken Linse versteht man den Abstand
 ihres Sammelpunktes vom zugehörigen Bilde-
 punkte. Für F_2 ergibt sich in entsprechender Weise
 der Gegenpunkt H_2 .

Die Bildepunkte H_1 und H_2 können wir den
 optischen Mittelpunkt bei convergenzen und con-

concavum Linse wird ebenfalls derselben
Länge. Bei gleichzeitiger Concavum oder bi-
convexum Linse Länge für symmetrisch zum
Mittelpunkt; immer aber ist die halbe Läng-
e Abstand von dem Linsenmittelpunkt gleich
groß. Ist für eine Linse die Länge einer Linsen-
hälfte zum Brennpunkt gegeben, so ist für in
Länge auf eine gewisse Richtung ganz bestimmt.

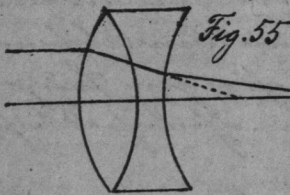


Für gleich-
zeitige bi-
convexum
($n=15$) ist
der Abstand
der Brennp.

punkte von dem Vertikal M nach $\frac{1}{2}$ der Linsen-
länge.

3. Die Knotenpunkte. Von Brennpunkten.
Es ist bekannt, dass jedem Kräfte, der in
einem Medium gegen den vorderen Knotenpunkt
in gewissem Medium ein parallel zur Kräfte aus-
tritt, der durch den vorderen Knotenpunkt
geht. Die Knotenpunkte sind für die Kräfte
von geringen Bedeutung.

Für combinirte Linse kann die Linsen-
weite leicht berechnet werden; zwei Linse von
gleichem Linsenweite, die sich einander gegenüber
finden, besitzen nur die selbe Linsenweite der in-
neren Linse.



Wenn eine Linse concav, die
andere convex, so wird auf
dem Fenster gegenüber in
erfolgt, dass die Linsen-
weite der Combination
länger sein wird, der die
Concavlinse der Convexlinse entgegenkommt.

Drei Linsencombinationen man ist mit einem oder
Linsenweite fällt die Entfernung der Linsen,
Zunahme von der ersten Linse ungenau; eigent-
licher ist die Angabe der sog. äquivalenten Linsen-
weite; darunter versteht man die Linsenweite
einer äquivalenten Linse, welche eine äquivalenten-
de Wirkung bewirkt, wie das Objectiv oder Linsen-
system für.

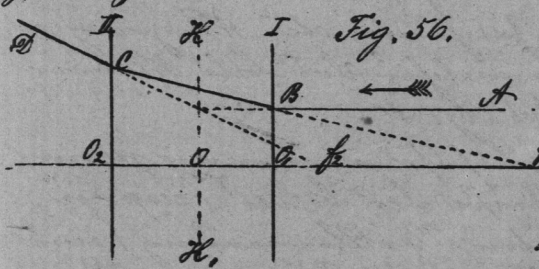


Fig. 56.
Objekt I und II
Zusammensetzung
für, mit dem
Linsenweite
(eigentlich für
Brennweite
 f_1 und f_2).

Die Entfernung der Linsen für C. A B
für ein paralleles Objekt, welches durch C B ge-
bildet wird, seine Vergrößerung und nicht
virtuell ist f_1 ; und das zweite Linse bildet
es in der Richtung C D, seine Vergrößerung
nach virtuell ist f_2 der Punkte O_2 , dessen
Entfernung von C, berechnet werden kann.

Vergrößerung man A B nach links, so wo
fällt man bei C einen Schnittpunkt, durch
welchen man sich eine Ebene H H1 (Hauptebene)
parallel zur Ebene der Linsen ziehen kann;
sie repräsentiert die Lage einer Linse, wel-
che in ihrer Wirkung den beiden Linsen
I und II gleichwertig ist, wie dies auf die
Zeichnung klar erkennen lässt. Die Linsen-
weite dieser äquivalenten Linse ist durch die Distanz
von O_2 gegeben und kann berechnet werden.

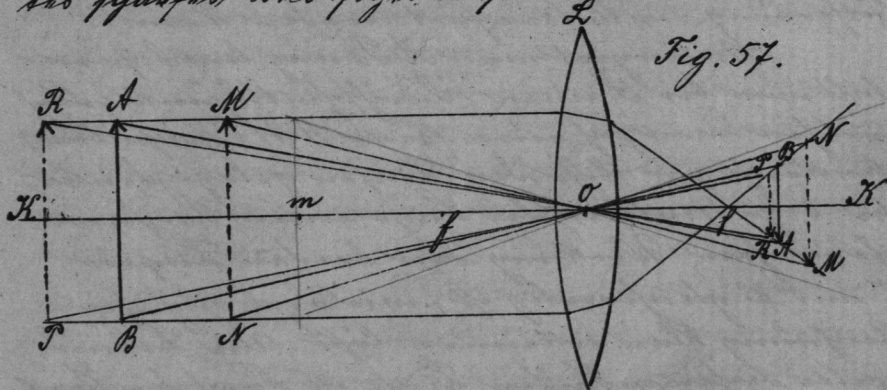
Ob diese äquivalente Linse eine Zusam-
men- oder eine Sammellinse ist, hängt
abhängig davon ab, ob der Linsenmittelpunkt

im Tinnu die einfallenden Hauptstrahlen so werden
hinten der Brennpunkt liegt.

Über Bild- u. Gegenstandsweite bei photographischen Aufnahmen.

1. Das gewöhnlichste Fall ist die Aufzeichnung
eines Gegenstandes, einer Configuration oder die Ver-
kleinerung eines Gegenstandes etc., Kinnung ja.
da Aufzeichnung, bei welcher das Bild kleiner
werden soll als das Object.

In diesem Falle wird man je nach
der verlangten Größe des Bildes (resp. je
nach der verlangten Verkleinerung) eine
mehr oder weniger große Öffnung wählen;
jedemfalls aber wird je bei größer sein als
die doppelte Brennweite des Objectives be-
trägt. Sind Anordnungen der mittleren Papi-
er wird man eine Lage Vorzeichen finden,
bei welcher ein verkleinertes und verkleinertes
das gewünschte Bild sichtbar sein wird.



Bei L eine Sammellinse, HH' deren
Achse, f die einfache und m die doppelte Brenn-
weite, und AB das zu photographierende Object.
Ein von A parallel zur Achse auf die Linse fallendes