

Ueber  
**Kurzichtigkeit und Weitsichtigkeit**  
und  
über den Gebrauch der Brillen.

---



UNIVERSITÄTS- UND LANDESBIBLIOTHEK

DÜSSELDORF

## **V o r w o r t.**

Man kann wohl nicht in Abrede stellen, daß unter den Studirenden die Zahl derjenigen, welche Augengläser gebrauchen, in neuerer Zeit bedeutend zugenommen habe. Sicher wäre es ein verdienstliches Unternehmen, wenn Lehrer sich vereinigten, um die Ursachen dieser Erscheinung aufzusuchen und auf Mittel zu sinnen, wodurch der zunehmenden Kurzsichtigkeit bei der studirenden Jugend möchten Schranken gesetzt werden. Warum bei Berathungen über die physische Erziehung der Schuljugend nicht leicht die Rede auf die Erhaltung der Augen kommt, mag vielleicht in der irrigen Ansicht seinen Grund haben, daß nur Aerzte über Gesichtsfehler zu urtheilen vermögten. Daher ist auch der Schüler, welcher sich veranlasset sieht, zu einer Brille seine Zuflucht zu nehmen, beim Aussuchen derselben in der Regel nur zu sehr sich selbst überlassen, wählt leicht Gläser, welche das Augenübel in kurzer Zeit merklich verschlimmern. Es schien mir daher nicht unzuweckmäßig, in einer Schulschrift genauer anzugeben, durch welche Eigenthümlichkeit des Auges die Kurzsichtigkeit und Weitsichtigkeit bedingt werde, ebenfalls den Nutzen und Schaden, welchen der Gebrauch der Brillen hervorbringt, gründlicher zu erörtern als dies in den Lehrbüchern der Physik geschehen kann. Um jedoch das hierüber Angegebene klar auffassen zu können, wird erfordert, daß man die Lehre von der Brechung der Lichtstrahlen und die Einrichtung des menschlichen Auges kenne; daher ist über beides das Wesentlichste mitgetheilt. Die bessern Schüler der Prima haben in der Regel Vergnügen,

wenn man ihnen auf eine faßliche Art zeigt, wie Lehren der Physik sich auf einen mathematischen Ausdruck bringen lassen; deswegen ist hier nachgewiesen, wie die dioptrische Grundformel aus der geometrischen Zeichnung sich ableiten lasse. Dieser mathematische Zusatz, welcher mit kleinerer Schrift gedruckt ist, kann allenfalls übergangen werden. Es wäre leicht gewesen, bei der späteren Angabe, wie man die Brennweiten der erforderlichen Gläser berechnen könne, die aufgestellten Formeln aus der Grundformel herzuleiten; dies ist aber nicht geschehen, um die Aufmerksamkeit des Lesers, welcher dieser Herleitung nicht leicht folgen könnte, von der Hauptsache nicht abzulenken. Die Nachweise, wie Brillen den Fehler der Kurzsichtigkeit und Weitsichtigkeit ausgleichen, ist sehr leicht zu fassen; daher es eine auffallende Erscheinung ist, daß so viele Brillenträger in den gebildeten Ständen kaum wissen, ob ihre Augengläser erhöht oder vertieft sein, und gar keinen Begriff haben, warum Kurzsichtige und Weitsichtige ganz verschiedene Gläser gebrauchen müssen.

Sehr würde es mich freuen, wenn diese kleine Abhandlung die Aufmerksamkeit von Schulmännern auf die bei der Schuljugend oft vorkommende Kurzsichtigkeit hinlenkte.

### Von der Brechung der Lichtstrahlen im Allgemeinen.

§. 1. Jeder leuchtende oder erleuchtete Punkt schickt nach allen Richtungen auseinanderfahrende (divergente) Lichtstrahlen, die in geraden Linien sich fortbewegen, so lange sie in demselben Mittel, z. B. in Luft, Wasser, Glas sich befinden. Nur müssen diese Mittel überall gleiche Dichtigkeit haben.

§. 2. Eben so behält ein Lichtstrahl seine Richtung, wenn er auf diejenige Fläche, welche zwei verschiedene Mittel, wie Luft und Wasser, Luft und Glas von einander scheidet, lothrecht auffällt. Wenn aber der Lichtstrahl auf genannte Fläche unter einem schiefen Winkel fällt, so wird derselbe beim Eintritt in das zweite Mittel gleichsam geknickt, nimmt somit eine andere Richtung als er vorher hatte, und behält diese Richtung in dem zweiten Mittel bei. Diese Ablenkung des Lichtes beim Eintritt in das andere Mittel wird Brechung des Lichtes genannt.

§. 3. Es stelle  $AB$  (Fig. 1.) die Fläche vor, welche zwei Mittel, wie Luft und Wasser, scheidet; es sei  $AB$  die Oberfläche des Wassers. Bei  $C$  tritt der Lichtstrahl  $DC$  aus der Luft in's Wasser. Man errichte in  $C$  auf die Fläche  $AB$  eine lothrechte Linie  $FC$  und verlängere sie nach  $L$ , so heißt die Linie  $FL$  das Einfallslot. Der bei  $C$  in's Wasser eintretende Lichtstrahl  $DC$  wird in dem Punkte  $C$  gleichsam geknickt, geht nicht in der Geraden  $DCG$  voran, sondern wird nach dem Einfallslot  $CL$  hin gebrochen. Der Winkel  $DCF$ , vom Lichtstrahl  $DC$  und dem Einfallslot  $FC$  gebildet, heißt der Einfallswinkel. Der Winkel  $KCL$ , vom gebrochenen Lichtstrahl  $CK$  und dem Einfallslot  $CL$  gebildet, wird der Brechungswinkel, und der Winkel  $GCK$ , dessen Schenkel der gebrochene Strahl  $CK$  und die in der Richtung von  $DC$  fortlaufende Gerade  $CG$  sind, wird der gebrochene Winkel genannt.

Die Linien  $DC$ ,  $CK$ ,  $FL$  liegen in derselben Ebene, welche auf der brechenden Fläche  $AB$  senkrecht steht.

§. 4. Fällt von einem unter dem Wasser befindlichen Punkte  $K$  ein Lichtstrahl  $KC$  auf  $AB$ , so bleibt er beim Eintritt in die Luft nicht in derselben Richtung, sondern wird von dem Einfallslothe  $FC$  abwärts gebrochen, so daß es scheint, als wenn der Lichtstrahl von  $G$  und nicht von  $K$  ausginge; daher ein in  $D$  befindliches Auge den Gegenstand  $K$  in der Stelle von  $G$  erblickt.

§. 5. Das Naturgesetz für die Brechung der Lichtstrahlen ist folgendes: Tritt ein Lichtstrahl aus einem dünneren Mittel in ein dichteres, z. B. aus Luft in Wasser, so ist der Einfallswinkel größer als der Brechungswinkel, kommt aber der Lichtstrahl aus einem dichteren Mittel in ein dünneres, so ist der Einfallswinkel kleiner als der Brechungswinkel. Der Holländer Snellius (starb 1624) machte die Entdeckung, daß bei denselben Mitteln, z. B. Luft und Wasser, Luft und Glas, zwischen dem Sinus des Einfallswinkels und des Brechungswinkels ein unveränderliches, von der Größe beider Winkel ganz unabhängiges Verhältniß stattfindet.

§. 6. Man beschreibe mit  $CF$  einen Kreis, ziehe aus  $D$ ,  $G$ ,  $K$  Senkrechte auf  $FL$ ; so ist  $DE = Gm$  Sinus des Einfallswinkels  $DCF = GCL$ , und  $Kn$  Sinus des Brechungswinkels  $KCL$ . Die Erfahrung zeigt, daß, wenn der Lichtstrahl  $DC$  aus Luft in Wasser übergeht, sich verhält

$$DE \text{ oder } Gm : Kn = 4 : 3.$$

Wäre unterhalb  $AB$  gewöhnliches Glas, so würde sich verhalten

$$Gm : Kn = 3 : 2 \text{ genauer } = 17 : 11.$$

Bei kleinen Winkeln sind deren Sinus den diese Winkel messenden Bogen oder den Winkeln proportional; daher man auch bei kleinen Winkeln statt des Verhältnisses des Sinus das Verhältniß der Winkel setzen kann.

§. 7. Geht der Lichtstrahl  $KC$  bei  $C$  aus Wasser in Luft, so ist  $KCL$  der Einfallswinkel und  $DCG = GCL$  der Brechungswinkel, und es ist

$$Kn : Gm = 3 : 4$$

$$\text{beim Glase } Kn : Gm = 2 : 3.$$

Die angegebenen Verhältnisse  $3 : 4$  oder  $2 : 3$  heißen die Brechungsverhältnisse, welche bei denselben Mitteln unverändert bleiben, wenn auch der Einfallswinkel und mit ihm der Brechungswinkel größer oder kleiner wird.

Dieses Verhältniß wird gewöhnlich so genommen, daß man den Sinus des einen Winkels gleich 1 setzt, und das Verhältniß durch einen Decimalbruch angibt. Ist

$$\text{Kn} : \text{Gm} = 2 : 3, \text{ so ist auch } 2 : 3 = \frac{2}{2} : \frac{3}{2} = 1 : 1,5.$$

Diese Zahl 1,5 heißt der Brechungsindex. Sagt man z. B. der Brechungsindex eines Stückes Flintglas (Glas, welches Blei enthält) sei 1,612, so bedeutet dies: wenn ein Lichtstrahl aus Luft in dieses Glas übergeht, so ist der Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels wie 1,612 : 1. Geht umgekehrt der Lichtstrahl aus Glas in Luft, so ist der Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels wie 1 : 1,612.

§. 7. Ist unter AB gewöhnliches Glas, dessen Brechungsindex = 1,5 ist, bildet dann der aus dem Glase kommende Lichtstrahl KC mit dem Einfallslot LF einen Winkel KCL = 20°, so wird der Sinus des Brechungswinkels DCF = 1,5 × sin 20° = 1,5 × 0,34202 = 0,51303 = sin 30° 52', also W. DCF = 30° 52' sein. — Wäre KCL = 60°, so wäre sin DCF = 1,5 sin 60° = 1,5 × 0,86603 = 1,29904. Da jeder Sinus kleiner als 1 oder als der Sinustotus sein muß, so ist ein Sinus = 1,29904 eine unmögliche Größe. Es würde in diesem Falle der Strahl KC nicht aus dem Glase in die Luft treten, sondern in das Glas zurückgeworfen werden. Fällt überhaupt ein Lichtstrahl aus Glas in Luft auf die brechende Fläche unter einem Winkel, der größer als 41° 48' ist, so wird derselbe von der brechenden Fläche in das Glas zurückgeworfen.

§. 8. Es stelle ABDC (Fig. 2.) den Durchschnitt eines Glases mit parallelen Flächen dar, mithin sei AB parallel zu CD. Der Lichtstrahl FG falle unter einem schiefen Winkel auf AB, so wird im Glase der fortgehende Strahl GM nach dem Einfallslothe GK hin gebrochen und beim Eintritt in die Luft in M vom Einfallslothe MN abwärts gebrochen. Nun erkennt man leicht, daß der einfallende Strahl FG und der austretende Strahl MP einander parallel sind. Daher sieht man durch ein solches Glas Gegenstände gerade so, als wenn zwischen diesem und dem Auge kein Glas sich befände. Nur in dem Falle, wenn man sehr schräge durch ein solches Glas sieht, werden die Gegenstände ein wenig aus der Stelle gerückt, doch ohne Veränderung ihrer Größe und gegenseitigen Lage.

### Von der Brechung der Lichtstrahlen durch Linsengläser.

§. 9 In der Optik versteht man unter Linsen durchsichtige Körper, welche entweder an der einen oder an beiden Seiten von gekrümmten Flächen begrenzt sind. Sie werden eingetheilt in *convexe* (erhabene) und *concave* (vertiefte), je nachdem sie in der Mitte dicker oder dünner sind als am Rande. Die *convexen* Linsen heißen auch *Sammel-* und die *concaven* *Zerstreuungsgläser*. Sowohl die *Sammel-* als *Zerstreuungsgläser* haben drei Unterabtheilungen Die *convexen* Gläser sind

1. *planconvex*, d. h. auf der einen Seite eben wie ein Spiegel, auf der andern Seite erhaben; Fig. 3. a.
2. *biconvex* oder doppelt erhaben, auf beiden Seiten erhaben; Fig. 3. b.
3. *convex = concav*, auf der einen Seite vertieft, auf der andern Seite erhaben. Die *convexe* Seite ist stärker gekrümmt, als die vertiefte Seite. Diesen Linsen, da sie die Gestalt des Mondes haben, wie derselbe einige Tage nach dem Neumond erscheint, hat man den Namen: *Menisken* d. i. *Möndchen* gegeben. Fig. 3. c.

Die *concaven* Linsen sind

1. *planconcav*; Fig. 3. d.
2. *biconcav*; Fig. 3. e.
3. *convex = concav*. Die vertiefte Fläche ist stärker gekrümmt als die erhabene. Fig. 3. f. Hinsichtlich dieser Gläser ist folgendes zu bemerken:
  1. Die gekrümmten Flächen sind allezeit Abschnitte von Kugelflächen.
  2. Die Halbmesser der Kugeln, von welchen die Flächen Abschnitte sind, nennt man die Halbmesser dieser Flächen.
  3. Die Flächen der Gläser dürfen nicht sehr große Segmente der Kugeln sein.
  4. *Biconvexe* und *biconcave* Linsen heißen *gleichseitig* oder *ungleichseitig*, je nachdem die beiden Flächen zu demselben Halbmesser gehören oder nicht; im letzteren Falle ist die eine Fläche mehr gekrümmt als die andere, wie dies auch bei den *convex = concaven* und *convex = concaven* Linsen der Fall ist.
  5. Die Seite, worauf ein Lichtstrahl fällt, heißt die *Vorderseite*, die entgegengesetzte die *Hinterseite*.
  6. Die Linie, welche den Mittelpunkt der Kugel, wovon die krumme Fläche ein Segment ist, mit dem Mittelpunkte des Glases verbindet, heißt die *Achse*.



§. 10. Nachdem die allgemeinen Gesetze der Brechung der Lichtstrahlen, wenn dieselben unter einem schiefen Winkel von einem Mittel in ein anderes übergehen, angegeben sind, ist es leicht, die durch Linsengläser bewirkte Brechung der Lichtstrahlen nachzuweisen, wenn man durch Beobachtung das Brechungsverhältniß für Luft und Glas gefunden hat. Man muß nur bei der Krümmungsfläche des Glases den Punkt, wo der Lichtstrahl auffällt als Punkt einer Ebene betrachten. Zu dem Ende muß man durch diesen Punkt eine Tangente zu dem Krümmungsbogen ziehen, oder sich nur die Tangente gezogen denken.

§. 11. Auf die planconvexe Linse  $MGN$  (Fig. 4.) fallen die Strahlen  $Ao$ ,  $Ba$  parallel zur Achse  $Cf$ . Wäre  $Cf$  ein Lichtstrahl, so würde er beim Austritte aus dem Glase nicht gebrochen, weil, wenn in  $G$  eine Tangente gezogen würde, der Lichtstrahl  $Cf$  auf diese Linie senkrecht auffiele. Die auf die Glasfläche senkrecht einfallenden Strahlen  $Ao$ ,  $Ba$  erleiden beim Eintritt in das Glas keine Brechung. Man ziehe in den Punkten  $o$  und  $a$  Tangenten zum Bogen  $MGN$ , und verbinde  $o$  und  $a$  mit dem Mittelpunkte  $C$  der Kugel, wovon die krumme Fläche ein Segment ist; so stehen die Halbmesser  $Co$  und  $Ca$  senkrecht auf den Tangenten, geben also verlängert die Einfallslothe, von denen die Strahlen  $Ao$  und  $Ba$  beim Eintritt in die Luft abwärts gebrochen werden, und sich in  $f$ , einem Punkte der Achse, vereinigen.

§. 12. Es sei Fig. 5.  $ERPS$  der Durchschnitt einer biconveren Linse.  $CS$  und  $AR$  seien die Halbmesser der sphärischen Flächen;  $BD$  die Achse der Linse. Die Lichtstrahlen  $Kh$  und  $Lm$  fallen parallel zur Achse auf das Glas. Man denke sich durch  $h$  und  $m$  Tangenten zu dem Bogen  $ERP$  gezogen. Der Mittelpunkt dieses Bogens, der Punkt  $A$  wird mit  $h$  verbunden; so ist  $AG$  das Einfallslot, zu dem im Glase der einfallende Lichtstrahl  $Kh$  hingelenkt wird und den Strahl  $hu$  bildet. Für den in die Luft übergehenden Strahl ist  $CQ$  das Einfallslot, von welchem  $hu$  beim Uebergange in Luft abwärts gebrochen wird, und die Achse  $BD$  in  $f$  trifft. Das vom Lichtstrahl  $Kh$  Angegebene gilt auch von dem Lichtstrahl  $Lm$ , der sich mit dem Lichtstrahl  $Kh$  in  $f$  vereinigt. Von  $f$  werden die Lichtstrahlen divergirend weiter gehen.

§. 13. Der Vereinigungspunkt der Strahlen, der Punkt  $f$ , heißt Brennpunkt, und die Entfernung dieses Punktes vom Glase, die Linie  $Sf$ , heißt Brennweite.

Anmerkung. Es wurden hier nur zwei in gleicher Entfernung von der Achse einfallende Strahlen angenommen, welche sich in demselben Punkte der Achse vereinigen müssen, weil dieselben gleiche Brechung erleiden. Dies ist aber nicht genau der Fall bei allen parallel zur Achse einfallenden Strahlen, da die näher dem Rande einfallenden Strahlen stärker gebrochen werden und sich früher vereinigen als die nahe bei der Achse durch das Glas gehenden Strahlen. Es bilden daher die Strahlen einen Vereinigungsraum. Bei nicht großen Gläsern ist dieser Raum nur klein; daher man ihn noch Brennpunkt nennt. Diese von der Kugelgestalt herrührende Eigenthümlichkeit der Linsen, nicht alle Strahlen in einen Punkt zu vereinigen, wird die Abweichung wegen der Kugelgestalt oder die sphärische Abweichung genannt.

§. 14. Es bedarf keiner Nachweisung, daß wenn aus dem Brennpunkt  $f$  divergente Strahlen auf die convexe Linse fallen, dieselben nach ihrem Durchgange durch das Glas einander parallel werden. Leicht kann man auch zeigen, daß, wenn aus einem Punkte  $D$ , der in der Achse aber weiter vom Glase entfernt ist als der Brennpunkt, divergente Strahlen auf die Linse fallen, dieselben nach ihrem Durchgange convergiren und sich wieder in einem Punkte der Achse vereinigen.

Fallen von einem Punkte der Achse, der zwischen Brennpunkt und dem Glase sich befindet, divergente Strahlen auf das Glas, so sind dieselben nach ihrem Durchgange durch die Linse weniger divergent. Die convexen Gläser, welche auffallende Strahlen nach ihrem Durchgange durch das Glas vereinigen oder in einem Punkte sammeln, heißen auch Sammelgläser.

§ 15. Es stelle Fig. 6 den Durchschnitt einer doppelt vertieften oder biconcaven Linse dar.  $BD$  sei die Achse,  $D$  und  $B$  die Mittelpunkte der Kreisbogen  $uSn$  und  $hPm$ . Der Lichtstrahl  $Kh$  falle parallel zur Achse  $BD$  auf den concaven Bogen  $hPm$ . Man ziehe den Halbmesser  $Bh$  und verlängere denselben; so ist  $BG$  das Einfallslot für den Strahl  $Kh$ , welcher beim Eintritt in das Glas nach dem Einfallslot hingelenkt wird, und im Glase den Strahl  $hu$  bildet.  $Du$  ist Halbmesser des Bogens  $uSn$ , mithin auch das Einfallslot, von welchem der Lichtstrahl  $hu$  beim Eintritt

in die Luft abgelenkt wird. — Die Lichtstrahlen, welche parallel zur Achse auf eine Hohllinse fallen, werden nach dem Durchgange durch das Glas divergent. Diese Gläser haben also keinen Brennpunkt wie die erhabenen Gläser. Verlängert man die ausfahrenden Strahlen  $Qu$ ,  $Pn$  in Gedanken rückwärts, bis sie sich vor dem Glase in einem Punkte der Achse, in  $f$  vereinigen, so nennt man den Punkt  $f$  den negativen Brennpunkt und  $Pf$  die negative Brennweite der Hohllinse. Der Brennpunkt einer Hohllinse liegt vor, einer erhabenen Linse hinter dem Glase; daher man sagt: erhabene Linsen haben einen positiven, Hohlinsen einen negativen Brennpunkt.

Da die concaven Gläser Lichtstrahlen, welche bei convexen Gläsern sich vereinigen, auseinander treiben, nennt man sie auch Zerstreungsgläser.

§. 16. Man kann nun auch durch geometrische Construction zeigen, welchen Weg die auf eine Hohllinse convergirend oder divergirend auffallenden Lichtstrahlen nach ihrem Durchgange durch das Glas nehmen. Es ist jedoch zweckmäßig, statt durch Construction durch Rechnung die vorkommenden Aufgaben zu lösen.

### Mathematische Zusätze.

§. 17. Aus dem, was über die durch Linsengläser bewirkte Brechung der Lichtstrahlen angegeben ist, erkennt man, daß, wenn das Brechungsverhältniß des Glases durch die Erfahrung festgesetzt ist, man leicht durch eine geometrische Construction den Weg angeben könne, welchen Lichtstrahlen, sie mögen parallel zur Achse, divergent oder konvergent auf Linsengläser fallen, nach ihrem Durchgange durch das Glas nehmen, und wo in der Achse, falls die Strahlen sich vereinigen, der Vereinigungspunkt liege. Indessen hängt die Genauigkeit dieser Bestimmung von der Genauigkeit der Zeichnung ab; diese wird aber bei so kleinen Winkeln, wie hier vorkommen, niemals den erforderlichen Grad von Vollkommenheit erreichen. Man mußte also suchen, aus der geometrischen Construction einen analytischen Ausdruck abzuleiten, und so statt der Construction die Rechnung eintreten zu lassen. Wirklich ist auch ein allgemeiner Ausdruck für die Rechnung gefunden, welcher höchst einfach ist und die Bestimmungen enthält, welche sich auf Brechung der Lichtstrahlen durch Linsen beziehen. Diese dioptrische Formel ist

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{a}{R} + \frac{a}{r}$$

$d$  bezeichnet die Distanz des leuchtenden Punktes von der Linse;

$f$  ist die Vereinigungsweite der Lichtstrahlen für die Distanz  $d$ , oder auch die Brennweite, wenn  $d$  als unendlich angenommen wird;

$a$  ist der Brechungsindex weniger 1, also wenn der Brechungsindex  $= n$  gesetzt wird, ist  $a = n - 1$ ;

$R$  und  $r$  sind die den beiden Krümmungen zugehörigen Halbmesser.

§. 18. Die Herleitung dieser dioptrischen Grundformel ist nicht schwierig und wird demjenigen, welcher einigermaßen in der Mathematik bewandert ist, Freude gewähren. Deshalb soll nun gezeigt werden, wie man diese Formel findet.

Es stelle Fig. 7. PAEB den Durchschnitt einer biconvexen Linse dar. FG sey die Achse, DA Halbmesser des Bogens PAE, und CB Halbmesser des Bogens PBE, D und C sind also die beiden Mittelpunkte der sphärischen Flächen der Linse. Aus F, einem Punkte in der Achse, falle der Lichtstrahl Fs auf das Glas. Man ziehe das Einfallslot DM, so wird der Strahl im Glase nach DM hin gebrochen. Bei u trete der Strahl aus dem Glase in die Luft, so entfernt sich der Lichtstrahl vom Einfallslothe CN und schneidet die Achse in G.

Es sey  $DA = R$ ,  $CB = r$ ,  $FA = d$ ,  $BG = f$ , das Brechungsverhältniß, wenn der Lichtstrahl aus Luft in Glas übergeht, sey  $n : 1$ . Es soll eine Gleichung zwischen  $R$ ,  $r$ ,  $d$ ,  $f$ ,  $n$  gefunden werden.

Da die Winkel  $FsM$ ,  $usD$ ,  $suC$ ,  $NuG$  klein sind, kann man die Winkel ihren Sinus substituiren und ihnen das Brechungsverhältniß der Sinus beilegen. Dann ist

$$\mathbb{W}. MsF : usD = n : 1$$

$$\mathbb{W}. NuG : suC = n : 1$$

$$\text{also } MsF + NuG : usD + suC = n : 1.$$

Bezeichnet man die spitzigen Winkel bei F, C, D, G mit diesen Buchstaben, so ist  $MsF$  äußerer  $\mathbb{W}$ . des Dr.  $FsD$ ; also  $MsF = F + D$ ; eben so  $\mathbb{W}. NuG = C + G$ ; daher  $MsF + NuG = F + D + C + G$ .

$$\text{Ferner ist } \mathbb{W}. syC = usD + suC$$

$$\mathbb{W}. syC = C + D$$

$$\text{also } \mathbb{W}. usD + suC = C + D.$$

Setzt man diese Werthe in die obige Proportion, so ist

$$F + D + C + G : C + D = n : 1.$$

Nun ist das erste Glied weniger dem zweiten zu dem zweiten Gliede, u. s. w.

$$\text{Daher } F + G : C + D = n - 1 : 1$$

$$\text{und } (n - 1) C + (n - 1) D = F + G.$$

Die Bogen  $sA$  und  $uB$  dürfen, da sie klein und wenig gekrümmt sind, als gerade auf  $FA$  und  $BG$  senkrecht stehende Linien angesehen werden; dann sind die Dr.  $FsA$ ,  $GuB$ ,  $CuB$ ,  $DsA$  rechtwinkelig; daher

$$FA : As = 1 : \text{tang. } F$$

$$\text{also tang. } F = \frac{As}{FA} = \frac{As}{d} = \mathfrak{W. } F$$

$$\text{eben so tang. } G = \frac{Bu}{BG} = \frac{Bu}{f} = \mathfrak{W. } G$$

$$\text{tang. } C = \frac{Bu}{CB} = \frac{Bu}{r} = \mathfrak{W. } C$$

$$\text{tang. } D = \frac{As}{AD} = \frac{As}{R} = \mathfrak{W. } D$$

Die Tangenten kleiner Winkel sind den Winkeln proportional, daher man statt der Tangenten der Winkel die Winkel selbst nehmen darf. Setzt man statt der  $\mathfrak{W. } F, G, C, D$  die eben gefundenen Werthe, so erhält man statt der vorigen Gleichung

$$(n - 1) C + (n - 1) D = F + G$$

$$\text{jest } (n - 1) \frac{Bu}{r} + (n - 1) \frac{As}{R} = \frac{As}{d} + \frac{Bu}{f}.$$

Wegen der geringen Dicke des Glases liegen die Punkte  $s$  und  $u$  einander sehr nahe, die Linien  $Fs$  und  $Gu$  machen mit der Achse nur kleine Winkel, daher man  $As = Bu$  setzen darf. Man erhält alsdann

$$(n - 1) \frac{Bu}{r} + (n - 1) \frac{Bu}{R} = \frac{Bu}{d} + \frac{Bu}{f}.$$

Man dividire die Gleichung durch  $Bu$ , so ist

$$\frac{n - 1}{r} + \frac{n - 1}{R} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

Setzt man  $n - 1 = a$ , so hat man die vorhin angegebene Formel

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{a}{r} + \frac{a}{R}.$$

§. 19. In dieser Gleichung kommen 5 verschiedene Größen vor. Sind 4 von denselben bekannt, so läßt sich die fünfte berechnen. Es sind also 5 verschiedene Auf-

gaben möglich. Einige Beispiele mögen die Wichtigkeit dieser dioptrischen Formel zeigen. Aus jener Formel ergibt sich die Vereinigungsweite für eine bikonvexe Linse:

$$\text{I. } f = \frac{d R r}{a d (R + r) - R r} \cdot$$

Ist die Linse gleichseitig, also  $R = r$ , so ist

$$\text{II. } f = \frac{d r R}{2 a d R} \cdot$$

Es sey  $FA = d = 1''$ ;  $AD = R = 1''$ , 10;  $CB = r = 0''$ , 9, der Brechungsindex  $= n = 1,52$ ; also  $a = 0,52$ , so ist

$$BG = f = \frac{1 \times 1,1 \times 0,9}{0,52 \times 2 - 1,1 \times 0,9} = \frac{0,99}{0,05} = 19'', 8.$$

Der Vereinigungspunkt der aus F kommenden Lichtstrahlen liegt also 19,8 Zoll hinter der Linse in der Achse.

Nähme man  $R = r = 1''$  und behielte die übrigen Werthe bei, so wäre  $f = 25$  Zoll.

Nimmt man  $d$  unendlich groß, was der Fall ist, wenn die Strahlen von der Sonne kommen, die als einander parallel anzusehen sind, so ist  $\frac{1}{d} = \text{Null}$  zu setzen.

Es fällt  $\frac{1}{d}$  in der Gleichung aus, und die Grundformel geht über in

$$\frac{1}{f} = \frac{a}{R} + \frac{a}{R},$$

$$\text{daher } f = \frac{R r}{a (R + r)} \cdot$$

Um jedoch die Vereinigungsweite der auf die Linse fallenden Strahlen von der Brennweite zu unterscheiden, nenne man die Brennweite  $p$ ; dann ist

$$\text{III. } p = \frac{R r}{a (R + r)} \cdot$$

Setzt man  $R = r$ , was bei der gleichseitigen Linse der Fall ist, so ist

$$\text{IV. } p = \frac{R^2}{2 a R} = \frac{R}{2 a} \cdot$$

Beim gewöhnlichen Glase ist der Brechungsindex  $= \frac{3}{2} = 1,5$ , also  $a = 0,5$ ; dies gibt

$$V. p = \frac{R}{2 \times 0,5} = R.$$

Es ist also bei einer aus Spiegelglas gemachten gleichseitigen biconveren Linse die Brennweite gleich dem Radius der krummen Fläche.

Kennt man die Brennweite einer biconveren Linse und den Radius der einen Krümmung, so findet man

$$VI. r = \frac{p a R}{R - p a}.$$

Ist die Linse gleichseitig, so folgt aus IV.

$$VII. R = 2 a p.$$

Kennt man den Brechungsindex des Glases, z. B. des Flintglases, so kann man im vorliegenden Falle auch leicht den Krümmungshalbmesser der Linse bestimmen.

Aus der Hauptformel folgt auch

$$\frac{R r}{a(R + r)} = \frac{d f}{d + f}.$$

Nach III. ist  $\frac{R r}{a(R + r)} = p$ , also ist

$$VII. p = \frac{d f}{d + f}.$$

Es sey  $d$ , nämlich der Abstand des leuchtenden Punktes von der Linse gleich 450 Zoll,  $f$  nämlich die Vereinigungsweite = 23,84 Zoll, so ist die Brennweite

$$p = \frac{450 \times 23,84}{450 + 23,84} = 22,64 \text{ Zoll.}$$

Ist also die Brennweite der converen Linse und die Entfernung des leuchtenden Punktes bekannt, so ist die Vereinigungsweite

$$VIII. f = \frac{d p}{d - p}.$$

Diese Formel zeigt, wie man den Weg der Strahlen verzeichnen kann, welche von einem gegebenen Punkte in der Achse ausgehen und sich hinter der Linse wieder in einem Punkte der Achse vereinigen, oder parallel fortgehen, oder sich zerstreuen.

§. 20. Die concaven Linsen haben keine wirkliche Brennweite wie die converen Linsen, d. h. keine solche, welche hinter der Linse liegt, wenn die Lichtstrahlen auf die Vorderfläche fallen, sondern eine negative, welche ihrer Lage nach jenen der converen Linsen entgegengesetzt ist, indem sie mit den einfallenden Strahlen auf derselben Seite

liegt Die vorigen Formeln passen daher auch auf die Hohlinsen, wenn man die Halbmesser der sphärischen Flächen negativ nimmt, ihnen also das Zeichen — vorsetzt.

Für eine biconcave Linse mit ungleichen Halbmessern ist

$$\text{IX. } f = \frac{d R r}{-a d r - a d R - R r}.$$

Für parallele Strahlen ist also die negative Brennweite der biconcaven Linse

$$\text{X. } p = \frac{r R}{-a (R + r)} \text{ oder } -p = \frac{r R}{a (R + r)}.$$

Eben so kann man die übrigen Formeln für die concaven Linsen ableiten.

Wenn in der Hauptformel der eine Radius  $R$  oder  $r$  unendlich genommen wird, was bei planconveren und planconcaven Linsen der Fall ist, so wird  $\frac{a}{R}$  gleich Null, fällt in der Gleichung aus, und man hat die Formel

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{a}{r}$$

woraus man die erforderlichen Gleichungen ableiten kann.

Die angeführten Formeln zeigen die Wichtigkeit der Hauptformel, ebenfalls welche Vortheile die Verbindung der Algebra mit der Geometrie gewähret.

§. 21. Bestimmung der Brennweiten der Linsen durch Versuche. Aus dem Vorhergegangenen erkennt man, wie sich bei Linsen die Brennweiten, deren Kenntniß, wie die Folge zeigen wird, so große Wichtigkeit hat, durch Rechnung bestimmen lassen. Indessen lassen sich auch die Brennweiten der Linsen mit hinlänglicher Gewisheit auf folgende Art bestimmen.

Bei einem erhabenen Glase läßt man durch dasselbe im Hintergrunde eines Zimmers die Bilder sehr entfernter Gegenstände auf eine rückwärts vom Glase befindliche weiße Ebene, z. B. auf die weiße Wand fallen. Man findet, indem man das Glas der Wand nähert oder von der Wand mehr entfernt, bald die Stelle des Glases, bei welcher die Bilder auf der Wand am deutlichsten sind. Die Entfernung des Glases von der Wand ist dann zugleich die Brennweite. — Scheint die Sonne, so kann man die Brennweite der Linse auf die bekannte Weise finden. In diesem Falle verfährt man jedoch genauer, wenn man das Glas mit einem Papiere bedeckt, in welchem eine ungefähr 1 Linie breite Spalte sich befindet, die in der Rich-



tung des Durchmessers der Linse zu liegen kommt. Die durchfahrenden Sonnenstrahlen werden auf einer Rückwand einen hellen Streifen bilden, der in einen Punkt übergeht, wenn das Glas um seine Brennweite von der Wand entfernt ist.

Hat die convexe Linse eine sehr große Brennweite, so läßt sich diese jedoch genauer durch folgende leichte Rechnung bestimmen: Man lege an das Glas von unbekannter Brennweite ein anderes, das eine kleinere genau bekannte Brennweite hat, suche nach der vorher angegebenen Methode die Brennweite des Doppelglases. Diese Brennweite sei  $a$ , die Brennweite des angefügten Glases  $b$ , die unbekannte Brennweite  $p$ , so ist

$$p = \frac{ab}{b - a} +$$

Man findet z. B. durch Vorsetzung eines Glases von 6 Zoll Brennweite die Brennweite der Doppellinse gleich 4,7 Zoll, so ist die gesuchte Brennweite  $= \frac{4,7 \times 6}{6 - 4,7} = 21,7$  Zoll.

§. 22. Da der Brennpunkt einer concaven Linse vor derselben liegt, die Brennweite also negativ ist, kann man die Brennweite finden, wenn man das Glas gegen die Sonne hält und das Bild der Sonne auf eine vor dem Glase gehaltene weiße Fläche fallen läßt. Ist das Bild am hellsten, so ist das Glas in der Brennweite. Indessen ist dieses Verfahren nicht so einfach, wie bei convexen Linsen, weil die weiße Fläche muß an der Seite der Linse, wo die Sonnenstrahlen auffallen, gehalten werden. Sicherer gelangt man zur Kenntniß der Brennweite durch die vorhin bei den convexen Gläsern angegebene Rechnung. Man setze vor eine concave Linse eine convexe Linse, deren Brennweite bedeutend kleiner ist, als jene des zu untersuchenden concaven Glases, so wird die Doppellinse wie ein Sammelglas wirken, wovon man die Brennweite bestimmen kann. Ist diese  $a$ , die der vorgesezten Linse  $b$ , so ist die gesuchte Brennweite der Hohlilinse wie vorher  $p = \frac{ab}{b - a} +$

Es sei die Brennweite der convexen Linse gleich 5 Zoll, die Brennweite der zusammengesetzten Linse gleich 6,6 Zoll, so ist  $p = \frac{5 \times 6,6}{5 - 6,6} = -20,63$ .

§. 23. Genauere Bestimmung der Wirkung der Sammelgläser. Setzt man ein Sammelglas von nicht zu kurzer, von etwa 50 Zoll Brennweite in die der Größe des Glases anpassende Oeffnung eines verfinsterten Zimmers und stellt in einer der Brennweite gleichen Entfernung einen mit weißem Papiere überzogenen Schirm, so wird man auf dem Schirme ein umgekehrtes deutliches Bild der hinlänglich entfernten und vom Tageslicht gut erhellten Gegenstände wahrnehmen. Man kann leicht, indem man den Schirm dem Glase abwechselnd nähert und von demselben entfernt, die Stelle finden, wo sich ein Gegenstand am besten abmalet. Es zeigt sich, daß die Bilder derjenigen Gegenstände, welche so weit abstehen, daß die von einem Punkte ausgehenden und auf das Sammelglas fallenden divergenten Strahlen nahe parallel werden, am hellsten und auch am genauesten begrenzt sind, wenn der Schirm in der Brennweite des Glases aufgestellt ist. Je geringer die Entfernung eines Gegenstandes von der Linse ist, desto weiter muß man den Schirm von der Linse wegrücken, um ein deutliches Bild dieses Gegenstandes zu erhalten.

Man kann auch die Entstehung der Bilder durch Sammelgläser Abends beim Kerzenlichte gut nachweisen; nur muß man sich Gläser von kurzer z. B. von 4 Zoll Brennweite bedienen. Hält man in einem etwas großem Zimmer möglichst weit von der Lichtflamme ein converes Glas und hinter dem Glase in der Brennweite ein weißes Papier, so zeigt sich auf dem Papiere ein deutliches doch verkleinertes und umgekehrtes Bild der Flamme. Dieses Bild nimmt an Größe zu, wenn man das Licht dem Glase näher bringt. Indessen muß man, wenn das Bild seine Deutlichkeit behalten soll, das Papier weiter vom Glase entfernen. Ist das Licht in der doppelten Brennweite vom Glase und eben so weit vom Glase auf der anderen Seite das Papier, so haben Lichtflamme und ihr Bild gleiche Größe.

### Von der Einrichtung des Auges.

§. 24. Es kann nicht die Absicht sein, die Theile des Auges aufs Genaueste zu beschreiben und die Functionen derselben beim Sehen vollständig zu erörtern; sondern es soll nur so viel angegeben werden, als zum Ver-

ständniß desjenigen, was über Weitsichtigkeit und Kurzsichtigkeit weiter vorkommt, durchaus erforderlich ist.

Fig. 8. Der Augapfel, welcher in der konischen, aus Knochen gebildeten Augenhöhle liegt, hat nahe die Form einer Kugel: denn nach den genauesten Untersuchungen verhält sich die Achse zum Querdurchschnitt wie 100 : 95 oder wie 20 : 19. Die Einfassung der Kugel besteht aus mehreren Häuten, und im Innern derselben befinden sich drei verschiedene durchsichtige Mittel. Den größten Theil der äußeren Bedeckung bildet die weiß aussehende harte Haut  $a, a, a$ , die fest und undurchsichtig ist; nur vorn, wo die Lichtstrahlen in's Auge fallen, ist eine durchsichtige, etwas mehr gewölbte, Haut  $aa$ , die Hornhaut, gleichsam wie ein rundes Fenster in der harten Haut eingefügt. Die innere Seite der harten Haut ist mit einer dünnen schwärzlichen Haut  $b$ , Aderhaut genannt, bekleidet. Hieran schließt sich die inwendig ebenfalls schwarze Traubenhaut  $\beta\beta$ , deren Vorderseite verschieden gefärbt ist und Iris oder Regenbogenhaut genannt wird. Die Iris hat in der Mitte eine runde Oeffnung, die Pupille oder das Sehloch. An der Regenbogenhaut sitzen Fasern, die von der Mitte ausgehen und sich ohne unsere Mitwirkung beim stärkeren Lichte ausdehnen, und beim schwächeren Lichte zusammenziehen, so daß im ersteren Falle die Pupille verengert, im zweiten Falle erweitert wird. Durch die Iris wird das Innere des Auges in die kleinere Vorderkammer und die größere Hinterkammer getheilt. Die Pupille erscheint von außen allezeit schwarz, weil die Wand der hintern Kammer mit der schwarzen Aderhaut bekleidet ist. Aus demselben Grunde, warum man optische Instrumente inwendig schwarz anstreicht, befindet sich im Inneren des Auges der schwarze Ueberzug. Derselbe verhindert die Reflexion der Lichtstrahlen im Inneren des Auges. Bei den Menschen, die man Kakerlaken nennt, fehlt diese Schwärze, und im Falle des völligen Mangels derselben ist die Pupille dunkelroth, die Iris blasroth. Solche Personen werden beim starken Lichte unangenehm gereizt und wollen lieber bei wenigerem Lichte sehen.

Gleich hinter der Pupille liegt die Linse  $e, e$ , wie ein biconveres Glas gebildet. Die vordere Seite ist weniger gekrümmt, wie die hintere Seite. Die Linse liegt in einem zarten durchsichtigen Häutchen, der sogenannten Linsenkapfel, wie in einem Sack, der durch die Augenlidergewebe, die an je-

der Seite am Rande der Kapsel befestigt sind, aufgehängt ist. Bei der Jugend ist sie gewöhnlich mehr erhaben, wird beim zunehmenden Alter flacher und bekommt eine gelblichere Farbe. Bei N, etwas schräg der Mitte der Hornhaut gegenüber tritt der Sehnerv in das Auge, und verbreitet seine Substanz wie ein feines schleimiges Häutchen an der inneren Seite der Aderhaut. Dieses Häutchen  $d, d$  nennt man die Netzhaut oder die Markhaut. Den Raum der vorderen Kammer zwischen der Hornhaut  $aa$  und der Iris  $\beta\beta$  füllt eine wie Wasser aussehende Flüssigkeit, daher wässerige Flüssigkeit genannt, welche bewirkt, daß die Hornhaut stets gespannt bleibt. Im Raum der hinteren Kammer findet sich eine Flüssigkeit, die das Ansehn von geschmolzenem Glase hat und daher die gläserne Flüssigkeit genannt wird.

§. 25. Das Sehen. Wie nun im Auge Bilder von äußeren Gegenständen entstehen, ist nicht schwer zu begreifen. Vorher ist nachgewiesen, daß man durch eine convexe Linse das Bild eines Gegenstandes auf einem hinter dem Glase gehaltenen Papiere hervorbringen könne; eben so wird durch die convexe Hornhaut und die Linse das Bild eines Gegenstandes auf der Netzhaut entworfen.

Es sei Fig. 9. G ein heller Punkt in der Achse des Auges. Der in der Achse sich bewegende Lichtstrahl GB geht ungebrochen durch die Hornhaut und Linse. Die von G ausgehenden divergenten Strahlen GE und GF werden gebrochen und vereinigen sich auf der Netzhaut, und geben ein Bild des Punktes B. Diese Strahlen bilden demnach zwei mit der Grundfläche aufeinander gesetzte Kegels. Die Spitze des äußeren Kegels ist der helle Punkt G, die Grundfläche des Kegels ist die Pupille; die Grundfläche des inneren Kegels ist ebenfalls die Pupille, und seine Spitze  $g$  ist das Bild von G auf der Netzhaut. — Das vom Punkt G Angegebene gilt auch von den übrigen Punkten der Linie HI. Der von H durch die Mitte der Linse, durch L gehende Lichtstrahl geht ungebrochen zur Netzhaut, während die von H ausgehenden divergenten Lichtstrahlen sich wieder in  $h$  auf der Netzhaut vereinigen und so ein Bild des Punktes H entwerfen. Gleiche Beschaffenheit hat es mit den von J ausgehenden Lichtstrahlen. Es entsteht mithin auf der Netzhaut ein umgekehrtes Bild der Linie HI. Befindet sich vor dem Auge eine Fläche, so schießt diese so viele Strahlenkegel in's Auge als wir sichtbare Punkte an derselben unterscheiden. Die Bilder der einzelnen Punkte

vereinigen sich im Inneren des Auges in demselben Verhältniß, wie sie an dem äußeren Gegenstande sich finden und machen zusammen das Bild des Gegenstandes. Der Sehnerv muß nun den Eindruck, welchen das Auge durch das Bild auf der Netzhaut bekommen, zum Gehirne fortpflanzen.

§. 26. Die Richtigkeit der Angabe, daß von Gegenständen vor dem Auge ein Bild auf der Netzhaut entworfen werde, läßt sich durch Versuche nachweisen. Verdünnt man an einem Menschen- oder Ochsenauge, das kurz nach dem Tode herausgenommen ist, die hintere Seite der Einfassung, so daß die Haut an dieser Stelle durchscheinend wird, bringt dann einen hellen Gegenstand, z. B. eine brennende Kerze vor die Hornhaut, so erblickt man auf dem Hintergrunde des Auges ein kleines aber scharfes verkehrtes Bild, das mit dem Gegenstande gleiche Farbe besitzt, und an Größe zu- oder abnimmt, je nachdem man den Gegenstand dem Auge mehr nähert oder von demselben entfernt. Der Versuch läßt sich mit den Augen der weißen Kaninchen und der weißen Mäuse noch bequemer anstellen. In den Augen dieser Thiere fehlt die schwarze Traubenhaut und die Rückseite der harten Haut ist durchsichtig. Man kann also mit den Augen dieser Thiere, ohne an den Augen derselben etwas zu ändern, die angegebenen Versuche machen.

§. 27. Wir sehen deutlich, wenn der leuchtende Punkt in derjenigen Entfernung vom Auge sich befindet, daß die Spitze des Strahlenkegels im Auge die Netzhaut trifft, wodurch auf der Netzhaut ein genaues Bild des leuchtenden Punktes entsteht. Die Entfernung, in welcher das Auge einen kleineren Gegenstand, z. B. Druckschrift am deutlichsten sieht, heißt die Sehweite oder die Entfernung des deutlichen Sehens. Bei gesunden Augen wird diese Entfernung zu 8—10 Zoll angenommen. Sieht ein Auge nur in einer geringeren Entfernung, z. B. von 5 Zoll kleinere Gegenstände deutlich, so wird dieser Gesichtsfehler Kurzsichtigkeit genannt. Kann jemand nur in einer Entfernung von 16 und mehr Zoll die Buchstaben in einem Buche genau unterscheiden, so ist derselbe weitsichtig oder fernsichtig. Betrachtet man durch ein Fernrohr abwechselnd nahe und ferne Gegenstände, so muß im ersteren Falle das Fernrohr verlängert, im zweiten Falle verkürzt werden, wenn man die Gegenstände deutlich sehen will. Dagegen erkennt ein gesundes Auge deutlich nähere und fernere Gegenstände, ohne daß wir eine Aenderung im Auge gewahren. Je nachdem ein Object eine größere

oder geringere Entfernung vom Auge hat, divergiren die vom Objecte ausgehenden und in's Auge fallenden Lichtstrahlen weniger oder mehr, und vereinigen sich im ersten Falle früher als im zweiten Falle, so daß der Vereinigungspunkt der Strahlen im Auge öfters vor, oder, wenn die Rückseite des Auges durchsichtig wäre, hinter der Netzhaut sich befinden müßte, und alsdann kein deutliches Sehen möglich wäre. Soll das Auge mit gleicher Deutlichkeit nähere und entferntere Gegenstände sehen, so müssen im Auge Aenderungen vorgehen, die eben das hervorbringen, was beim Sehen durch ein Fernrohr die Verlängerung und Verkürzung desselben bewirkt. Fehlt dem Auge die Fähigkeit, diese Aenderungen vorzunehmen, wie dies bei Kurz- und Weitsichtigen der Fall ist, so muß, was dem Auge mangelt, durch concave oder convexe Gläser ersetzt werden. Worin die Aenderungen im Auge bestehen, wenn dasselbe abwechselnd Objecte in verschiedenen Entfernungen betrachtet, läßt sich mit Gewißheit nicht angeben; vielleicht hat die Linse das Vermögen, sich etwas mehr zusammen zu ziehen, wodurch sie gewölbt, und sich auszu dehnen, wodurch sie flacher wird. Man bezeichnet die Eigenschaft des Auges, die genannten Aenderungen vorzunehmen, mit dem Namen: lebendiges Refraktionsvermögen.

### Von den Gesichtsfehlern.

§. 28. Aus der oberflächlichen Kenntniß des Auges geht schon hervor, daß mannigfache Fehler des Auges stattfinden können, da jeder Theil desselben Krankheiten unterworfen ist. Hier wird jedoch nur von dem Fehler der Kurzsichtigkeit und Weitsichtigkeit die Rede sein, deren Folgen sich durch vertiefte und erhabene Linsen aufheben lassen.

§. 29. Kurzsichtigkeit. Ist die Hornhaut, vorzüglich, ist die Linse im Auge stark gewölbt, hat dabei das Auge die Fähigkeit verloren, sein Refraktionsvermögen den Entfernungen anzupassen, so werden die von einem entfernteren Objecte ausgehenden und in's Auge fallenden Strahlen durch die Linse zu stark gebrochen und vereinigen sich vor der Netzhaut, wodurch eine Undeutlichkeit beim Sehen hervorgebracht wird. Bei übrigens gesundem Zustande des Auges läßt sich dieser Fehler durch eine passende

Brille aufheben. Dieses Glas muß bewirken, daß die vom entfernteren Objecte kommenden Strahlen beim Eintritt in's Auge diejenige Divergenz haben, als gingen sie von einem nahen, in der Sehweite des fehlerhaften Auges sich befindenden Objecte aus; es muß also die Divergenz der Lichtstrahlen, bevor sie in das Auge fallen, vergrößert werden. Dies bewirkt ein Zerstreungsglas.

§. 30. Es sei Fig. 10. M ein in der Achse des Auges, aber außerhalb der Sehweite liegender Punkt. Die Linse, welche hauptsächlich die Kurz- und Weitsichtigkeit bedingt, sei stark gewölbt. Die Lichtstrahlen  $Mu$ ,  $Mr$  die eine desto geringere Divergenz haben, je weiter M vom Auge absteht, vereinigen sich vor der Netzhaut in  $g$ . Soll das Sehen deutlich sein, muß der Vereinigungspunkt  $g$  auf die Netzhaut fallen. Hält man vor dem Auge das concave Glas  $DE$ , so werden die Lichtstrahlen, indem sie bei  $a$  und  $b$  aus dem dichteren Glase in die dünnere Luft übergehen, eine größere Divergenz bekommen und auf das Auge denselben Eindruck machen, als wenn sie von einem in der Sehweite sich vorfindenden Punkte ausgingen. Das Bild von M fällt in  $m$  auf die Netzhaut, und das Auge sieht deutlich den außerhalb der Sehweite liegenden Punkt.

Das vom Punkte M Angegebene gilt auch von einem Objecte, das eine Flächenausdehnung hat, wie schon aus §. 25. folgt

§. 31. Fernsichtigkeit. Vermag das Auge die Buchstaben in einem Buche nur dann erst deutlich zu sehen, wenn das Buch über die normale Sehweite hinaus z. B. 15 oder noch mehre Zoll vom Auge entfernt ist, so leidet das Auge an dem Fehler der Weitsichtigkeit. Näherete der Fernsichtige das Buch dem Auge bis zu dem Abstände von 10 Zoll, so würden die von den Buchstaben ausgehenden und in das Auge fallenden Lichtstrahlen sich erst jenseit der Netzhaut vereinigen und ein Bild hervorbringen können. Die Fernsichtigkeit hat ihren Hauptgrund in zu geringer Wölbung der Linse. Soll der Fernsichtige nähere Objecte deutlich sehen, so müssen die von denselben kommenden Lichtstrahlen weniger divergent in das Auge fallen, damit sich dieselben zu einem Bilde auf der Netzhaut vereinigen können. Dies wird durch eine convexe Linse oder ein Sammelglas bewirkt.

§. 32. Es sei Fig. 11. M ein Punkt in der Achse des Auges in der Entfernung von 10 Zoll, während das Auge nur in der Entfernung von

16 Zoll den Punkt M deutlich sieht. Die von M ausgehenden Lichtstrahlen würden sich erst in G jenseit der Netzhaut vereinigen können, daher kein richtiges Bild auf der Netzhaut entsteht. Wird vor dem Auge die convexe Linse DE gehalten, so verlieren die Lichtstrahlen, indem sie bei a und b in die Luft gehen, von ihrer Divergenz. Das Auge bekommt denselben Eindruck, als wenn die Strahlen aus der Entfernung kämen, welche das Auge zum Sehen bedarf. Durch Wirkung der Linse gestalten sich die von M kommenden Strahlen auf der Netzhaut zu einem Bilde und das Auge sieht den Punkt M ganz deutlich.

§. 33. In so weit concave oder convexe Gläser, die vor jedem Auge müssen angebracht werden, oder Brillen den Fehler der Kurzsichtigkeit und Weitsichtigkeit zu heben vermögen, muß man die Erfindung derselben als eine Wohlthat für eine große Zahl von Menschen betrachten. Wie man den Erfinder des Compasses, des Log und anderer wichtiger Werkzeuge nicht mit Gewisheit angeben kann, eben so wenig läßt sich ausmachen, wem man die wohlthätige Erfindung der Brillen zuschreiben müsse. Es unterliegt keinem Zweifel, daß dem so kenntnißreichen Roger Baco, einem englischen Mönche des 13. Jahrhunderts, concave und convexe Gläser bekannt waren; ob man aber damals sich derselben als Augengläser in England bedient habe, geht aus den Schriften von R. Baco nicht hervor. Dieser Baco starb 1292. Im 14. Jahrhundert kannte man in Italien die Brillen. Man setzt ihre Erfindung zwischen 1280 und 1310. Nach der Angabe einer alten, auf der Bibliothek des Klosters von St. Catharina in Pisa befindlichen Chronik war der in diesem Kloster lebende Bruder Alexander de Spina der Erfinder und Verbreiter der Brillen. Diese Chronik gibt an, daß jemand Augengläser erfunden, welche er aber Keinem habe überlassen wollen; da habe der Bruder Spina ebenfalls Augengläser gemacht, und sie Anderen mit frohen Herzen mitgetheilt. Dieser Spina starb 1313 in Pisa. Sicher hat dieser gute Klosterbruder nicht geahnet, daß seine Erfindung 300 Jahre später die Veranlassung zu der Erfindung der Fernröhre und Mikroskope geben würde, wodurch unsere Kenntniß der Natur so ungemein erweitert ist. Noch weniger konnte er auf den Gedanken kommen, daß seine Erfindung eine Schattenseite habe: indem durch eine ungeschickte Auswahl und einen unvorsichtigen Gebrauch der Brillen bei manchen Menschen der edelste Sinn zerrüttet worden ist.



§. 34. Ursachen der Kurzsichtigkeit. Dieser Fehler ist selten angeboren; vielmehr entsteht derselbe in der Regel aus einer Vermöhnung des Auges: denn er findet sich nicht oft bei Landleuten, und solchen, die viel im Freien verkehren, ist aber eine gar nicht seltene Erscheinung bei denjenigen, die vermöge ihrer Stellung im Leben gezwungen sind, einen großen Theil des Tages nähere Gegenstände zu betrachten; daher er sich besonders bei jenen zeigt, die von Jugend an viel lesen und schreiben müssen. Es läßt sich nicht in Abrede stellen, daß die Zahl der Brillenträger unter der studirenden Jugend in neuerer Zeit bedeutend zugenommen hat. Sollte vielleicht in dieser Hinsicht die große Ausdehnung des griechischen Unterrichtes auf Gymnasien nachtheilig wirken? Die meisten Ausgaben der griechischen Schriftsteller, deren sich die Schuljugend bedient, weil sie wenig kosten, enthalten kleine, magere und dicht neben einander gestellte Buchstaben. Ist der Schüler gezwungen, besonders in den langen Winterabenden und oft bei spärlichem Lichte sich viel mit der Uebersetzung dieser Bücher zu beschäftigen, so könnte sehr leicht bei denjenigen, welche eine besondere Anlage zur Kurzsichtigkeit haben, dieselbe durch die zu große Anstrengung der Sehkraft ausgebildet werden. — Vorher wurde schon angegeben, daß im gesunden Auge beim Sehen von nähern und entfernteren Gegenständen eine Aenderung vorgehe. So wie der Magnet an Tragkraft verliert, wenn man ihn nichts tragen läßt, eben so wird die Fähigkeit des Auges, genannte Aenderung vorzunehmen, geschwächt, verliert sich oft völlig, wenn man von dieser Fähigkeit wenig Gebrauch macht, welcher Fall eintritt, wenn jemand fast den ganzen Tag nähere Gegenstände anzusehen genöthiget ist. Im Allgemeinen findet sich bei der Jugend, die eine stärker gewölbte Augenlinse hat, eine Anlage zur Kurzsichtigkeit. Zuweilen zeigt sich auch diese Anlage bei einzelnen Menschen in der ungewöhnlich starken Wölbung der Hornhaut. Augen von dieser Beschaffenheit nennt man Glogaugen. Die Ausbildung der Anlage zur Kurzsichtigkeit wird in der Regel bedingt durch die Lebensweise. In einigen Familien scheint Kurzsichtigkeit ein erbliches Uebel zu sein, da alle Glieder derselben Brillen tragen. Doch könnte es stark in Frage gestellt werden, ob nicht durch den oft frühen und unvorsichtigen Gebrauch der Augengläser dieser Gesichtsfehler sich wenigstens zum Theil erhalte.

Ist die Kurzsichtigkeit ganz ausgebildet, so kann dieser Augenfehler selten völlig entfernt werden. Palliativ wird die Kurzsichtigkeit verbessert durch

concave Brillen. Bei einem geringeren Grade dieses Uebels, wenn es erst im Entstehen und eine Folge der Verwöhnung des Auges ist, kann noch eine Heilung desselben durch eine gänzliche Umänderung der Lebensweise und durch vorrückendes Alter, in welchem die starke Wölbung der Augenlinse sich mindert, bewirkt werden. Man hat einzelne Fälle, wo ein fortgesetzter Aufenthalt im Freien, die Beschäftigung des Landbaues, längere Reisen die normale Sehweite herbeiführten.

§. 35. Ursachen der Fernsichtigkeit. Der Hauptgrund der Fernsichtigkeit liegt in der geringeren Wölbung der Linse. In der Jugend haben die Organe überhaupt und so auch die Augenlinse mehr Ründung oder Con-  
 veritat als im Alter. Mannigmal mag auch eine Verwöhnung des Auges, wenn es fast immer nur entferntere Gegenstände betrachtet, hinzukommen. Die Fernsichtigkeit gehört zu den gewöhnlichen Unvollkommenheiten des höheren Alters, welche sich nach dem 40sten Jahre einzustellen pflegt. Bei jüngeren Leuten zeigt sich selten dieser Gesichtsfehler und dann gewöhnlich nur nach schweren Krankheiten, wo er vorübergehend ist. Besonders leiden Menschen, die ein scharfes Gesicht, eine ausgedehnte Sehweite hatten, und sich viel im Freien aufhielten, an diesem Gesichtsfehler. Die Ausbildung desselben wird durch den Gebrauch unpassender Augengläser beschleuniget. Selten wird die Fernsichtigkeit geheilt; vielmehr zeigt die Erfahrung, daß dieselbe mit zunehmenden Jahren ebenfalls zunimmt. Indessen hat der Fernsichtige den Trost, daß er diesen Fehler durch Brillen ausgleichen kann, und die Hoffnung, bei zweckmaigem Gebrauche derselben bis in's höchste Alter mit seiner Sehkraft auszureichen.

### Von den Brillen.

§. 36. Beschaffenheit einer guten Brille. Die Masse des Glases muß völlig farblos, klar, von Blasen, Streifen durchaus frei, die Oberfläche genau polirt und ohne Schrammen und matte Stellen sein. Die zweckmäßigste Glasart ist das gewöhnliche Spiegelglas \*), welches ein hin-

\*) Zu optischen Gläsern gebraucht man das Spiegelglas, dessen spezifisches Gewicht höchstens 2,54, und Flintglas oder Bleiglas, dessen spezifisches Gewicht höchstens 3,75 be-

längliches Brechungsvermögen besitzt und die Farben nicht so zerstreuet wie das Flintglas. Augengläser aus Flintglas oder Bergkristal, die von Brillenhändlern oft hoch gepriesen und theuer verkauft werden, sind daher schlechter als die gewöhnlichen aus Spiegelglas angefertigten. Ein Haupterforderniß bei einer Brille ist die richtige Centrirung derselben.

Eine Brille ist richtig centrirt, wenn der Mittelpunkt der Peripherie bei einem convexen Glase in der dicksten, und bei einem concaven Glase in der dünnsten Stelle sich befindet, oder mit anderen Worten: wenn der Mittelpunkt der Peripherie in der Achse des Glases liegt. Sieht man durch ein nicht richtig centrirtes Glas nach einem in der Achse des Auges liegenden Punkte, so wird der von diesem Punkte ausgehende Hauptstrahl nicht durch den Mittelpunkt der Linse gehen, wodurch eine Undeutlichkeit des Bildes entsteht.

§. 37. Man hat verschiedene Methoden, nach welchen man die Centrirung der Linse untersucht. Durch folgendes Verfahren kann man leicht die gewünschte Auskunft erhalten. Hat die Linse einen flachen Rand, so untersuche man, ob derselbe überall gleiche Dicke hat. In diesem Falle ist die Linse richtig centrirt. Kann man wegen Einfassung des Glases den Rand nicht untersuchen, so halte man das Glas gegen eine aufrecht stehende Linie, z. B. gegen die Sprosse eines Fensters. Dreht man das Glas in der Hand herum, während das Auge durch das Glas beständig nach der Sprosse sieht, erscheint dann die aufrechte Linie unverändert in derselben Lage; so ist das Linsenglas richtig centrirt.

Ein weiteres Erforderniß einer guten Brille ist die angemessene Größe; sie muß das Auge ganz bedecken, so daß selbes nicht neben der Brille vorbeisehen kann. — Das Brillenglas muß ferner so vor dem Auge befestiget seyn, daß die Achse des Glases mit der Achse des Auges zusammenfällt. Will man die Brille beim Betrachten naher Gegenstände, z. B. beim Lesen und Schreiben gebrauchen, so ist es zweckmäßig, dieselbe so einzurichten, daß die Gläser nicht in einer Ebene liegen, sondern daß sie gegen die Nasenwurzel

trägt. Das Flintglas enthält Blei, welches sich leicht ungleich vertheilt, wodurch das Glas Streifen bekommt. Die Herstellung dieses Glases in großen Stücken ist sehr schwierig. In dem optischen Institut in München wird das beste Flintglas gemacht; daher auch die daselbst angefertigten Fernrohre für die besten gelten.

unter einem stumpfen Winkel geneigt sind, weil die Achsen beider Augen beim Besehen naher Gegenstände merklich convergiren.

§. 38. Auswahl der Brillen für Fernsichtige. Sowohl bei der Weitsichtigkeit als Kurzsichtigkeit zeigen sich manche Abstufungen, woraus sich von selbst ergibt, daß nicht dieselbe convexe Brille für jeden Fernsichtigen und nicht dieselbe concave Brille für jeden Kurzsichtigen passen könne. Jeder, der an diesem Gesichtsfehler leidet, muß ein Augenglas wählen, dessen Brennweite dem Grade der Ausbildung dieses Uebels angemessen ist. Gläser von unrichtiger Brennweite können das Verlangte nicht leisten und schaden noch außerdem der Sehkraft. Besonders muß bei Auswahl einer Brille darauf gesehen werden, daß sie nicht zu scharf sei, d. h. daß sie nicht eine zu geringe Brennweite habe. Die Erfahrung zeigt, daß Brillen zu scharf sind, wenn der Weitsichtige bei ihrem Gebrauche das deutlich und ohne Anstrengung zu Sehende näher, der Kurzsichtige aber weiter halten muß als in der normalen Sehweite. In der Regel fühlt man nach dem Gebrauche einer zu scharfen Brille, daß hierdurch das Auge angegriffen sei. — Der Fernsichtige, welcher einer Brille bedarf, nimmt etw. ein Buch zur Hand, und probirt, durch welche Brille er am besten lesen kann. Hierbei ist jedoch zu bemerken, daß dies Probiren verschiedener Brillen, wenn es schnell nach einander erfolgt, leicht zu Fehlgriffen führt; daher man jedesmal zwischen dem Probiren der Brillen muß eine Pause eintreten lassen. Wenn nun auch dies Versuchen die Hauptsache bei der Auswahl der Brillen ist, so ist doch folgendes Verfahren als zweckmäßig jedem Fernsichtigen anzurathen. Man messe zuerst diejenige Entfernung, in welcher das Auge kleine Gegenstände, z. B. eine Druckschrift am deutlichsten sieht. Um sicher zu gehen, wiederhole man mehrmals diese Messung der Sehweite, und stelle die Versuche nicht bei ungewöhnlichen, daher weder zu hellem noch zu schwachem Lichte an. Ist diese Sehweite gefunden, so multiplicire man dieselbe mit der normalen Sehweite oder der Sehweite des gesunden Auges, die man wohl am richtigsten zu 10 Zoll annimmt, und dividire das Produkt durch die Differenz beider Sehweiten. — Angenommen ein Fernsichtiger findet, daß er in einer Entfernung von 15 Zoll am deutlichsten die Buchstaben in einem Buche sieht, wünscht aber in der Entfernung von 10 Zoll eben so deutlich die Buchstaben zu sehen, so ist von der erforderlichen Brille die Brennweite

$= \frac{15 \times 10}{15 - 10} = 30$  Zoll. — Wollte derselbe in dem Abstände von 12 Zoll

lesen, so müßte die Brille eine Brennweite  $= \frac{15 \times 12}{15 - 12} = 60$  Zoll haben.

§. 39. Die Hauptfrage ist: wann muß der Weitsichtige zu einer Brille greifen? Aus dem über Brillen Angegebenen folgt, daß es im eigentlichen Sinne des Wortes keine Conservationsbrillen geben könne, welche, wie von Marktschreibern versichert wird, dem Auge die Sehkraft bis in's späteste Alter unverfehrt erhalten sollen. Es gestatten die Gläser mit gebogenen Flächen stets nur ein erkünsteltes Sehen. Hat indessen das Auge eine geringe Abweichung vom normalen Zustande und ist geneigt, eine Veränderung zu erleiden, so können Brillen von langen Brennweiten vorthelhaft auf das Auge wirken. Solche Brillen nennt man wohl Conservationsbrillen. Im Allgemeinen lehrt die Erfahrung, daß derjenige Augenfehler, welcher den Gebrauch einer Brille nothwendig macht, durch eben diesen Gebrauch sich verschlimmert, was sich am auffallendsten bei Kurzsichtigen zeigt. Bei Fernsichtigen, die gezwungen sind, in der Nähe kleine Gegenstände zu sehen, z. B. zu lesen, zu schreiben, ist der mäßige Gebrauch der Augengläser förderlich für die Erhaltung der Sehkraft, welche ohne jenes Werkzeug durch Anstrengung der Augen beim Lesen würde ganz sicher geschwächt werden. Dem Fernsichtigen ist jedoch zu rathen, nur, wenn es durchaus nöthig ist, sich der Augengläser zu bedienen. Bei der richtigsten Auswahl der Brille wird der Fernsichtige nach einigen Jahren nicht mehr durch dieselbe befriediget werden, sondern muß, da die Linse im Auge sich mehr verflacht, zu einer andern Brille von kürzerer Brennweite oder zu einer schärferen seine Zuflucht nehmen.

§. 40. Einer convexen Brille von kurzer Brennweite bedürfen diejenigen, welche am grauen Staar litten und durch eine Operation glücklich davon befreiet worden. Der graue Staar besteht in der Verdunkelung der Linse. Die Lichtstrahlen können durch dieselbe nicht bis zur Netzhaut vordringen; das Sehen hört auf, der Mensch ist blind. Durch eine Operation wird die Linse aus dem Auge entfernt, und so fehlt diesem derjenige Theil, welcher zu der Convergenz der Lichtstrahlen und zu der Vereinigung derselben zu einem Bilde auf der Netzhaut am meisten beiträgt. Man ersetzt den Mangel der Linse durch eine convexe Brille von sehr kurzer, von  $1\frac{1}{2}$  — 6

Zoll Brennweite. Solche Brillen heißen Staarbrillen. Ohne diese Brille sieht der Operirte unvollkommen; mit Hülfe der Staarbrille kann derselbe sowohl nähere als entferntere Gegenstände ordentlich sehen. — Die Krankheit des schwarzen Staares besteht in der Unempfindlichkeit des Sehnerves oder auch der Netzhaut. In der Regel ist der schwarze Staar unheilbar und der daran Leidende für immer blind.

§. 41. Auswahl der Brillen für Kurzsichtige. Eine Hohlbrille muß man als ein nothwendiges Uebel ansehen, da durch den Gebrauch derselben, besonders in den Jünglingsjahren, die Kurzsichtigkeit bald zunimmt. So angenehm es auch ist, durch Augengläser den Gesichtskreis zu erweitern, so viel auch sonst der Kurzsichtige an Lebensgenuß verliert, so lasse man sich doch nur durch die dringendste Nothwendigkeit bestimmen, schon in jüngeren Jahren zu dieser Nothhülfe zu greifen, und gebrauche die Augengläser stets mit ängstlicher Sparsamkeit. Wer sich vielleicht durch die in neuerer Zeit sehr allgemein gewordene Sitte verleiten läßt, diese Regel aus den Augen zu setzen, läuft Gefahr im kräftigsten Alter auf den Gebrauch der Augen zum Theil verzichten zu müssen, und beraubt sich jeden Falls der Aussicht, daß mit den zunehmenden Jahren sich die Kurzsichtigkeit mindern werde. — Ist der Jüngling gezwungen, seine Zuflucht zu einer Hohlbrille zu nehmen, so muß bei Auswahl derselben die größte Sorgfalt angewendet werden. Befindet sich derselbe in einer größeren Stadt, so kann er sicher sein, bei einem soliden Kaufmann, der mit Brillen handelt, gute Waare vorzufinden. Wer selbst die Güte einer Brille nicht zu prüfen versteht, der möge sich vor unbekanntem herumziehenden Brillenhändlern hüten, da diese mitunter schlechte Waare theuer verkaufen \*). Kann der Kurzsichtige gewiß sein, daß ihm nur richtig centrirte Augengläser vorgelegt werden, so kommt es bloß darauf an, keine zu scharfe Brille, d. h. eine Brille von kürzerer Brennweite, als durchaus für das Auge nothwendig ist, auszuwählen. Je schärfer die Brille ist, desto mehr leidet das Auge durch dieselbe. Wenn auch bei der Auswahl das Probiren verschiedener Brillen unerläßlich ist, so kann man vorläufig die

\*) Vor 2 Jahren zeigte mir ein gebildeter Mann auf dem Lande eine Brille, welche er von einem herumziehenden Brillenhändler für  $2\frac{1}{3}$  Thlr. angekauft hatte. Bei Untersuchung der Brille fand ich, daß dieselbe Stücke aus gewöhnlichen Fensterglas enthielt. Der Ankäufer war um  $2\frac{1}{3}$  Thlr. betrogen.

negative Brennweite der erforderlichen Brille durch dieselbe Rechnung, wie sie für Fernsichtige angegeben ist, bestimmen. Zuvor muß der Kurzsichtige untersuchen, in welcher Entfernung er eine Druckschrift am schärfsten sieht; diese Entfernung sei 5 Zoll; die Entfernung, worin er zu lesen wünscht, sei 10 Zoll, so ist die negative Brennweite der erforderlichen Brille gleich  $\frac{5 \times 10}{5 - 10} = -10$  Zoll. Säge der Kurzsichtige scharf in der Entfernung von 7 Z. und wünscht in der Entfernung von 10 Z. zu lesen, so muß die Brille eine Brennweite  $= \frac{7 \times 10}{7 - 10} = -23\frac{1}{3}$  Z. haben.

§. 42. Für den Kurzsichtigen gibt es jedoch ein einfaches Verfahren, das ohne Rechnung schnell zum Ziele führt, und das man daher jedem Kurzsichtigen empfehlen darf, wenn er sich eine Brille aussuchen will. — Jeder, welcher an Kurzsichtigkeit leidet, weiß aus Erfahrung, daß, wenn er im Dunkeln die etwas entfernten Lichter in der Kirche, auf den Straßen, oder die Sterne sieht, die Lichter, die Sterne mit einem Schein umgeben sich seinen Augen darstellen. Je kurzsichtiger das Auge ist, desto größer zeigt sich der Durchmesser dieses Scheines. Nun muß der Kurzsichtige sich eine solche Brille aussuchen, daß die entfernteren Lichter, die Sterne von diesem sie umgebenden Glanze völlig befreit erscheinen, wenn er sie durch die Brille betrachtet. Dies läßt sich sehr sicher ausführen: denn durch ein nur etwas schärferes Glas fängt der Schein wieder an sich zu zeigen, und das Auge empfindet einen minder angenehmen Eindruck als bei dem Gebrauche einer Brille, welcher den die Lichter umgebenden Glanz vernichtet. Bei ganz dunkler Nacht, verschwindet wegen des zu starken Glanzes der Lichtflamme jener Schein nicht völlig, daher der Versuch in der Dämmerung anzustellen ist. Besonders eignet sich zu diesem Zwecke der wenig erleuchtete Mond, dessen Ränder sich bei starker Dämmerung vollkommen scharf und deutlich zeigen müssen.

§. 43. Periskopische Brillen. Nur die Strahlen in der Achse des Glases gehen ungebrochen durch dasselbe; dreht sich das Auge, um auch seitwärts der Achse liegende Objecte zu sehen, so gehen die Strahlen um so schiefer durch das Glas, je näher sie am Rande desselben auffallen, wodurch die Deutlichkeit des Sehens gestört wird. Diese Unvollkommenheit sucht man

durch die von Wollaston in Vorschlag gebrachten periskopischen Gläser zu vermeiden, welche concav=convex oder convex=concav, also auf der einen Seite hohl, auf der anderen Seite erhaben geschliffen sind und mit der hohlen Seite dem Auge zugekehrt werden. Der Fernsichtige muß eine concav=convexe, Fig. 3. c., der Kurzsichtige eine convex=concave Brille, Fig. 3. f., gebrauchen. Ohne daß man den Kopf drehet, soll das Auge sich wenden und so doch richtig Gegenstände sehen können; daher der Name der Gläser periskopisch von περισκοπειν herumschauen. Daß in diesem Falle die Seitenstrahlen weniger schief durch das Glas gehen, ist leicht einzusehen; daher ist der Fehler allerdings vermindert; allein ganz weggeschafft würde derselbe nur dann sein, wenn das Auge im Mittelpunkte der beiden Krümmungen des Glases sich befände, was offenbar sich nicht ausführen läßt. Um sich der theoretischen Forderung zu nähern, hat man zu periskopischen Gläsern schon Halbmesser von 3 Zoll angewendet; allein diese Gläser lassen sich in verlangter Vollkommenheit nur mühsam darstellen. Stehen außerdem solche starkgekrümmte Gläser nicht gehörig vor dem Auge, so verursacht eine kleine Abweichung hierin eine viel größere Undeutlichkeit, als dies bei wenig gekrümmten Gläsern der Fall sein würde.

Es gibt Personen, welche statt ihrer gewöhnlichen Brillen periskopische von derselben Brennweite anschafften, und nach einiger Zeit klagten, daß sie dieselben nicht tauglich fänden und nach dem Gebrauche derselben Kopfschmerzen fühlten. Sie mußten wieder zu den früheren Brillen ihre Zuflucht nehmen. Schon im §. 37. wurde angegeben, daß es zweckmäßig sei, die Brillengläser, welche beim Lesen und Schreiben sollen gebraucht werden, so zu fassen, daß ihre Ebenen unter einem stumpfen Winkel gegen einander geneigt seien. Werden aber periskopische Gläser in derselben schiefen Lage vor die Augen gebracht, so wird die dadurch entstehende Undeutlichkeit bedeutend werden, wenn die Gläser starke Krümmungen haben.

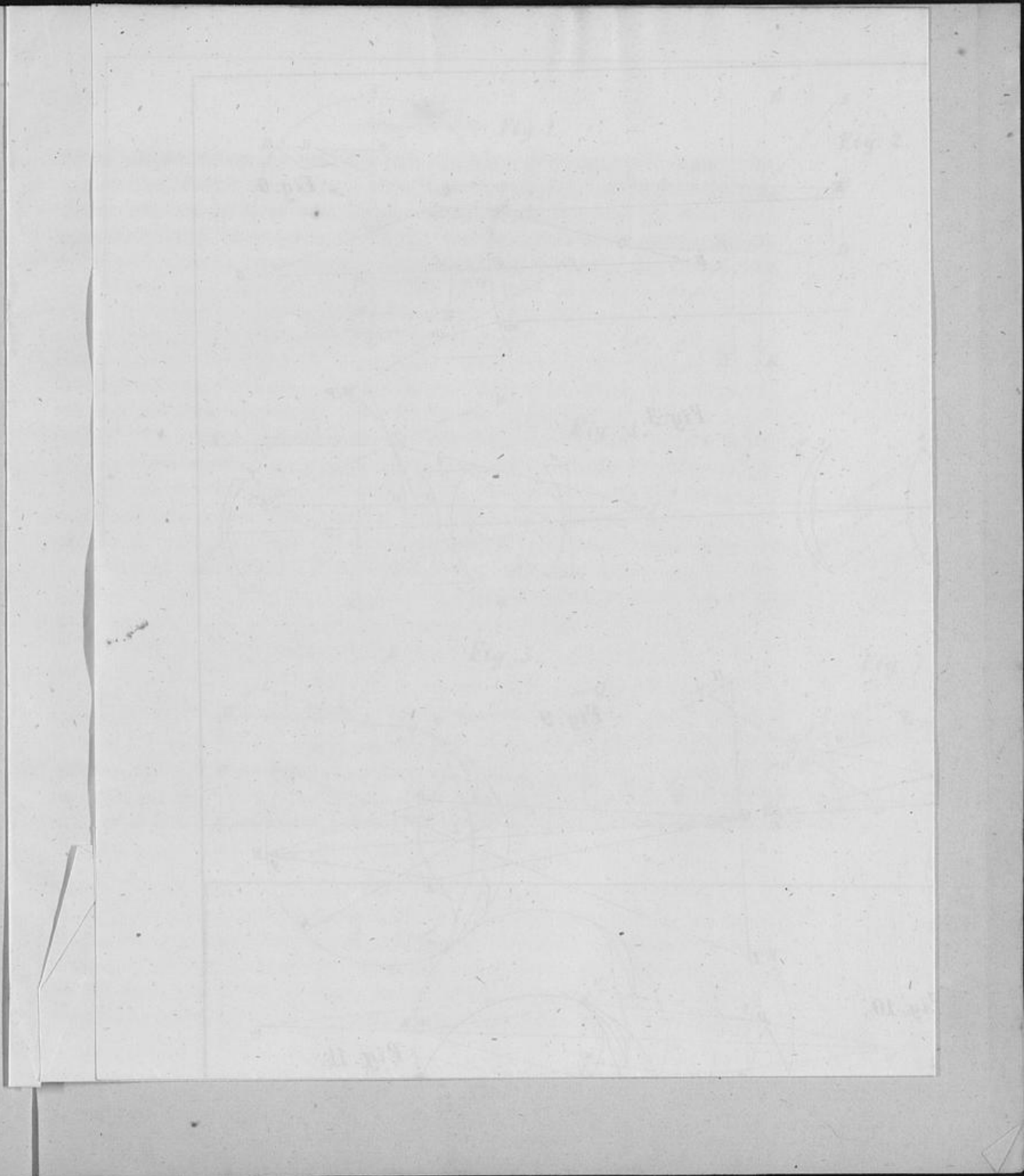
§. 44. Brillen mit flachen oder gefärbten Gläsern. Brillen können nur dem Kurzsichtigen und Fernsichtigen nützen. Indessen finden manche Menschen, welche an großer Empfindlichkeit der Augen leiden, bei ihren Arbeiten eine Erleichterung in dem Gebrauche flacher Gläser. Der Grund liegt wohl darin, daß durch das Glas ein gemäßigtes Licht in das Auge kommt. Zu demselben Zwecke hat man auch gefärbte, namentlich



grüne Gläser in Anwendung gebracht. Jeder weiß aus Erfahrung, daß der Anblick einer grünen Fläche wohlthätig auf das Auge wirkt. Indessen bringt eine grüne Brille nicht dieselbe Wirkung hervor: denn nur das Weiße erscheint, durch eine grüne Brille gesehen, in der wahren grünen Farbe; jeder sonst gefärbte Gegenstand erscheint schmutzig und dem Auge widerwärtig. Auch verdunkeln sie in der Regel sehr stark (weßwegen man sie bei Spiegelfertanten anwendet) und fordern eine große Anstrengung der Augen.

§. 45. Nummern der Brillengläser. In dieser Hinsicht hat unter den Optikern noch keine allgemeine Vereinbarung über den Grund der Eintheilung stattgefunden. Einige wenige wollen durch jene Zahlen die Alterjahre angeben, für welche sich die Brillen eignen. Diese Bezeichnung ist offenbar fehlerhaft. Nimmt auch die Weitsichtigkeit mit den Jahren zu, so kommt doch der Fall vor, daß eine 70jährige Person eine schwächere Brille fordert als eine 50jährige. Andere Optiker bezeichnen durch die aufgesetzten Zahlen die in Zollen ausgedrückten Durchmesser der Kugeln, von welchen die Gläser Segmente bilden. Diese Bezeichnung ist auch nicht zweckmäßig, weil sie nur auf gleichseitige, planconvexe und planconcave Linsen paßt. Die gewöhnlichste und ohne alle Zweifel die beste Bezeichnung durch Zahlen ist diejenige, wenn die Zahlen die Brennweiten der Gläser angeben. Auf diese Weise wird die optische Eigenschaft des Glases genau bestimmt; die Bezeichnung ist auf alle Gläser gleich anwendbar und erleichtert dem Käufer, besonders wenn er zu einer schärferen Brille übergehen muß, ungemein die Auswahl des passenden Glases. Es wäre demnach zu wünschen, daß die Optiker, welche Brillen anfertigen, eine Uebereinkunft träfen, die Gläser durch Zahlen zu bezeichnen, welche die Brennweiten nach demselben Maße angäben, wozu man am besten französisches Maß auswählte, das man in Deutschland auch bei den Barometern anwendet. In der That haben auch die meisten besseren Brillen diese Bezeichnung.





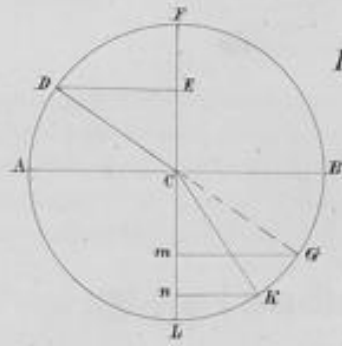


Fig. 1.



Fig. 2.

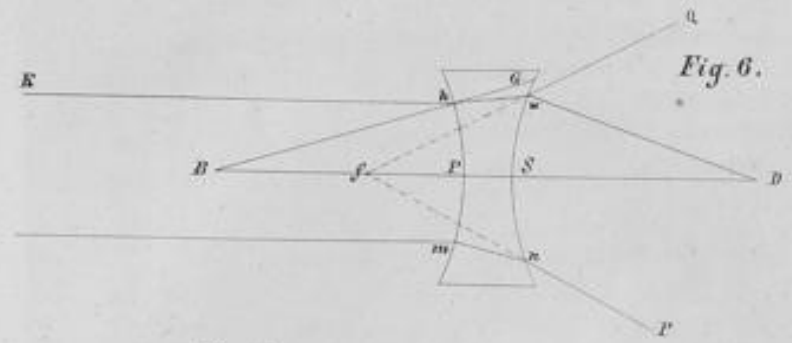


Fig. 6.

Fig. 3.

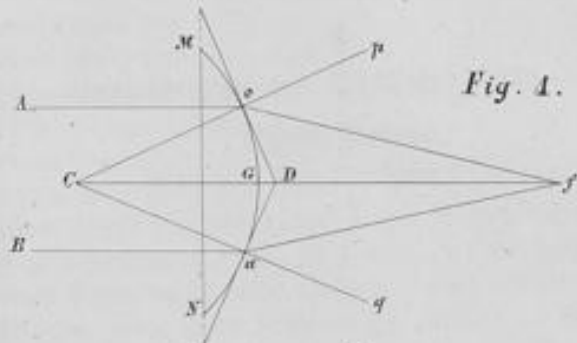


Fig. 4.

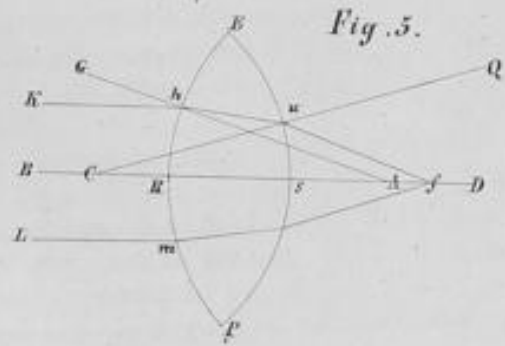
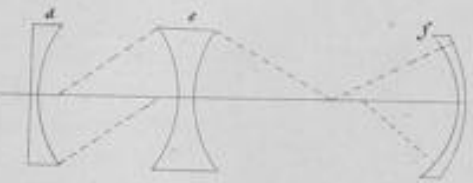
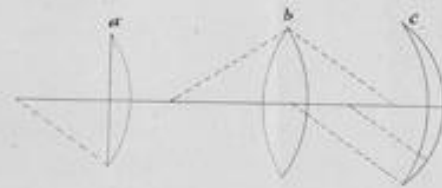


Fig. 5.

Fig. 7.

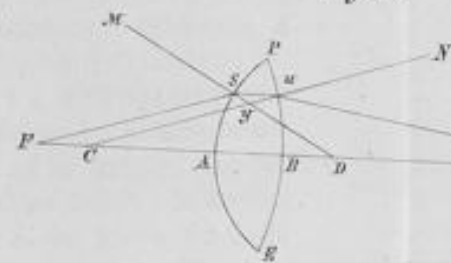


Fig. 9.

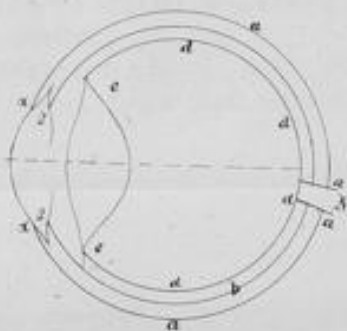
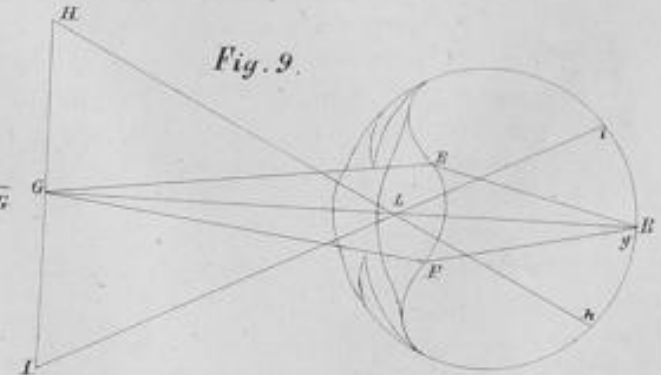


Fig. 8.

Fig. 10.

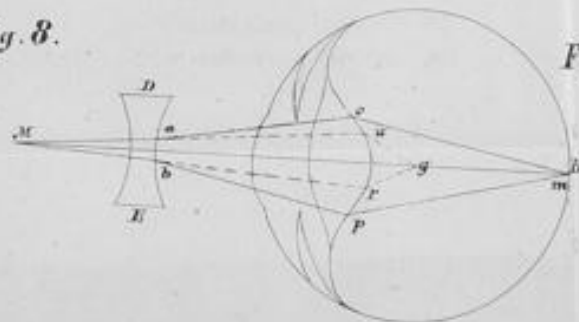


Fig. 11.

