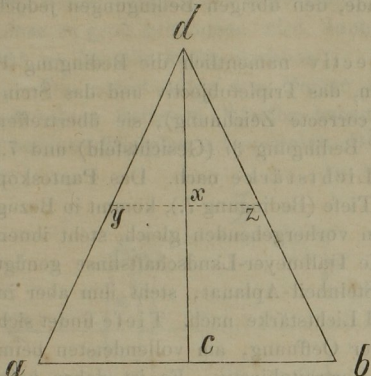


welchem dieses Bild vom optischen Mittelpunkt des Objectivs aus gesehen erscheint, nennt man das Gesichtsfeld der betreffenden Linse.

Fig. 27.



Ist ab der Durchmesser des runden Bildes, cd gleich der Brennweite, so ist der Winkel adb das Gesichtsfeld.

Von dem runden Bilde erscheint nur ein Theil scharf, nämlich der mittlere, und die Schärfe verbreitet sich um so weiter nach dem Rande hin, je kleiner die Blenden genommen werden.

Das bei einer bestimmten Blendengröße brauchbare Bildfeld ist demnach immer kleiner als das Gesichtsfeld.

Es wird ebenso wie das Gesichtsfeld aus dem Winkel bei d bestimmt, welchen zwei, nach diametral gegenüberstehenden, noch hinreichend scharf erscheinenden Punkten gezogene Linien mit einander machen.

Beschreibung der photographischen Objective.

Wir haben in dem vorhergegangenen Capitel die Mängel unserer optischen Gläser und die Mittel, sie zu vermeiden resp. auf ein Minimum zu reduciren, kennen gelernt. Wir haben in verschiedenen Punkten darauf hingedeutet, daß deren Wegschaffung mit Rücksicht auf die großen Anforderungen, die man an photographische Linsen stellt, nur theilweise möglich ist, und daher werden alle unsere photographischen Linsen selbst bei der besten Ausführung noch zu wünschen übrig lassen.

Man verlangt von einer photographischen Linse: 1) große Lichtstärke, um in möglichst kurzer Zeit, namentlich von Gegenständen, die sehr dunkel oder unruhig sind, Aufnahmen machen zu können. Diese läßt sich nur erreichen mit großen Oeffnungen und kurzen Brennweiten; 2) große Schärfe bis zum Rande. Diese ist nur mit kleinen Oeffnungen (Blenden) zu erzielen, also dem Gegensatz zu Bedingung 1.; 3) großes und ebenes Gesichtsfeld. Dieses bedingt sehr schiefe einfallende Strahlenbüschel, für welche die sphärische Abweichung und Bildkrümmung nur schwer zu corrigiren sind; 4) Freiheit von Verzeichnung; 5) Freiheit von Focusdifferenz; 6) Gleichmäßigkeit der Lichtkraft über das ganze Gesichtsfeld; 7) Tiefe, d. h. hinreichende Schärfe für Gegenstände, die verschieden weit von der Camera entfernt sind.

Alle diese Bedingungen sind nur schwer oder nicht gleichzeitig zu erfüllen, daher existirt bis jetzt noch keine Universallinse, welche

allem genügt, und man ist genöthigt, sich für verschiedene Zwecke verschiedener Objective zu bedienen.

Der Bedingung 5. entsprechen die meisten Objective in einem für die Praxis ausreichenden Grade, den übrigen Bedingungen jedoch nur theilweise.

So erfüllt das Portraitobjectiv namentlich die Bedingung 1. (Lichtstärke), weniger die übrigen, das Tripletobjectiv und das Steinheil-Aplanat die Bedingung 4. (correcte Zeichnung), sie übertreffen das Portraitobjectiv in Bezug auf Bedingung 3. (Gesichtsfeld) und 7., stehen ihm jedoch in Bezug auf Lichtstärke nach. Das Pantoskop übertrifft alle an Gesichtsfeld und Tiefe (Bedingung 7.), kommt in Bezug auf Correctheit (Bedingung 4.) den vorhergehenden gleich, steht ihnen aber in der Lichtstärke nach. Die Dallmeyer-Landschaftslinse genügt denselben Bedingungen wie der Steinheil-Aplanat, steht ihm aber in Bezug auf correcte Zeichnung und Lichtstärke nach. Tiefe findet sich nur bei Instrumenten mit kleinerer Oeffnung, am vollendetsten beim Pantoskop, am geringsten beim Portraitobjectiv. Es ist daher kein Wunder, daß eine Menge von Constructionen existiren, welche nach der einen Richtung hin Vollkommenes leisten, in andrer Richtung nicht genügen.

Alle diese Constructionen zu beschreiben, ist uns eine Unmöglichkeit, wir halten uns an die wichtigsten, namentlich an solche, die wir praktisch geprüft haben, und die Art und Weise, wie diese Prüfung vorzunehmen ist, werden wir später erörtern.

1) Das einfache achromatische Objectiv oder die sogenannte Landschaftslinse.

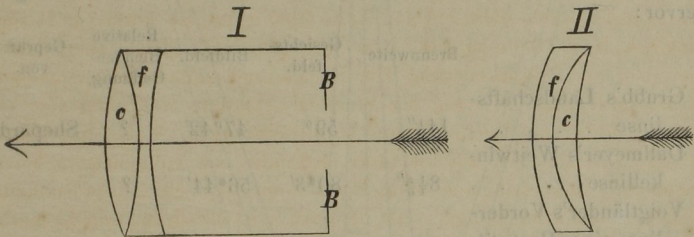
Dieses einfache Objectiv ist die älteste photographische Linse, welche existirt. Ihre Form ist sehr verschieden, kommt aber stets auf Verbindung eines achromatischen zusammengekitteten Linsenpaares mit einer Vorderlinde heraus. Die Wirkung einer solchen Verbindung geht aus Fig. 14 (S. 161) hervor. Wie jene als Beispiel gewählte planconvexe Linse verhalten sich auch die ihr ähnlichen Formen der Menisken, nur mit dem Unterschiede, daß diese die einzelnen Linsenfehler in geringerem Grade zeigen als die planconvexe Form. Geübte Arbeiter pflegen oft genug aus zusammengesetzten Objectiven einzelne Linsen herauszunehmen und benutzen diese mit passend vorgesetzten Blenden zu Landschaftsaufnahmen, wo es auf ein wenig Verzeichnung nicht ankommt. So wird sehr allgemein die fast planconvexe Vorderlinse unserer Portrait-Doppelobjective dazu verwendet, indem man dieselbe umkehrt und Blenden vorsetzt*). Für viele

*) Viele Objective haben zu dem Zweck gleich eine Einrichtung in der Fassung, um die Vorderlinse für sich allein verkehrt anschrauben und Vorderblenden an-

Zwecke genügt dieses vollkommen, ja es giebt Photographen genug, die mit solcher Linse in solcher Fassung auch Reproduktionen machen. Die Verzeichnung stört hierbei nur dann, wenn das Gesichtsfeld der Linse zu groß genommen wird. Innerhalb eines Bildwinkels von circa 15° ist dieselbe kaum merkbar.

Die zuerst unter dem Namen Landschaftslinsen in den Handel gebrachten einfachen Objective haben die folgende Form I (Fig. 28). f bedeutet Flintglas, c Crownglas. Die Blende B ist meist $\frac{1}{3}$ der Brenn-

Fig. 28.

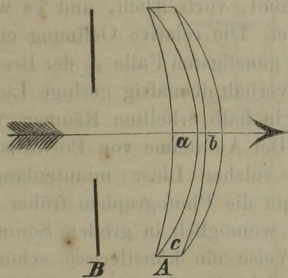


weite von der Linse entfernt. Diese Linse findet man noch in vielen Ateliers. Ausser dieser Form giebt es jedoch noch mehrere andere, die in Bezug auf Gesichtsfeld, Bildgröße und Verzeichnung günstigere Resultate geben.

Die eine derselben zeigt die Form eines Meniscus II., bestehend aus einer concavconvexen Crownglas- und convexconcaven Flintglaslinse; beide sind, wie auch in der älteren Form, mit Canadabalsam zusammengekittet.

Eine dritte Form, die noch trefflicher wirkt, ist die Dallmeyer'sche Landschaftslinse.

Fig. 29.



Diese besteht nicht aus 2, sondern aus 3 Linsen, die zusammengekittet sind; die mittlere besteht aus Flintglas, die beiden äußeren aus 2 verschiedenen Sorten Crownglas. Die Blende ist um circa $\frac{1}{10}$ der Brennweite von der Linse angebracht. Statt der sonst allgemeinen Einzelblenden, die man wechselt, jenachdem man die Schärfe mehr oder weniger weit nach dem Rande des Bildes hintreiben will, sitzen bei Dall-

setzen zu können. Man kann sich auch zuweilen dadurch helfen, daß man die Hinterlinse des Portraitkopfes herauschraubt, die Vorderlinse an deren Stelle setzt und die Blenden in ihrer ursprünglichen Stelle läßt.

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	-

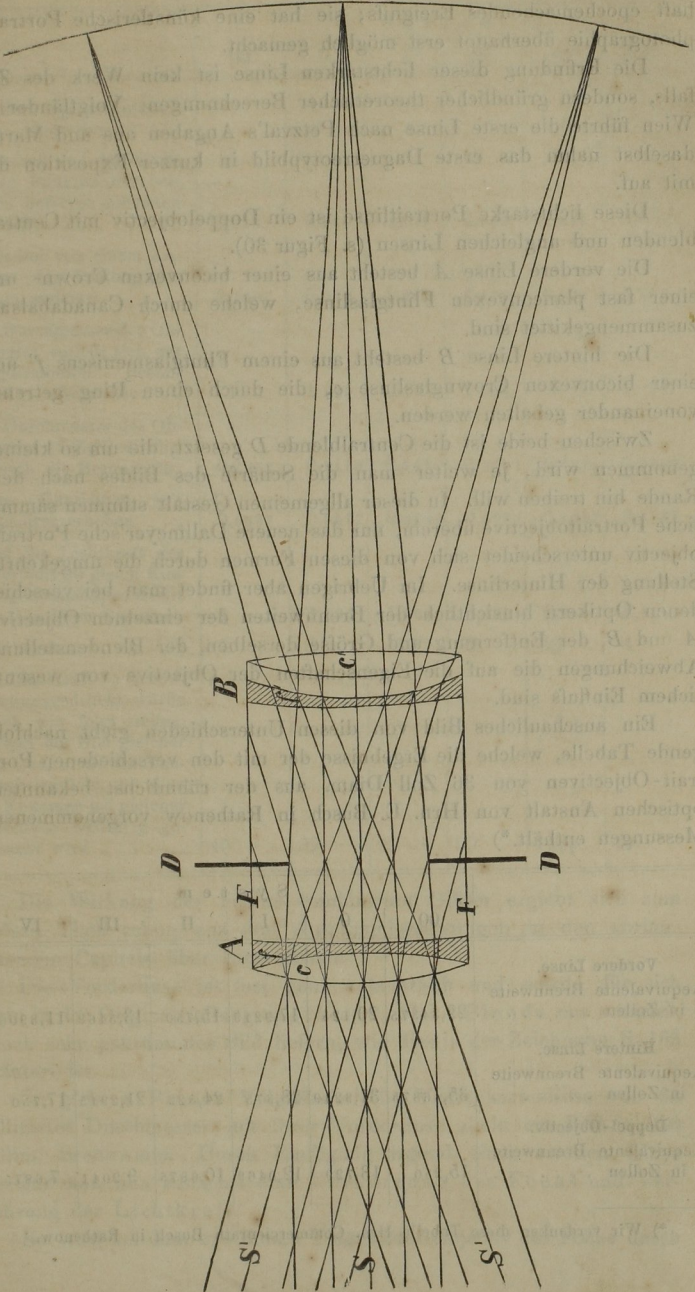
Bei Shepard's Bestimmungen fehlt leider die Angabe der Blendengröfse, welche die Gröfse des Bildfeldes sehr stark beeinflusst.

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.



hat, wodurch die Bildgröße, die eine gewisse Form
 gegen die Oberfläche erst möglich gemacht.
 Die Richtung dieser letzten Linse ist kein Wert des
 Fall, sondern gründliche theoretische Berechnungen
 Wien führt die erste Linse nach 'Laval's Angaben in auf
 dasselbe, wenn das erste Linsenverhältnis in Frage
 mit auf.
 Diese Linse ist ein Doppelobjektiv mit einem
 blenden und ähnlichen Linsen (Fig. 30).
 Die vordere Linse A besteht aus einer biconvexen Linse
 einer fast planconvexen Hinterröhre, welche durch
 zusammengeklebt sind.
 Die hintere Linse B besteht aus einem Planconvexen A und
 einer biconvexen Linse, die durch einen Holzrahmen
 voneinander gehalten werden.
 Zwischen beiden die Centralblende D gesetzt, die um ein
 genommen wird. Die Linse kann die Scheitelhöhe nach dem
 Kante hin gezogen werden, die der allgemeinen Regel einmünden
 keine Parabolische, sondern eine elliptische Form, die
 Objektiv unterschieden, um diese durch die Linse
 Stellung der Hinterröhre. Die Linse befindet sich
 dem Objektiv hinsichtlich der Entfernung der einzelnen
 A und B, der Entfernung der Linse von der
 Abweichungen die an
 hohen Einflüsse sind.
 Ein anschauliches Bild der verschiedenen
 gende Tabelle, welche die verschiedenen For-
 tran-Objektiven von der Entfernung der Linse
 optischen Ansatz von der Entfernung der Linse
 Messungen enthält.
 Vordere Linse
 Äquivalente Brennweite
 in Zoll
 Hintere Linse
 Äquivalente Brennweite
 in Zoll
 Doppel-Objektiv
 Äquivalente Brennweite
 in Zoll

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 einer biconvexen 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
Vordere Linse.						
Aequivalente Brennweite in Zollen	22,34375	20,125	17,9219	15,750	13,5469	11,3906
Hintere Linse.						
Aequivalente Brennweite in Zollen	35,46875	31,9219	28,375	24,822	21,2915	17,750
Doppel-Objectiv.						
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 Stereoskoplinen, 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.

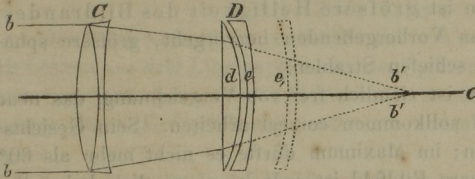
Die von der Vorderlinse gebrochenen und achromatischen Strahlen fallen zuerst auf die Flintglaslinse f' und werden durch diese so zerstreut, daß die Strahlen des axialen Bündels S fast parallel austreten, die schiefen Strahlen $S'S'$ jedoch ziemlich bedeutend divergiren, daher ist für die axialen Strahlen 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.



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 Einfluß. Meist wird sie etwas breiter als die Vorderlinse gemacht. In auffälligem Grade ist dies bei den Kegelobjectiven der Fall. Je größer die Hinterlinse angenommen wird, desto größer 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 größere Helligkeit des Bildrandes, aber auch, wie aus dem Vorhergehenden hervorgeht, größere 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° betragen. Das brauchbare Bildfeld ist jedoch, namentlich bei voller Oeffnung, viel kleiner.

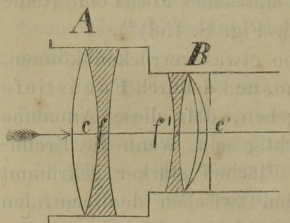
Als Beispiel sei hier das Resultat einer Untersuchung des Voigtländer-Visitobjectivs hergestellt:

Durchmesser	Brennweite	Gesichtsfeld	brauchbares Bildfeld bei voller Oeffnung
68,5 ^{mm}	230 ^m	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 Zerstreungsglas 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 Zerstreungslinse gehen, eine viel be-

deutendere Zerstreung, d. h. Focusverlängerung erfahren, als die axialen Strahlenbündel und die Folge davon ist die große Ebenheit des Bildes (s. S. 173).

Ein Uebelstand des Orthoskops ist die Verzeichnung; sie liefert die geraden Linien einwärts gekrümmt. Dieser Umstand macht sie zur Aufnahme von Zeichnungen und Architekturen weniger geschickt als die Tripletlinse.

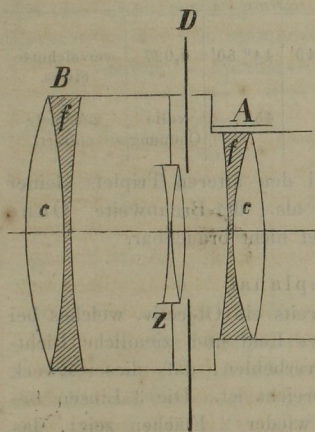
4) Die Tripletlinse.

Das Tripletobjectiv hat seinen Namen von seiner Zusammensetzung. Es besteht aus drei Linsensystemen, zwei achromatischen Sammellinsen und einer zwischengesetzten kleineren Zerstreulinse, deren Durchmesser durch Centralblenden mehr oder weniger modificirt werden kann.

Setzt man zwei gleiche Sammellinsen zu einem Doppelobjectiv mit Centralblenden zusammen, so wird man ein Bild erhalten, welches den großen Vortheil vor dem Orthoskopbild besitzt, frei von Verzeichnung zu sein und lichtstärker als eine Einzellinse gleicher Brennweite (s. die Erläuterung S. 175), dagegen würde es ein sehr stark gewölbtes Bildfeld zeigen. Diesem Fehler suchte nun zuerst Sutton durch Einführung einer concaven Zwischenlinse abzuhelfen. Diese wirkt zerstreuend, sie macht die Strahlen divergenter, den Gesamtfocus daher länger (s. S. 173).

Die schiefen Strahlenbüschel, welche stärker convergiren, gehen hierbei durch den stärker zerstreuen Rand der Zwischenlinse, sie werden daher eine größere Focusverlängerung erfahren, als die durch die schwächer zerstreuende Mitte gehenden axialen Strahlen.

Fig. 33.



Auf diese Weise wird die starke Bildkrümmung fast ganz gehoben. Das ursprüngliche, von Sutton angegebene Tripletobjectiv war symmetrisch, Dallmeyer wich jedoch von Sutton's Angaben erheblich ab und seine Tripletobjective, welche sehr allgemein verbreitet sind, zeigen eine kleinere Vorderlinse A und eine größere Hinterlinse B.

Die Blenden D befinden sich vor der Zwischenlinse Z.

Das ganze System giebt bei voller Oeffnung Bilder, deren Mitte vollkommen scharf ist, da jedoch die relative Oeffnung bedeutend größer ist, als bei einem Portraitobjectiv, nicht so licht-

stark sind als diese. Um Schärfe nach dem Rande hin zu erhalten, bedient man sich der Blenden.

Die Tripletlinse deckt ein größeres und ebeneres Feld als die meisten Portraitlinsen und ist, richtig construiert, frei von Verzerrung. Sie dient sehr allgemein zur Aufnahme von Zeichnungen, Architekturen und Landschaften. Zu Portraits ist sie ihrer geringeren Lichtstärke wegen wenig geeignet. Dallmeyer giebt an, dass man sie nach Herausnehmen der Zwischenlinse zum Portraitiren verwenden könne. Dadurch wird allerdings der Focus beträchtlich gekürzt, und die Lichtkraft gesteigert, das Feld erscheint jedoch alsdann sehr gekrümmt und daher das Bild mangelhafter, als bei einer gewöhnlichen Portraitlinse.

Neuerdings haben jedoch Dallmeyer und Busch Versuche gemacht, die Lichtkraft dieses Systems durch Vergrößerung der Zwischenlinse zu steigern. Auf diese Weise ist es in der That gelungen, ein Objectiv herzustellen, welches das große Gesichtsfeld und die Feldebenheit des gewöhnlichen Triplets zeigt, es jedoch an Lichtstärke bedeutend übertrifft und darin dem Portraitobjectiv nahe kommt. Busch's verbessertes Triplet ist unter dem Namen Universaltriplet bekannt (so genannt, weil seine Anwendbarkeit eine sehr vielseitige ist).

Dieses Universaltriplet leistet wegen seines großen Feldes namentlich bei Gruppenaufnahmen gute Dienste. Bedingung ist dabei freilich gutes Licht. Um einen Ueberblick über die Leistungsfähigkeit der alten und neuen Tripletlinsen zu geben, folgt hierbei das Resultat mehrerer Untersuchungen.

	Durchmesser		Brennweite	Gesichtsfeld	Bildfeld	Relative Blenden-Oeffnung	Bemerkungen
	der Vorderlinse	der Zwischenlinse					
Dallmeyer's Triplet No. 1	32 ^m	18,5 ^m	207	70° 40'	44° 30'	0,027	verzeichnete etwas.
Busch's Universaltriplet	64 ^m	50,5 ^m	390	72°	45°	volle Oeffnung	zeichnete correct.

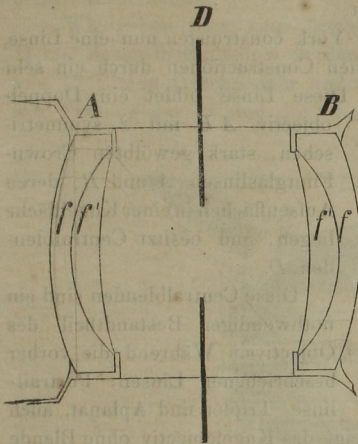
Die Zwischenlinse ist demnach bei den älteren Triplets kleiner als $\frac{1}{10}$, bei den Universaltriplets größer als $\frac{1}{5}$ der Brennweite. Ohne Zwischenlinse ist Busch's Universaltriplet nicht brauchbar.

5) Steinheil's Aplanat.

In der Tripletlinse besitzen wir bereits ein Objectiv, welches bei correcter Zeichnung ein ziemlich ebenes Feld und ziemliche Lichtstärke zeigt. Man darf jedoch nicht verhehlen, dass dieser Zweck auf eine ziemlich complicirte Weise erreicht ist. Die 3 Linsen bestehen aus je 2 Gläsern, deren jedes wieder 2 Flächen zeigt, das heißt in Summa 12 Flächen, deren jede einzelne geschliffen werden

mufs. Die grofse Anzahl der Gläser reflectirt oder absorbirt eine nicht unbeträchtliche Quantität von Licht.

Fig. 34.



Steinheil in München versuchte deshalb die Construction einer Linse, welche einfacher zusammengesetzt ist und in Bezug auf Lichtstärke, correcte Zeichnung, Ebenheit, Gesichtsfeld, dasselbe leistet, und so entstand das aplanatische Objectiv, welches in der That alle die genannten Anforderungen in anerkannter Weise erfüllt. Das Steinheil'sche Aplanat besteht aus 2 flachgewölbten symmetrischen Linsen, A, B, deren jede einzelne aus 2 Flintglasmenisken zusammengesetzt ist, die jedoch aus Gläsern von verschiedener Brechbarkeit bestehen.

Seine Construction ist das Resultat sehr gründlicher theoretischer Berechnungen des Herrn Dr. Steinheil, die jedoch bis jetzt noch nicht publicirt worden sind.

Das Aplanat giebt schon bei voller Oeffnung ($\frac{1}{7}$ der Brennweite) ein scharfes Bild über eine Fläche, dessen Durchmesser nahezu gleich $\frac{2}{3}$ der Brennweite ist, und ist daher gleich dem Universaltriplet zum Portraitiren bei gutem Licht verwendbar, obgleich es hierin der gewöhnlichen Portraitlinse nachsteht. Seine Leistungsfähigkeit ergibt sich am besten aus folgenden Resultaten der Prüfung von Seiten der Commission des Photographischen Vereins von Berlin.

Steinheil's Aplanat No. 3:

Durchmesser	Brennweite	Bildgröße für Portraits	Landschaft	Gesichtsfeld	Branchbares Bildfeld bei 0,026 Blendenöffnung	Bemerkungen
19'''	101 $\frac{1}{4}$ '''	6 $\frac{1}{4}$ '''	10 $\frac{1}{2}$ '''	—	—	nach Angabe des Preiscurants.
43mm	296,6m	6''	—	65° 20'	43° 20'	nach dem Bericht der Prüfungscommission*).

6) Das Kugelobjectiv und das Pantoskop.

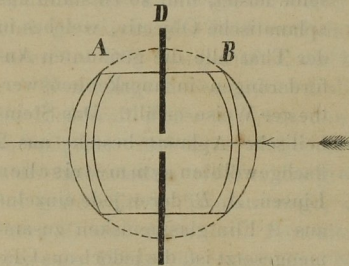
Die vorher beschriebenen Linsen zeigen alle ein nur mäfsiges Bildfeld, welches im günstigsten Falle bis 60° geht. Ein solches Bild-

*) Siehe Photogr. Mittheilungen V. Jahrg. S. 11.

feld reicht für die meisten Landschafts- und Architekturaufnahmen aus, sie genügen aber nicht, im Fall dem Arbeiter eine nur kurze Distanz zu Gebote steht, wie dies z. B. bei Aufnahmen in engen Strafsen, Interieurs etc. der Fall ist.

Harrison und Schnitzer in New-York construirten nun eine Linse, die sich von den früher vorhandenen Constructionen durch ein sehr großes Gesichtsfeld auszeichnet. Diese Linse bildet ein Doppel-

Fig. 35.



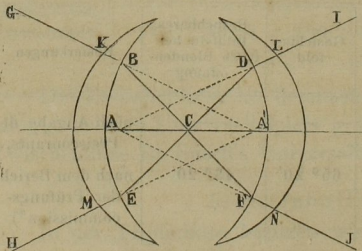
objectiv AB mit 2 symmetrischen, stark gewölbten Crown-Flintglaslinsen A und B , deren Außenflächen in einer Kugelfläche liegen, und besitzt Centrallinse D .

Diese Centrallinse ist ein nothwendiger Bestandtheil des Objectivs. Während die vorher beschriebenen Linsen: Portraitlinse, Triplet und Aplanat, auch ohne solche scharfe Bilder geben, zeigt das Kugelobjectiv ohne Blende eine sehr auffällige sphärische Abweichung, die es gänzlich unbrauchbar macht.

In Folge dessen steht es den erstgenannten Objectiven an Lichtstärke entschieden nach.

In Folge der Wirkung der kleinen Blende kommt von den auf die offene Vorderlinse fallenden Strahlenbündeln nur ein sehr kleiner Theil zur Wirkung, nämlich der, welcher nahezu senkrecht auffällt. Beistehende Figur versinnlicht den Gang eines solchen schmalen Strahlenbündels im Kugelobjectiv. Die schief auffallenden Bündel LI und NI gehen nach der Brechung durch das

Fig. 36.



Centrum des Objectivs, fallen auf die Punkte B und E , und treten abermals gebrochen parallel ihrer ursprünglichen Richtung wieder aus.

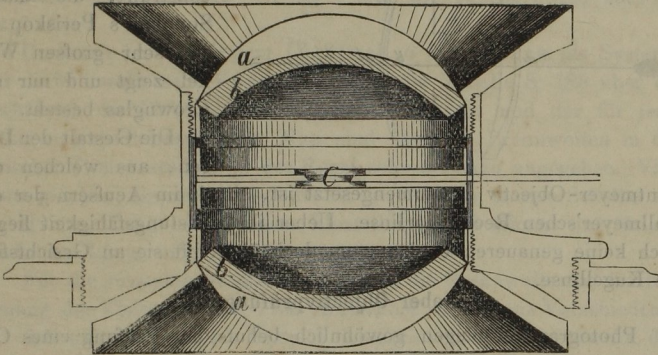
Das ursprüngliche Kugelobjectiv von Harrison zeigte nur einen Bildwinkel von höchstens 75° .

Busch in Rathenow construirte ein dem Kugelobjectiv ähnliches Instrument, welches das Harrison'sche an Bildgröße weitaus übertrifft und den erstaunlichen Bildwinkel von 90° (Gesichtsfeld 105°) zeigt. Das Bild, welches eine solche Linse liefert, ist doppelt so lang als die Brennweite desselben.

Die Einrichtung des Instruments ist eine den Kugelobjectiven ähnliche. Die äusseren Flächen liegen jedoch nicht auf einer und derselben Kugelfläche.

Wir geben hier eine Zeichnung des Instruments, welche wir Herrn Busch in Rathenow verdanken, sie stellt das Pantoskop No. 5 von 17 Linien Durchmesser und 20 Zoll Bildlänge in Originalgröfse mit Fassung dar; *a* sind die Crownglas-, *b* die Flintglaslinsen.

Fig. 37.



Das Kugelobjectiv übertrifft es nicht nur in Bezug auf ebeneres Bildfeld und gröfseres Gesichtsfeld, sondern auch in Bezug auf Lichtstärke und auf gröfsere Schärfe. Wegen der Schmalheit des zur Wirkung kommenden Strahlenkegels zeigen die Linsen grofse Tiefe.

Ein Uebelstand dieser Objective von sehr weitem Gesichtsfeld ist das Abnehmen der Lichtstärke nach dem Rande des Bildes hin. Dieser Umstand veranlafst, dafs die Ränder des Bildes oft noch unterexponirt erscheinen, wenn die Mitte bereits ausexponirt ist, und tritt dieser Fehler, namentlich wenn die Mitte des Bildfeldes mit hellen, der Rand mit dunklen Gegenständen ausgefüllt ist, stark hervor. Ferner liefern sie nicht selten den fatalen Lichtfleck (s. S. 177, 178)*).

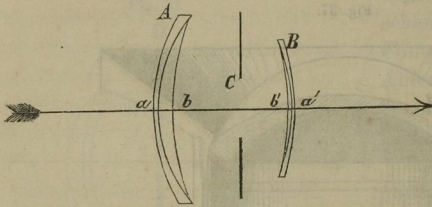
Bei Anwendung dieser Instrumente ist ferner darauf zu achten, dafs dieselben leicht übertrieben erscheinende Perspectives geben, d. h. die nahen Gegenstände erscheinen zu grofs, die fernen zu klein.

Gleichzeitig mit Busch's Pantoskop construirte Steinheil in München sein Periskop, ein Instrument, das ebenfalls ein Gesichtsfeld von 90° zeigt, und das merkwürdigerweise nur aus 2 Crownglaslinsen besteht. Leider zeigt das Instrument Focaldifferenz, ein Umstand, der seine praktische Anwendbarkeit wesentlich beeinträchtigt.

*) Neuerdings ist es Herrn Busch gelungen, durch geeignete Stellung der Blenden den Lichtfleck ganz wegzuschaffen.

Als neuestes Product in diesem Gebiete ist Dallmeyer's Rectilinearlinse zu erwähnen. Diese dem Pantoskop an Leistungsfähigkeit nabekommende Linse besteht aus 2 achromatischen Menisken *A* und *B* mit zwischengestellter Blende. Die Stellung der letzteren ist so gewählt, dafs der Lichtfleck, der sich bei Kugelobjectiven in so unangenehmem Grade zeigt, vermieden ist*).

Fig. 38.



Zentmeyer in Philadelphia hat eine Linse construiert, die analog Steinheil's Periskop einen sehr grossen Winkel zeigt und nur aus Crownglas besteht.

Die Gestalt der Linsen, aus welchen das Zentmeyer-Objectiv zusammengesetzt ist, ähneln im Aeufsern der der Dallmeyer'schen Rectilinearlinse. Ueber ihre Leistungsfähigkeit liegen noch keine genaueren Proben vor, doch übertrifft sie an Gesichtsfeld die Kugellinse.

Ueber Objectivprfungen.

Photographen pflegen gewöhnlich behufs der Prüfung eines Objectivs ein paar Versuchsaufnahmen mit dem fraglichen Objective zu machen. Solche sind sehr schätzbar, sie geben aber dennoch nur einen ungefähren Anhalt, denn man erfährt dadurch nur die Bildgrfse, die Schärfe nach dem Rande hin und die Freiheit von Focusdifferenz und Verzeichnung. Ueber die Lichtstärke aber gewinnt man nur ein sehr oberflächliches Urtheil, und was die Bildgrfse anbetrifft, so bildet diese für sich allein noch keinen Mafsstab für den Werth eines Objectivs.

Häufig sagt man: ein Portraitobjectiv, welches eine doppelt so hohe Figur liefert, als sein Durchmesser, ist ein gutes.

Man braucht aber nur in die Preiscourants der Optiker zu blicken, um zu erkennen, dafs die Bildgrfse bei Objectiven derselben Oeffnung total verschieden ist. Z. B. giebt der Busch'sche Dreizller (s. S. 184)

System	Brennweite	Preis
I ein Bild von 7 × 9 Zoll	12 Zoll	46 Thlr.
II - - - 6 × 7½	10 $\frac{7}{10}$	51 -
III - - - 4¾ × 6¼	9 $\frac{2}{10}$	60 -
IV - - - 4¼ × 5¼	7 $\frac{7}{10}$	70 -

Nimmt man die Bildgrfse als Ausgangspunkt, so würde der erste der beste sein. Nun ist aber gerade der letzte, welcher das kleinste Bild liefert, der theuerste. Worin beruht demnach der Unterschied?

*) Siehe Photogr. Mittheil. IV. Jahrg. S. 143.