

meyer's Linse die Blenden in einer drehbaren Scheibe, die am Objectiv befestigt ist.

Die Verzeichnung ist bei dieser Linse geringer als bei den übrigen Formen, ebenso die Bildwölbung; beides begünstigt die Gröfse des Gesichtsfeldes, und wahrt den Vortheil, auch mit ziemlich grofsen Blenden noch hinreichend scharfe Bilder zu erhalten. Die Oeffnung der kleinsten Blende ist  $\frac{1}{30}$  der Brennweite.

Was diese verschiedenen Linsen in Bezug auf Gesichtsfeld, Bildgröfse etc. leisten, geht am besten aus folgenden Bestimmungen hervor:

	Brennweite.	Gesichtsfeld.	Bildfeld.	Relative Blenden-Oeffnung.	Geprüft von
Grubb's Landschafts-linse . . . . .	14 $\frac{1}{2}$ "	59°	47°42'	?	Shepard.
Dallmeyer's Weitwinkel-linse . . . . .	8 $\frac{1}{6}$ "	80°3'	56°44'	?	-
Voigtländer's Vorderlinse eines Portrait-Visitenkarten - Objectivs . . . . .	330 Millim.	62°15'	33°45'	0,0303	Vogel*).
Dallmeyer's Weitwinkel-linse . . . . .	185,2 -	71°5'	54°30'	0,0260	-

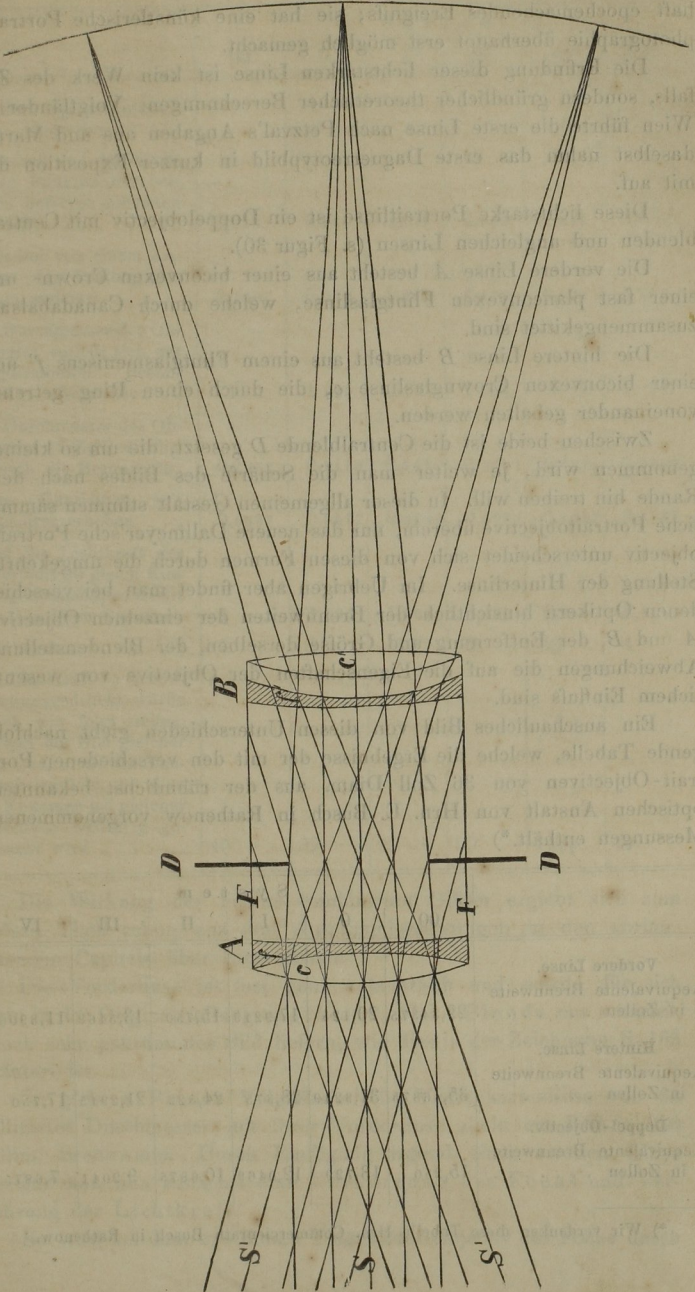
Bei Shepard's Bestimmungen fehlt leider die Angabe der Blendengröfse, welche die Gröfse des Bildfeldes sehr stark beeinflusst.

## 2) Das Portraitobjectiv.

Das Landschaftsobjectiv war in den ersten Zeiten der Photographie das allein angewendete, es genügt für Landschaftsaufnahmen, wo man stillhaltende Gegenstände und Licht zur Disposition hat, und es auf Verzeichnung nicht ankommt, vortrefflich, und es wird noch heute in solchen Fällen verwendet. Die relative Oeffnung einer solchen Linse ist jedoch nicht grofs, im günstigsten Falle  $\frac{1}{20}$  der Brennweite, und die Folge davon ist eine verhältnismäfsig geringe Lichtstärke, die namentlich bei Aufnahmen in halb erhellten Räumen, wie Zimmer, Interieurs, sehr störend ist. Bei Aufnahme von Portraits in einem Glashause bedurfte man mit solcher Linse minutenlanger Sitzungen, und dieser Umstand nöthigte die Photographen früher oft ihre Personen ins Freie zu setzen und womöglich in grellem Sonnenlicht aufzunehmen. Dafs auf diese Weise ein künstlerisch schönes Bild nicht erzielt werden konnte, liegt auf der Hand, und so war für die Portraitphotographie die Erfindung einer Linse von gröfserer Oeffnung und daher grofser Lichtstärke von Petzval in Wien, 1841, ein wahr-

\*) Siehe Photogr. Mittheilungen III. Jahrg. S. 14.

Fig. 30.



haft epochemachendes Ereigniß; sie hat eine künstlerische Portraitphotographie überhaupt erst möglich gemacht.

Die Erfindung dieser lichtstarken Linse ist kein Werk des Zufalls, sondern gründlicher theoretischer Berechnungen. Voigtländer in Wien führte die erste Linse nach Petzval's Angaben aus und Martin daselbst nahm das erste Daguerreotypbild in kurzer Exposition damit auf.

Diese lichtstarke Portraitlinse ist ein Doppelobjectiv mit Centralblenden und ungleichen Linsen (s. Figur 30).

Die vordere Linse *A* besteht aus einer biconvexen Crown- und einer fast planconvexen Flintglaslinse, welche durch Canadabalsam zusammenge kittet sind.

Die hintere Linse *B* besteht aus einem Flintglasmeniscus *f'* und einer biconvexen Crown- und Flintglaslinse *c'*, die durch einen Ring getrennt voneinander gehalten werden.

Zwischen beide ist die Centralblende *D* gesetzt, die um so kleiner genommen wird, je weiter man die Schärfe des Bildes nach dem Rande hin treiben will. In dieser allgemeinen Gestalt stimmen sämtliche Portraitobjective überein, nur das neuere Dallmeyer'sche Portraitobjectiv unterscheidet sich von diesen Formen durch die umgekehrte Stellung der Hinterlinse. Im Uebrigen aber findet man bei verschiedenen Optikern hinsichtlich der Brennweiten der einzelnen Objective *A* und *B*, der Entfernung und Gröfse derselben, der Blendenstellung Abweichungen die auf die Eigenschaften der Objective von wesentlichem Einfluß sind.

Ein anschauliches Bild von diesen Unterschieden giebt nachfolgende Tabelle, welche die Ergebnisse der mit den verschiedenen Portrait-Objectiven von 36 Zoll Diam. aus der rühmlichst bekannten optischen Anstalt von Hrn. E. Busch in Rathenow vorgenommenen Messungen enthält. \*)

	S y s t e m					
	00	0	I	II	III	IV
<b>Vordere Linse.</b>						
Aequivalente Brennweite in Zollen . . . . .	22,34375	20,125	17,9219	15,750	13,5469	11,3906
<b>Hintere Linse.</b>						
Aequivalente Brennweite in Zollen . . . . .	35,46875	31,9219	28,375	24,822	21,2915	17,750
<b>Doppel-Objectiv.</b>						
Aequivalente Brennweite in Zollen . . . . .	15,250	13,729	12,0469	10,6875	9,2041	7,6875

\*) Wir verdanken diese Tabelle Hrn. Commercierrath Busch in Rathenow.

	System					
	00	0	I	II	III	IV
Entfernung der beiden Objective.						
Gemessen von den höchsten Punkten der beiden äusseren convexen Flächen . . . . .	6,833	6,180	5,550	4,900	4,375	3,800
Gemessen von einem Ansatz der Fassung bis zum anderen . . . . .	6,700	6,030	5,361	4,690	4,020	3,350
Der Durchmesser des Objectivs verhält sich zur äquivalenten Brennweite nahezu wie . . .	1 : 5	1 : 4½	1 : 4	1 : 3½	1 : 3	1 : 2½
Der Durchmesser des Objectivs (3 Zoll) dividirt durch die Brennweite .	0,1967	0,2185	0,2490	0,2807	0,3259	0,3902
Obige Quotienten in's Quadrat erhoben . . .	0,0387	0,0477	0,0620	0,0789	0,1062	0,1523
Wird die Lichtkraft des Systems 00 gleich Eins angenommen, so ist die der anderen Systeme .	1	1,232	1,602	2,039	2,744	3,935
Abgekürzt . . . . .	1	1¼	1⅓	2	2¾	4
Die Lichtkraft in Secunden ausgedrückt, würde sich wie folgt stellen, wenn ein Bild gleicher Grösse, z. B. ein Visitenkartenbild, mit allen 6 Systemen bei gleicher Blenden-Oeffnung gemacht wird . . . . .	40	32	25	20	14⅙	10

Die Wirkung der beiden combinirten Gläser ergibt sich zum grossen Theil schon aus den Auseinandersetzungen in den vorhergehenden Capiteln über Linsenfehler.

Die Vorderlinse ist fast ganz aplanatisch und würde, für sich allein in der Originalstellung angewendet, ohne Blende ein scharfes, jedoch sehr gekrümmtes Bild liefern, wie dies in der Zeichnung S. 163 erläutert ist.

So giebt z. B. eine Voigtländer'sche Visitenkartenlinse von 68 Millimeter Durchmesser mit ihrer Vorderlinse allein ein Bild in 330 Millim. Brennweite. Durch Einfügung irgend einer zweiten Linse erreicht man nun zunächst eine Verkürzung des Focus und Vermehrung der Lichtkraft.

So wird bei dem erwähnten Voigtländer-Objectiv der Focus durch

Einfügung der Hinterlinse auf 230 Millimeter reducirt und dadurch die Lichtkraft der Objective, abgesehen von der Absorption im Glase, im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Brennweite gesteigert, d. h. im Verhältniß von 529 : 1089, also nahezu von 1 : 2.

Je näher man die Linsen  $A$  und  $B$  aneinander bringt, desto kürzer wird die Brennweite, desto größer also die Lichtkraft. Dagegen beobachtet man, daß zu gleicher Zeit die Krümmung des Bildfeldes und die sphärische Aberration für die schiefen Strahlen zunimmt.

Es seien  $S'S'$  zwei schief auffallende Strahlenbündel, letztere gehen vollständig durch die Vorderlinse. Derjenige Theil derselben aber, welcher nach der Erläuterung S. 163 sphärische Abweichung erzeugen würde, wird durch die Fassung  $FF$  (Fig. 30) abgeschnitten. Die Fassung wirkt demnach als Blende, und je länger dieselbe ist, desto mehr schiefe Strahlen werden zurückgehalten. Es ist leicht ersichtlich, daß bei sehr großer Entfernung der Linsen  $AB$  die schiefen Strahlenbündel  $SS'$  gänzlich durch die Fassung abgeschnitten werden, also gar nicht zur Wirkung kommen würden. Bei großer Entfernung der Linsen ist daher das Gesichtsfeld geringer.

Daraus geht hervor, daß die Entfernung der beiden Combinationen eine wichtige Rolle spielt. Bei lichtstarken Objectiven des Handels, z. B. den lichtstarken Dallmeyer'schen Stereoskoplinsen, ferner den sogenannten Schnellarbeitern zu Kinderaufnahmen, sind die beiden Objective nahe aneinandergerückt und das Bild zwar sehr hell, aber ziemlich stark gekrümmt, so daß beim Einstellen ohne Blenden nur eine kleine Fläche auf einmal scharf erhalten werden kann (s. S. 163).

Bei den größeren, verhältnißmäßig lichtschwächeren Objectiven dagegen ist die Entfernung zwischen beiden Objectiven größer, der Focus länger, das Bild daher dunkler, aber auch größer und weniger gekrümmt.

Von gleicher Bedeutung wie die Entfernung der Hinterlinse ist ihre Gestalt. Eigenthümlich an derselben ist die Trennung der Crown- und Flintglaslinse durch einen zwischengelegten Ring.

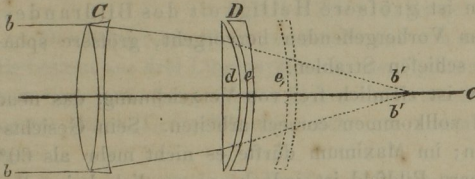
Die von der Vorderlinse gebrochenen und achromatischen Strahlen fallen zuerst auf die Flintglaslinse  $f'$  und werden durch diese so zerstreut, daß die Strahlen des axialen Bündels  $S$  fast parallel austreten, die schiefen Strahlen  $S'S'$  jedoch ziemlich bedeutend divergiren, daher ist für die axialen Strahlen eine Aenderung der Entfernung der beiden Linsen  $f'$  und  $c'$  nicht von so großem Einfluß, als auf die schiefen Strahlen, wie aus der Erläuterung S. 173 schon hervorgeht. Ist der Ring zu schmal, so erscheinen die Ränder des Bildes unscharf, das Bild ist zu sehr gewölbt.

Man kann daher ein fehlerhaftes Objectiv, welches ein sehr ge-

wölbtes und am Rande unscharfes Bild liefert, mitunter durch Aenderung der Ringbreite in der Hinterlinse verbessern. Natürlich erfordert dieses große Sorgfalt und vielfache Versuche.

Andererseits wirkt aber die Entfernung bei den Linsen sehr wesentlich auf den Achromatismus; die blauen Strahlen divergieren nach dem Austritt aus dem Flintglase stärker als die gelben, kommen also gleichsam aus einem der zweiten Linse  $f'c'$  näheren Punkte als letztere. Je größer die Entfernung der beiden Gläser, d. h. je breiter der Ring genommen wird, desto länger wird der chemische Focus im Vergleich zum optischen.

Fig. 31.



nach dem Austritt aus dem Flintglase stärker als die gelben, kommen also gleichsam aus einem der zweiten Linse  $f'c'$  näheren Punkte als letztere. Je größer die

Entfernung der beiden Gläser, d. h. je breiter der Ring genommen wird, desto länger wird der chemische Focus im Vergleich zum optischen.

Eine eigenthümliche Construction der Hinterlinse findet sich bei den neuen Dallmeyer-Objectiven. Die Gestalt derselben ist annähernd dieselbe, als bei den alten Objectiven, die Stellung derselben aber eine umgekehrte, d. h. die Flintglaslinse hinten, die Crownglaslinse vorn und die Entfernung beider variabel, indem die Flintglaslinse von der Crownglaslinse durch Verschraubung entfernt werden kann (siehe Fig. 31).

Bei größerer Entfernung fallen die Randstrahlen mehr auf die (schwächer zerstreute) Mitte der Linse, bei kürzerem Abstand dagegen mehr auf den stärker zerstreuten Rand der Linse. Diese ist so construirt, daß im letztern Fall die sphärische Abweichung vollständig gehoben ist. Entfernt man aber die Linsen durch Verschraubung voneinander, so soll nach Dallmeyer eine merkliche sphärische Abweichung erzeugt werden, so daß statt eines Focus eine Reihe von Focalpunkten  $f' f'' f'''$  entstanden (s. d. Fig. S. 158)\*).

Man würde demnach die matte Scheibe etwas verrücken können, ohne der Schärfe wesentlich Eintrag zu thun, und dadurch Focustiefe erlangen. Die Erfahrung hat jedoch ergeben, daß diese Annahme auf einem Irrthum beruht. Sie würde richtig sein, wenn die Brennweite der Hinterlinse kürzer, d. h. ihre Flächen stärker gekrümmt wären, so daß ein merklicher Unterschied zwischen den centralen und Randstrahlen stattfände. Dies ist jedoch nicht der Fall, und in der That erlangt man daher durch Entfernung der beiden Linsen nur eine Aenderung des Achromatismus, d. h. die Schärfe wird mehr „nach hinten“ verlegt. In normaler Lage (ohne Verschraubung) angewendet, ist die neue Linse in Bezug auf Schärfe, Gesichtsfeld, Lichtstärke eine der besten, welche existirten.

\*) Siehe auch Dallmeyer's Abhandlung, Photogr. Mitth. III. Jahrg., S. 280.

Außer der Gestalt ist noch die Gröfse der Hinterlinse von Einflufs. Meist wird sie etwas breiter als die Vorderlinse gemacht. In auffälligem Grade ist dies bei den Kegelobjectiven der Fall. Je gröfser die Hinterlinse angenommen wird, desto gröfser ist der Theil des schiefen Strahlenbündels  $S'$ , welcher zur Wirkung kommt und welcher bei kleineren Hinterlinsen durch die Fassung  $FF$  abgeschnitten wird. Die Folge davon ist gröfsere Helligkeit des Bildrandes, aber auch, wie aus dem Vorhergehenden hervorgeht, gröfsere sphärische Abweichung der schiefen Strahlen.

Das Portraitobjectiv ist ziemlich frei von Verzeichnung, das neue Dallmeyer-Objectiv soll vollkommen correct arbeiten. Sein Gesichtsfeld ist sehr verschieden; im Maximum dürfte es nicht mehr als  $60^\circ$  betragen. Das brauchbare Bildfeld ist jedoch, namentlich bei voller Oeffnung, viel kleiner.

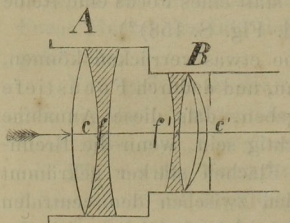
Als Beispiel sei hier das Resultat einer Untersuchung des Voigtländer-Visitobjectivs hergestellt:

Durchmesser	Brennweite	Gesichtsfeld	brauchbares Bildfeld bei voller Oeffnung
68,5 <sup>mm</sup>	230 <sup>m</sup>	43° 50'	22° 10'

### 3) Das Orthoskop.

Für Aufnahmen von Zeichnungen, Architekturen ist es von Vortheil, ein Instrument zu besitzen, welches ein möglichst ebenes Bild liefert. Diese Anforderung erfüllt das ebenfalls von Petzval berechnete Orthoskop, welches früher neben den beiden vorher beschriebenen Linsen sehr allgemein in Gebrauch war, jetzt jedoch durch die Tripletlinse grolsentheils verdrängt worden ist.

Fig. 32.



Das Orthoskop besteht aus einer grossen concavconvexen Vorderlinse  $A$  mit zusammengekitteten Crown- und Flintgläsern und einem als Zerstreuungsglas wirkenden Hinterlinsencomplex  $B$ , der aus einer biconcaven Flint- und einer concavconvexen Crownglaslinse besteht.

Die Blenden sind gewöhnlich hinter der Linse angebracht.

Die Vorderlinse ist nicht vollkommen aplanatisch, sie liefert allein von axialen Strahlen ein mäfsig scharfes, von schiefen Strahlen ein sehr unscharfes und stark gewölbtes Bild. Die sphärische Abweichung der axialen Strahlen wird aber durch die zweite Linse corrigirt und der Focus zugleich verlängert. Gleiches geschieht mit dem schiefen Strahlenbündel, nur werden diese, weil dieselben durch den Rand der Zerstreuungslinse gehen, eine viel be-