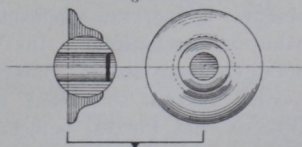


VIII. Kapitel.

Kurze Beschreibung der bemerkenswerthesten Linsensysteme für Photographie.

Als Daguerre seine Daguerrotypen zuerst herstellte, waren nur Linsen für die Camera obscura vorhanden und war ja gerade die Photographie aus dem Wunsche entstanden, das schöne lebensvolle Bild der Camera obscura anders als auf dem mühsamen und unsicheren Wege, durch Nachzeichnen, festzuhalten. Porta erfand bekanntlich zuerst die sog. Lochcamera, welche er 1560 in seinem Werke „*Magia Naturalis*“ publicirte. Später verbesserte er das Bild derselben durch Hinzufügung einer Convexlinse (eine Sache, die er anfänglich geheim hielt). Man bemühte sich später, diese Camera obscura zu verbessern und versuchte schon damals, das Bild derselben gleichförmiger in der Qualität über das ganze Feld zu erhalten. Der Weg, den man dazu einschlug, war von den jetzigen verschieden. Man befestigte die (meistens biconvexe Linse von langer Brennweite) in eine hölzerne Kugel, welche cylindrisch ausgebohrt war. In dieser Ausbohrung war in ein cylindrisches Rohr die Linse gefasst und mit demselben, zum Zweck des Focussirens, verschiebbar. Man nannte diese um das Jahr 1775 schon allgemein verbreitete Einrichtung einen „*Scioptric-Ball*“ siehe (Fig. 55). Dieser dem menschlichen Auge ähnelnde Ball wurde in den Laden eines verfinsterten Zimmers eingesetzt und konnte nun nach allen Seiten gerichtet werden, so dass man immer im Stande war, irgend ein Object in die optische Axe (den besten Theil des Bildes) zu bringen. Die Schirme, welche das Bild auffingen, waren gleichfalls (entweder auf Rollen oder in Schnüren) nach allen Seiten beweglich, so dass man in dieser Einrichtung das Urbild der jetzigen geneigten Cassetten resp. Visirscheiben vor sich hat. Diese Einrichtung wurde meistens von Zeichnern und Malern benutzt. Um dieselbe Zeit

Fig. 55.



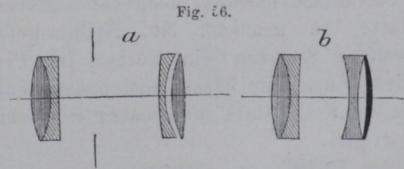
waren aber auch schon Camera obscura (zu dem Zweck, dieselben tragbar zu machen) mit Planspiegeln verbunden und mit Diaphragmen in Front der Linse in einiger Distance, zum Zweck die schiefen Kegel zu verbessern, in Gebrauch. Man findet alle diese Arten in „A Treatise of Optics“ etc. by Joseph Harris abgebildet und beschrieben. Selten werden derartige Cameras erwähnt, welche statt des Objectivs einen Hohlspiegel besitzen. Uebrigens hat sich Harris damals schon ziemlich eingehend mit den Cardinalpunkten, dem optischen Centrum, den Anomalien schiefer Kegel, der Bildwölbung etc. beschäftigt. In diesem Zustand blieb die Sache, bis sich Ende der zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts Sir J. B. Airy, Henry Coddington, Brewster und andere damit beschäftigten. Airy, der sich besonders verdient um die mathematische Behandlung des Astigmatismus und der Distortion gemacht hat, fand, dass eine Meniscenform für ganz bestimmte Radienverhältnisse mit einem Diaphragma in Front (in bestimmter Entfernung) das gleichförmigste Bild erzeugt und zur Compensirung der Bildwölbung machte er die Visirscheibe resp. den Schirm gewölbt. Doch scheint es nicht, als ob er Achromate für die Camera obscura versucht hat. Es scheint vielmehr, als ob Daguerre der erste gewesen ist, der Achromate (1838) zur Erzeugung des Bildes in der Camera verwendet hat. Er hat die Achromate (zu welchen er die Objecte von gewöhnlichen Operngläsern verwendete) in derselben Weise mit Blende in Front wie die einfachen Meniscen benutzt. Solche Achromate sind viel günstiger, wie wohl allgemein geglaubt wird. Die Farbencorrection derselben ist beinahe richtig für actinische Strahlen, weil diese Objective solche Correction zum Zweck der Compensation der negativen Oculare haben müssen. Ausserdem ist die Form derselben eine solche, dass ein aplanatischer Punkt für die schiefen Strahlenbündel nicht weit vor der Linse, also an der richtigen Stelle, liegt. Der grösste Defect derselben lag jedoch darin, dass dieselben nicht lichtstark genug für das damalige Verfahren waren. Im Jahre 1839 wurde Prof. Petzval vom Prof. von Etingshausen auf diese Form der Daguerreschen Camera obscura aufmerksam gemacht und aufgefordert, sich mit der Sache näher zu beschäftigen. Im Verlauf des Winters 1840 führte er die nöthigen analytischen Untersuchungen aus (er scheint Airy's Arbeit nicht gekannt zu haben) und im Sommer 1840 wurde das erste Objectiv, das Petzval berechnete, vom Optiker Voigtländer ausgeführt. Fast gleichzeitig auch das später unter dem Namen des Orthoskop bekannt gewordene Objectiv. Indess kam damals nur das erste unter dem Namen des Petzvalschen Portraitobjectivs in den Handel und hat wegen seiner Vorzüglichkeit seine Stellung bis heute behauptet. Dieses Portraitobjectiv besteht aus zwei Doppelachromaten mit positiver Brenn-

weite; jede Doppellinse für sich achromatisirt. Die Frontlinse ist verkittet und so gerechnet, dass dieselbe den Bedingungen eines gewöhnlichen Fernrohrobjectivs entspricht. Die Hinterlinse (nicht verkittet, um den nöthigen Bedingungen entsprechen zu können) hat ausser ihrer allgemeinen collectiven Wirkung die Function, die Anomalien der schiefen Kegel der Frontlinse durch entgegengesetzte zu compensiren und den Strahlenkegel der Bildmitte in seinem Aplanatismus ungeändert zu lassen. Die von Prof. Petzval ursprünglich an den Optiker Voigtländer mitgetheilten Elemente dieses Linsensystems sind folgende:

I. Frontachromat:		II. Sammelnde Compensationslinse:	
$r_1 = 36,4$ Wiener Linien		$r_5 = 72,1'''$	Beide Achromate bilden
$r_2 = -28,5'''$		$r_6 = 25,3'''$	die Portrait-Combination.
$r_4 = 300'''$		$r_7 = 31,3'''$	
		$r_8 = -102,8'''$	
III. Zerstreuende Compensationslinse:			
$r_5 = -86,4'''$		Bildet mit I zusammen das	
$r_6 = 50,8'''$		orthoskopische Objectiv.	
$r_7 = -126,3'''$		Die wahrscheinlichste Linsen-	
$r_8 = -36,9'''$		distance ist = $32'''$.	

Es scheint das Ganze nur eine Rechnung in 1. Approximation gewesen zu sein, da weder Linsendicken noch Distancen mit derselben angegeben sind. Der Diameter der Linsen soll wahrscheinlich $1\frac{3}{4}$ Zoll sein. Wenn man die Linsen nicht dicker als nöthig macht, so kann man leicht durch Versuche die beste Distance ausmitteln, da man sich alsdann nicht zu weit von den Prämissen der Rechnung entfernt.

Ueber das Material der Linsen findet sich keine genauere Angabe. Unter der Voraussetzung, dass es Soft Crown und Light Flint, Chance war, geben diese Werthe brauchbare Resultate. Fig. 56 stellt diese Linsen dar. Im Catalog von Schott & Gen. entsprechen diesen Glasarten die Nummern No. 18 O. 114 und No. 65 O. 569. Berechnet man



mit den Constanten des Glases Chance, unter denselben Vernachlässigungen die Brennweiten der Achromate I, II, III, so erhält man für I = $8,32$ Wiener Zoll $\pm 100'''$, für II = $12,56'' \pm 150'''$ und für III = $-16,63'' \pm 200'''$. Wie man sieht, verhält sich I : II $\pm 2 : 3$ und I : III $\pm 1 : 2$, so dass es scheint, als ob dies willkürlich gewählte Werthe sind, die man ursprünglich der Rechnung zu Grunde gelegt und die zweckmässigste Entfernung der Linsen dem Resultat der Rechnung über-

lassen hat. So ausgezeichnet diese Combinationen nun auch sind, so glaube ich, wären dieselben doch (ganz abgesehen von der Introduction des neuen Glases Abbe-Schott) noch einer bedeutenden Vervollkommnung fähig, wenn man von dem einfachen Princip abginge, der Linse I das Minimum der Aberration zu ertheilen (das nur durch die einfache Einfädclung der Rechnung gerechtfertigt werden kann). Man müsste die Form der Linse als unbestimmte Grösse in die Rechnung einführen und dieselbe dadurch bestimmen, dass die Gesamt-
aberration aller ein Minimum wird. Zu gleichem Zweck auch von den obigen einfachen willkürlich gewählten Verhältnisszahlen Abstand nehmen! Die Frontlinse des Petzval'schen Systems wird häufig mit Erfolg auch als einfacher Achromat angewandt, indem die concave Flintseite derselben gegen das Object gekehrt wird und alsdann wie bei dem Daguerreschen Achromat ein Diaphragma in Front und in Distance gesetzt wird. Fasst man die Petzval'schen Combinationen in diesem Sinne auf, so kann man dieselben als Universalobjectiv gelten lassen, indem die Portraitcombination circa ein Aequivalent von 5,7 Wiener Zoll repräsentirt von nahe $\mathfrak{F}/3$. Wechselt man dann die sammelnde Hinterlinse durch die zerstreueude aus, so hat man circa 13,3'' Aequivalent und circa $\mathfrak{F}/10$, und nimmt man die Frontlinse allein, so hat man circa 8,3'' Aequivalent und $\mathfrak{F}/15$. Man hört zuweilen Klagen darüber, dass die Petzval-Combination einen Rest von Distortion habe. Wenn dies wirklich der Fall sein sollte bei Linsen, welche nach dieser Original-(Näherungs-)Rechnung ausgeführt sind, so unterliegt es keinen Schwierigkeiten, dies zu beseitigen. Es bedarf nur einer Correctionsrechnung, um die Cardinalstrahlenbündel zu aplanatisiren.

Folgende Abmessungen von abgeänderten Nachahmungen dieser Petzvallinse möchten noch von Interesse sein, welche ich Gelegenheit hatte, zu machen: No. 7043, gefertigt von den Herren „Lerebours & Secretan“ in Paris. Die Probe auf dem „Horse“ bestand diese Linse nur höchst mittelmässig, dieselbe zeigte sich sphärisch und chromatisch stark untercorrigirt; schiefe Kegel astigmatisch übercorrigirt.

$r_1 = 7,878''$ engl. convex,	$r_4 = 16,604''$ engl. convex,
$r_2 =$ unzugänglich (contact) Frontlinse,	$r_5 = 6,041''$ „ concav,
$r_3 = 54,830$ concav,	$r_6 = 7,559''$ „ convex,
	$r_7 = 22,075''$ engl. convex.

Diameter = 3''. Aequivalent = 14''.

Entfernung der Flächen r_5 und $r_6 = 0,115''$. Brauchbare Apertur nur 2,3''. Letzter Scheitelfocus = 9''. Entfernung der innern Linsenscheitel = 5,3''. Wölbung des 30° betragenden Sehfeldes = 0,35''.

Diameter des Bildes = 8,8". Oeffnungsverhältniss $\frac{8}{6}$. Radius der Bildfläche am Scheitel = 27,7".

Dagegen war die folgende kleine Linse ein ausgezeichnet schönes derartiges Objectiv, hergestellt von Andrew Ross, No. 4433, von dem man mit Recht sagen konnte, es war ein verbesserter Petzval!

Aequivalente Brennweite $\pm 7''$ engl. Apertur 1,75, sonach $\pm \frac{8}{4}$. Vertrag die volle Oeffnung. Wölbung des Bildes = 0,2". Diameter des Bildes = 3,6".

Radien: $r_1 = 3,972''$ convex,
 $r_2 =$ unzugänglich (contact) Frontlinse,
 $r_3 = 84,82''$ convex.

Distance der inneren Linsenscheitel = 1,515".

Hinterlinse: $r_4 = 9,936''$ convex,
 $r_5 = 3,438''$ concav,

Distance dieser Linsen am Rande = 0;235".

$r_6 = 6,319''$ convex,
 $r_7 = 6,067''$ convex.

Sehr geringe Distortion, Bild mit concaven Seiten.

1878. Patent No. 4756 machten Voigtländer & Sohn folgende Modification der Petzvallinse, dargestellt in Fig. 57.

Radien: $r = +6,700''$ convex,	Hinterlinse: $r_4 =$ plan
$r_1 = r_2 = +5,417''$ contact,	$r_5 = +2,500''$ contact,
Frontlinse: $r_3 = +60,000$ convex.	$r_6 = +6,700''$ convex.

Distance beider Linsen = 5,3.

Aequivalent = 10". Beide Achromate von gleichem Focus.

Crownglas: $N_D = 1,536$, spec. Gew. 2,51,

Flintglas: $N_D = 1,602$, " " 3,21.

Die Hinterlinse war hier auch verkittet.

Der Güte der Herren Ross & Co. verdanke ich nachstehende Daten, welche ich aus den alten nachgelassenen Manuscripten des verstorbenen Andrew Ross gezogen habe. Am 2. Juni 1841 hatte Thomas Ross als junger Mann in seines Vaters Werkstatt für einen Miniatur-Maler Mr. Collens eine

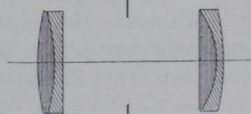
Portrait-Camera aus zwei verkitteten Achromaten angefertigt. Das Glas war Savoy-Plate-Glas und Guinand-Flint DD, siehe Fig. 58a. Die Dimensionen der Linsen in engl. Zoll waren:

Diameter = 4"

Diameter = 4"

$r_1 = 9,75''$	} Front- linse	$r_5 = 8,75$	} Hinter- linse
$r_2 = 6''$		$r_6 = 5,5$	
$r_3 = -6''$		$r_7 = -5,5$	
$r_4 = -250''$		$r_8 = 220''$	

Fig. 57.



Wenn dieses System jedoch frei von Focusdifferenz sein sollte, so war Thomas Ross genöthigt, die Radien der Hinterlinse abzuändern auf:

$$\left. \begin{array}{l} r_5 = 9'' \\ r_6 = 8'' \\ r_7 = -8'' \\ r_8 = 222'' \end{array} \right\} \text{Focus } 19''$$

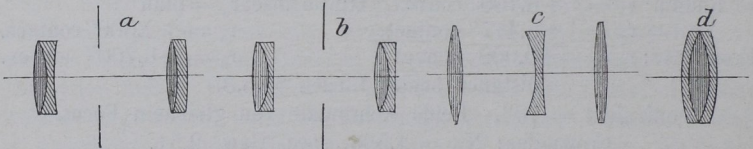
Ausserdem finden sich noch folgende Radien für eine ähnliche Linse für Mr. Collens angegeben; vid. Fig 58b.

Diameter = 3,75''	Diameter = 3,75''	Diameter = 3,75''
$r_1 = 10,5''$ } Flint-	$r_5 = 9,5''$ } Flint-	$r_9 = 8''$ } Flint-
$r_2 = -3,75''$ } glas	$r_6 = -2,5''$ } glas	$r_{10} = -4''$ } glas
$r_3 = 3,75''$ } Plate-	$r_7 = 2,5''$ } Plate-	$r_7 = 4''$ } Plate-
$r_4 = \text{plan}$ } glas	$r_8 = \text{plan}$ } glas	$r_8 = \text{plan}$ } glas

Es waren dies die 1. verkitteten Paare von Achromaten für Photographie? Focus 19''.

Zu gleicher Zeit finden sich für denselben Zweck in A. Ross' Manuscripten zwei 3fache Achromate aus getrennten(?) Linsen angegeben,

Fig. 58.



welche für die Camera von Mr. Fox Talbot hergestellt waren. Bezeichnet war diese Linse als Mr. Talbots Camera. Fig 58c.

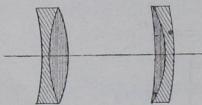
$r_1 = 5,75''$ } Plate-	$r_3 = -2,58''$ } Flint-	$r_5 = 9,75''$ } Plate-
$r_2 = 5,5''$ } glas	$r_4 = -9,83''$ } glas	$r_6 = 8,75''$ } glas

Während die folgende Linse als Mr. Talbots „Compoundlens“ bezeichnet war. Fig. 58d.

$r_1 = 6''$ } Flint-	$r_3 = 4''$ } Crown-	$r_5 = -4''$ } Flint-
$r_2 = -4''$ } glas	$r_4 = 4''$ } glas	$r_6 = 6''$ } glas

Diese Linsen scheinen verkittet gewesen zu sein und haben die Form der viel später von Steinheil introducirt, aplanatischen Loupen.

Fig. 59.



Das Bild dieser letzten Linse war jedenfalls lichtstark, aber nur für ein mässiges Feld brauchbar.

1857, 8. October No. 2574 nahm Thomas Grubb ein Patent auf die Linsen Fig. 59.

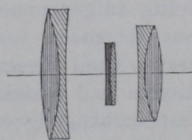
Den Bänden des „British Journal of Photography“ sind die meisten der nachfolgenden Linsensysteme entlehnt, wenigstens wo nichts anderes bemerkt ist. Im

Jahre 1859 findet sich pag. 238 die erste Triplet-Linse von Thomas Sutton beschrieben. Dieses Triplet, bei dem detaillirte Angaben fehlen, bestand aus 2 verkitteten planconvexen Achromaten (die Crownlinsen beide nach aussen gerichtet), in einer Entfernung von $\frac{1}{6}$ des Focus des Einzelachromaten gestellt, zwischen beide eine einfache gleichschenkelig biconcave Linse. Das Diaphragma an dieser Linse. Offenbar ist dieses System durch reines Probiren erzeugt, da die Concavlinse bei richtigen Radien der Achromate mindestens überflüssig gewesen wäre! Auf pag. 33 findet sich der 1. (?) Versuch eine Irisblende aus Gummi-Elasticum herzustellen. Auf pag. 134 finden sich Derogy's patentirte Linsencombinationen, welche auf dem Princip beruhen, dass je 2 Achromate, die nach denselben Radien, aber in ungleichem Maassstab ausgeführt sind, zu je einem System verbunden werden, um (auf Kosten der Bildqualität) an Linsen zu sparen! Mehrere Jahre vorher hatte indess Scott Archer dasselbe Princip schon benutzt. Auf pag. 297 findet sich ein Verfahren von W. Russel Sedgfield, das ich seiner Nützlichkeit wegen hierhersetze. Wenn man durch Umstände genöthigt ist, eine Camera so schief zu stellen dass das Bild verzerrt wird, so soll man es copiren unter derselben schiefen Stellung, um die Verzerrung zu compensiren. Allzuviel an Feinheit des Bildes wird nun wohl nicht dabei herauskommen. Im Jahre 1860 machte J. H. Dallmeyer eine Abänderung des oben erwähnten Triplets von Sutton bekannt und das s. Z. sehr viel Verbreitung gefunden hat. Dallmeyer's Triplet unterschied sich von Suttons nicht allein dadurch, dass es viel bessere Radienverhältnisse hatte, sondern auch noch dadurch, dass die Concavlinse achromatisirt war. J. H. Dallmeyer hat s. Z. die nachstehenden Elemente dieses Systems (das natürlich noch vielerlei Abänderung gestattet) an van Monkhoven mitgetheilt. Mit einer so grossen Anzahl von Elementen, wie 12 Radien, 6 Glasdicken, 6 Glasarten? und 2 Distanzen, lässt sich natürlich schon sehr viel leisten!

Dallmeyer Triplet; siehe Fig 60.

Diameter der Frontlinse	=	1714
Crownglas, biconvex	r_1	= 3128
	r_2	= 2386
Flintglas biconcav	r_3	= - 2386
	r_4	= - 20228
Diameter der negativen Mittellinse	=	1071
Flintglas biconvex	r_5	= 14200
	r_6	= 4528

Fig. 60.



Crownglas biconcav	$r_7 = -$	4528
	$r_8 = -$	3200
Diameter der Hinterlinse	$=$	2286
Flintglas biconcav	$r_9 = -$	30300
	$r_{10} = -$	3557
Crownglas biconvex	$r_{11} =$	3557
	$r_{12} =$	4728

Entfernung der Linsen mit positiver Brennweite = 1257

Focuslänge des Systems = 10000

Grösste Blende $\mathfrak{F}/10$ = 1000

Kleinste Blende $\mathfrak{F}/30$ = 333

Das Glas, aus dem das Triplet gemacht ist, ist nicht angegeben. Eine Ueberschlagsrechnung ergiebt, dass für die beiden äussern Achromate Hard Crown Chance mit Light Flint Chance verbunden, und für den mittleren Negativachromaten Soft Crown mit Dense Flint Chance, genügend passen; event. die diesen entsprechenden Glasarten von Schott und Gen. Im Jahre 1860 wurde gleichfalls von Ross die von Sutton erfundene Panoramalinse ausgeführt, doch scheint dieselbe (weil eigentlich nur eine optische Curiosität) wenig in Gebrauch gekommen zu sein. Als ich im Jahre 1862 als Berichterstatter für die optischen Erzeugnisse der Ausstellung in London anwesend war, fand ich auch diese Linse vor. Ich sagte damals Folgendes darüber: „Dieser Apparat unterscheidet sich hauptsächlich dadurch von den älteren, dass eine Gegend, deren Ausdehnung 110° beträgt, gleichzeitig aufgenommen werden kann, während mit den ältern Apparaten nur Gegenden von ca. 35° aufgenommen werden können. Der optische Theil dieser Camera ist daher gänzlich verschieden von den älteren und besteht nur aus einer Doppellinse, deren äussere Fläche fast halbkugelig erscheint. Es steht das Flintglas hier nach aussen; unmittelbar hinter der Planfläche befindet sich eine sehr enge Blende, welche durch ein Trieb von aussen eine Verstellung ihrer Weite zulässt; die Focaldistance dieser Linse ist 5'' und liegt das Bild auf einer Curve, so dass die Glasplatte, welche zur Aufnahme dient, nach dieser Curve gekrümmt ist“. Ausserdem hat diese Linse noch den schwerwiegenden Nachtheil, dass sie zum Theil eine mit Wasser gefüllte Flüssigkeitslinse ist. Die Abbildung derselben befindet sich in Monkhoven pag. 135.

Im Jahre 1861 Vol. VIII, pag. 281—82 findet sich Harrison's New Globe Lens. Diese Linse ist, trotz der ihr anhängenden Fehler, ziemlich viel in Gebrauch gekommen, als eines stark gewölbten Bildes und starker sphärischer Aberration, welche man beide genöthigt ist, durch aufs Aeusserste getriebene Ablendung ($\mathfrak{F}/36 - \mathfrak{F}/76$) zu mas-

kiren. Der einzige Vortheil welchen diese Linse (die man als eine Abänderung der Vorhergehenden ansehen kann) den ältern Linsen gegenüber hatte, war der, dass die brechenden Winkel der Randprismen (welche man für irgend einen Theil der Linse substituiren kann) eine geringe symmetrische Neigung gegen die sie durchsetzenden Cardinalstrahlen haben. Dass die äussern Radien derselben die Theile einer Kugel darstellen, ist hierbei ganz unwesentlich, wie wir später sehen werden. Es wäre jedenfalls ein Irrthum, zu glauben, dass die ein- und austretenden Strahlenkegel genau senkrecht auf diesen Flächen stehen; ausserdem sind die Strahlenkegel gegen die übrigen Flächen erheblich geneigt! Hätte man diesen Zweck im Auge, dann müsste man sämtliche Flächen concentrisch machen, wie ich es bei der aplanatischen Loupe mitgetheilt habe! Nach van Monkhoven's Angabe sind die Elemente dieser Linse die Nachstehenden:

die Radien sind:	$r_1 = r_8 = 1412$	}	Crownglas	convex,
	$r_2 = r_7 = 2403$			concav,
	$r_3 = r_6 = 2403$	}	Flintglas	convex,
	$r_4 = r_5 = 1620$			concav,

Diameter der Linsen = 1875,

Axendicke jedes einzelnen Achromaten = 231,5,

Entfernung der äussern Axenscheitel = 2824,

Absolute Focuslänge = 10000,

Grösste Oeffnung des Diaphragmas = 277,7,

Kleinste " " " = 138,8,

Spec. Gew. des Crownlasses = 2,543 (Index $n'_H = 1,53$),

" " " Flintlasses = 3,202 (Index $n_H = 1,60$).

Die gleichen Innenflächen der Linsen sind verkittet.

Das Diaphragma steht in dem optischen und geometrischen Centrum des Systems. Siehe Fig. 61. Nach vorstehenden Angaben werden die zu diesen Linsen verwendeten Glasarten wohl Soft Crown und Light Flint Chance, sein? Im Jahre 1864 Volume XI findet sich die erste Angabe der Abänderung der Achromate des Thomas Ross vom 2. Juni 1841, welche eine erhebliche Verbreitung gefunden haben und noch in allerneuester Zeit (1890) von Dr. Paul Rudolph in seinem Patent No. 6028 Fig. 2 benutzt worden sind, indem er das System umgedreht hat; die Linse, welche Ross dem Object zuwendete, hat er der Visirscheibe zugewandt. Fig. 62 stellt es dar.

Fig. 61.

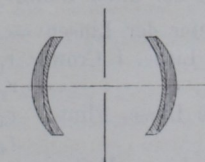
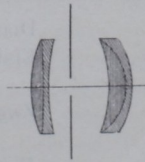


Fig. 62.



Der Güte der Herren Ross & Co. verdanke ich die Angabe der folgenden Elemente dieses Systems, das sich hauptsächlich als Weitwinkel einen Ruf erwarb. Aequivalente Brennweite = 10 Zoll engl., Plattengrösse 15×12 Zoll. Letzter Scheitelfocus = 9 Zoll. Glas Soft Crown spec. Gew. 2,51, und Light Flint spec. Gew. 3,2 von Chance.

Freie Linsenöffnung = 2,75'', Distance der äussern Flächenscheitel = 2,874''.

Radien $r_1 = 3,751''$ convex,	}	Front-	$r_4 = 3,875''$ concav,	}	Hinter-	
$r_2 = 25,28''$ contact,			$r_5 = 1,600''$ contact,			linse.
$r_3 = 6,56''$ concav,			$r_6 = 2,700''$ convex,			

Diaphragmen 0,15; 0,195; 0,24; 0,315; 0,487. Die Frontlinse allein konnte in umgekehrter Lage und unter Benutzung einer Rohrverlängerung von 1,24'' auch als Landschaftslinse benutzt werden. Diese Elemente sind den 13. Juni 1866 in Gebrauch genommen.

Im Jahre 1865 Vol. XII publicirte J. H. Dallmeyer: On a New Form of Landscape Lens including a large Angle of View,“ pag. 221. Da diese Linse noch bis jetzt in Gebrauch ist, so wollen wir uns etwas eingehender damit beschäftigen. Es ist ein aus 3 verkitteten Meniscen bestehender Achromat (2 Crown-, und eine Flintlinse). Für einen einfachen Achromaten ist diese Linse, trotz der ihr anhaftenden Verzeichnung (das Bild der schiefen Kegel ist kleiner als das des directen) eine der besten einfachen Achromate. Der directe Kegel ist natürlich sphärisch untercorrigirt, indess ist die Coma gut gehoben, und der wenige übercorrigirte Astigmatismus, der vorhanden, dient nothwendig dazu, das Bild ebener zu machen. Würde man die Bedingung verlassen, dass sämmtliche Flächen verkittet sein sollen, dann lässt sich natürlich eine solche Linse so herstellen, dass keine Verzeichnung, und der damit verbundene farbige Saum der Objecte aus der Bildmitte, vorhanden sind. Dann bürstet man aber wieder etwas an Brillanz der Bilder ein. Einen derartigen Versuch (bei welchem nicht einmal der farbige Saum gehoben war) hat Dallmeyer jun. in neuerer Zeit gemacht. Nach van Monkhoven's Angabe pag. 126 sind die Elemente der alten Dallmeyer-Linse folgende:

Diameter der Linsen = 2302,	
Erste Linse, I Crown	$r_1 = - 6043$ concav,
	$r_2 = 1727$ convex,
Zweite Linse, Flint	$r_3 = - 1727$ concav,
	$r_4 = 4813$ convex,
Dritte Linse, II Crown	$r_5 = - 4813$ concav,
	$r_6 = 2561$ convex,

Combinirte Focallänge = 10000,

Index des gelben? Flint = 1,581,

„ „ Crownlasses I = 1,521,

„ „ „ II = 1,514.

Verhältniss der Focuslängen um die Achromatisirung herbeizuführen:

Crown I und Flint = 0,706,

Crown II „ „ = 0,645.

Die Angabe, dass das Flint gelb ist, ist mir unverständlich, da das hierzu verwendete Flint, das Light Flint von Chauce, ganz weiss ist!

Ich hatte Gelegenheit, eine solche Linse von Dallmeyer sen., mit Hülfe des Sphärometers zu untersuchen, und erhielt folgendes Resultat: Aequivalenter Focus = 7 Zoll engl.

$r_1 = 4,1810''$ (1445,4)

$r_2 = 1,2021''$ (1436,8)

$r_3 = 3,6930''$ (1303,3)

$r_4 = 1,7849''$ (1434,7)

Die beiden positiven Linsen waren fast scharf am Rande, die Flintlinse sehr dünne in der Mitte.

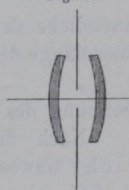
Dividirt man die von Monkhoven angegebenen Radien durch die von mir gemessenen, so erhält man die eingeklammerten Ziffern. Wie man sieht, weicht hier nur r_3 bedeutend ab. Dieser Radius hat hauptsächlich Einfluss auf die Farbencorrection; er kann daher wohl abweichen, da beide Crown von der von mir untersuchten Linse aus Soft Crown bestanden? während bei der Monkhoven'schen eine aus Hard Crown, die andere aus Soft Crown bestand? Fig. 63 stellt die Linse dar. Im XII. Vol. 1865 pag. 616—617 findet sich Steinheil's Periskopische Linse, welche am 15. November unter No. 2937 patentirt worden ist, vid. Fig. 64. Diese Linse, trotzdem dieselbe nur aus 2 einfachen Meniscen besteht, kennzeichnet doch schon den Fortschritt auf diesem Gebiete, der einen mehr wissenschaftlichen Weg zur Lösung der Probleme einschlägt, wie er ausser Petzval bis dahin (durch praktische Optiker) nicht betreten war.

Diese Linse, welcher natürlich die Gebrechen der einfachen Linse als sphärische und chromatische Längenaberration anhängen (die durch die starke Abblendung auf $\mathfrak{F}/40$ — $\mathfrak{F}/70$ möglichst maskirt werden), ist übrigens für die Anomalien schiefer Kegel schon recht gut. Der übercorrigirte Astigmatismus derselben, der nicht grösser als nöthig ist, um die Bildfläche zu ebenen, die Coma, welche in Folge der Symmetrie gehoben ist, so wie gleichfalls die Distortion, sind so gut wie nur möglich compensirt. Die Focusdifferenz, welche natürlich

Fig. 63.



Fig. 64.



unter diesen Umständen uncorrectirbar ist, im Verein mit der kleinen Apertur haben verhindert, dass diese Linse sich damals ausbreitete. Nichtsdestoweniger hat dieses den amerikanischen Optiker Zentmayer nicht abgehalten, in Amerika sofort nach dem Bekanntwerden dieser Linse ein Patent herauszunehmen, und hat dies in der Weise angestellt, dass er die eine Bestandlinse im Maassstab kleiner nahm wie die andere und dann 6 solche auf einander folgende Linsen zu einem auswechselbaren Satz vereinigte! Ja, er ging noch weiter, er behauptete, „seine Linsen hätten keine Focusdifferenz;“ und brachte Zeugnisse darüber bei. Die Sache verhielt sich in der Wirklichkeit aber so: er wies seine Kunden an, mit der grössten Blende einzustellen und mit der kleinsten zu photographiren! Da nun annähernd bei der Steinheillinse die chromatische und sphärische Aberration nahe gleiche Längenaberration haben, so kam die Visirscheibe durch diesen Kunstgriff wirklich annähernd in den actinischen Focus der Centralstrahlen zu stehen. Es ist sonach leicht ersichtlich, dass der actinische Focus der Centralstrahlen mit dem optischen Focus der Randstrahlen zusammenfiel, welchen günstigen Umstand Zentmayer recht geschickt ausgebeutet hatte! pag. 390 findet man die Beschreibung dieser Zentmayer? Linse. Mr. Debenham war der erste, der auf dies Sachverhältniss aufmerksam machte! Die Elemente der Steinheillinse sind nach Monkhoven pag. 136 folgende:

Durchmesser der Linsen = 1256,
 Radien $r_1 = r_4 = 1753$ convex,
 $r_2 = r_3 = -2076$ concav,

Glas, wahrscheinlich St. Gobain Spiegelglas.

$\Delta =$ Entfernung beider Linsen = 1256,35, $N_D = 1,536$,
 oder = 829,

Axendicke der Linsen = 125,6,

Anmerk. Die Angaben über diesen Index sind in vielen Lehrbüchern durchaus fehlerhaft; sie stammen von Dutirou her!

Focuslänge des Systems (optische) = 10000,

„ „ „ (actinisch) = 9754,

Oeffnung des Diaphragma $\frac{\text{f}}{40} = 251,3$.

Nach der Patentbeschreibung sind jedoch die Linsenelemente nicht unwesentlich verschieden, es sind folgende:

für einen Bildwinkel von 90°

Diameter beider Linsen = 10''

„ des Diaphragma = 2''

Focus des Systems . . = 78''

Grösse des Bildes . . = 156''

$r_1 = r_4 = 13,95''$ convex,

$r_2 = r_3 = 16,50''$ concav,

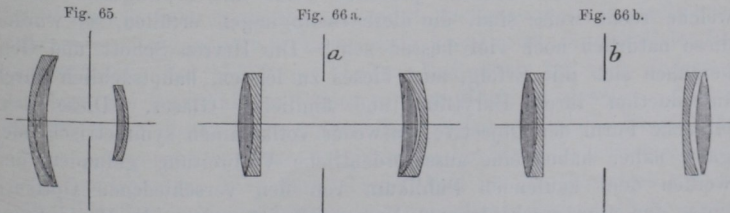
Axendicke der Linsen = 1,00''

Linsendistance . . = 6,60''.

Anmerk. Vermuthlich hat diese Verschiedenheit der Resultate ihren Grund in weiteren Correctionen der Rechnung?

1866 Vol. XIII findet sich pag. 604 von J. H. Dallmeyer „On a New Portraitlens with diffused Focus“ die Einrichtung, deren ich im Kapitel über die Focustiefe erwähnt habe, nämlich das Trennen der Bestandlinsen der Hinterlinse der Petzval'schen Portraitcombination, wo zum Zweck der Compensation der Tiefenaberration, sphärische Unter correction erzeugt wird. Wenn man aber auf diesem Wege es ausführt, so erzeugt man als unwillkommene Zugabe Focusdifferenz, wie auch Anomalien schiefer Kegel. Immerhin ist die Sache aber hierdurch in Anregung gebracht. Auf pag. 88 begegnen wir noch einmal einem Dallmeyer'schen Patent, das sich aber keinen Weg gebahnt hat. Es scheint auch in mehr als einer Beziehung unpraktisch. Es ist ein Triplet aus 3 einfachen Linsen; die beiden äussern sind positive symmetrische Meniscen und die Mittellinse die biconcave gleichschenklige Flintlinse. Auf welche Weise unter diesen Umständen die sphärische Längenaberration gehoben werden soll, ist nicht ersichtlich; man müsste denn Materialien verwenden, welche nur wenig in der Dispersion differiren und erhielte dadurch kleine Aperturen.

Billotti hat diesen Fall auch vorgeschlagen. 1867 Vol. XIV findet sich pag. 232 der Vorschlag, die „Tiefenaberration“ durch schwingende Linsen zu compensiren, welche ich gleichfalls in demselben Kapitel hierüber erwähnt habe. Auf pag. 246 theilt J. H. Dallmeyer seine am 27. März 1867 patentirten Linsen mit: die erste ist, wie Fig. 65 zeigt, eine symmetrische Combination, von welcher der eine Theil in anderm Maassstab ausgeführt ist und sind beide Linsen verkittete Doppelachromate (Meniscen), Dallmeyer wollte den Reflex dadurch vermeiden. Einen Vorthheil hat diese Combination nur dann, wenn es sich um Herstellung von Linsensätzen für Combinationen handelt. Die Figuren stellen beide Veränderungen der Petzval'schen Portraitlinse dar; die Fig. 66 a stellt die Petzval'sche Frontlinse mit

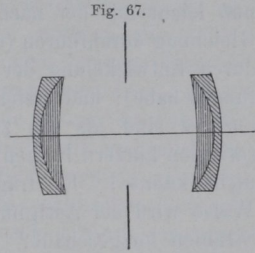


einer veränderten Hinterlinse dar, bei der die Ordnung der Linsen umgekehrt ist, d. h. das Crown vorgeht. Ob dies eine Verbesserung genannt werden kann, ist wohl sehr zweifelhaft. Wenn es darauf ankäme, die Abweichung der Hinterlinse für sich allein genommen,

möglichst klein zu machen, so möchte es wohl stimmen, für ihre Function als Corrector der Frontlinse ist es aber nicht günstig, indem ihre corrigirte Kraft dadurch beeinträchtigt wird. Fig. 66b stellt noch eine andere Hinterlinse dar (in derselben Reihenfolge wie der Petzval), aber mit abgeänderten Radienverhältnissen. Auch dies erscheint weniger günstig wie der Petzval! Wir kommen jetzt an zwei Mittheilungen, welche sachlich identisch sind; es betrifft die Anwendung zweier Flintgläser zur Achromatisirung der symmetrischen Doppelachromate, die eine von Steinheil, ausgehend durch Monkhoven, die andere von Thomas Ross. Die erstere eine kurze Frist nach 1866, die andere 24. August 1867. Man begegnet über diese Sache oft irrigen Ansichten, als ob das secundaire Spectrum durch die Anwendung zweier Flintgläser verringert würde. Dr. S. Czapski hat schon auf diesen Punkt s. Z. in der Instrumentenkunde aufmerksam gemacht, dass dies nicht der Fall ist, da die Brennweiten der Bestandlinsen sich um so viel stärker verkürzen, wodurch das secundaire Spectrum wieder ungefähr auf denselben Betrag gebracht wird. Der Vortheil der Anwendung zweier Flintgläser liegt nur in der Reduction der Anomalien der schiefen Kegel. Je höher im Allgemeinen die Indices der beiden Gläser der Bestandlinsen der Achromate werden, und dennoch unter sich genügend verschieden sind, um bei verkitteten Innenflächen die sphärische Aberration des directen Kegels zu heben, und je kleiner die Dispersion beider Gläser wird, so dass sich die Brennweiten beider mehr der Gleichheit nähern, um so ebener und abweichungsfreier wird das Bild in voller Ausdehnung. Um so concentrischer werden die Aussenflächen der verkitteten Achromate. In diesem Umstand liegt der bedeutende Fortschritt der mit der Anwendung zweier Flint (des Light Flint Chance mit Dense Flint dito) gemacht worden ist!

Könnte man natürlich passende Flint und Crowngläser finden, welche recht weiss sind, die diese Bedingungen erfüllen, so würden diese natürlich noch viel besser sein! Die Herren Schott und Gen. bemühen sich mit Erfolg, auch dieses zu leisten, hauptsächlich durch Introduction ihres Barytflint und ähnlicher Gläser. Diese sehr einfache Form der Objective, entweder vollkommen symmetrisch oder ganz nahe, haben eine ausserordentliche Verbreitung gefunden und werden dem kaufenden Publikum von den verschiedenen Optikern unter den allerverschiedensten Namen offerirt, wie z. B. Rapid Symmetrical, Euryskop etc. etc. Die Wichtigkeit des Gegenstandes entschuldigt wohl, wenn ich etwas näher auf dieselben eingehe. Es seien Fig. 67 die beiden verkitteten Achromate. Diese müssen einzeln achromatisirt sein, wenn der Achromatismus stabil sein soll, ferner

sollen es Meniscen sein (damit wenigstens eine äussere Concavfläche vorhanden ist, an welcher der Astigmatismus hauptsächlich compensirt werden kann, resp. so viel übercorrectirt, dass dadurch die durch die Petzval'sche Formel gegebene Bildwölbung gerade gestreckt werden kann). Ausserdem sollen die Innenflächen verkittet sein und beide Linsen symmetrisch, wodurch die Distortion, die Coma und die ungleiche Grösse der verschiedenfarbigen Bilder ausser der Axe compensirt werden. Mit der Aufstellung dieser Bedingungen ist nun aber (mit Ausnahme der Glasdicken) über sämtliche disponibeln Elemente verfügt. Die einzige, beschränkte Wahl, die noch bleibt, ist die Materialauswahl, wie erwähnt; die aber auch sehr beschränkt ist; es ist aber immer noch der einzige Weg, auf dem für diese Systeme ein erheblicher Fortschritt zu machen ist.

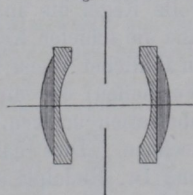


Es dreht sich für den Optiker nun darum, den kürzesten Weg zur Berechnung dieser nützlichen Systeme zu finden. Durch folgende Betrachtung wird es sehr leicht. Man zerlegt vorerst das System in seine beiden identischen Theile, die beiden Achromate und berechnet dieselben durch das Verhältniss ihrer Brennweiten (genähert achromatisch). Alsdann hat man sich über die Annahme zu entscheiden, ob Flint oder Crown in Front sein soll. Man findet leicht, dass nur Flint in Front der Aufhebung der spärlichen Aberration bei verkitteten Innenflächen genügt. Alsdann bedenkt man, dass das System auch stabil, frei von sphärischer Aberration sein soll, d. h. dass z. B. ein Object in unendlicher Ferne und ein solches in der Doppelbrennweite des Systems frei von sphärischer Aberration sein soll (damit die schiefen Kegel möglichst frei von sphärischer Aberration werden). Dieser Bedingung wird einfach dadurch annähernd genügt, dass man den Einzelachromaten für zwei entgegengesetzte Richtungen zugleich für paralleles Licht aplanatisirt. Zur Erfüllung dieser Bedingung ist man indess genöthigt, die Auswahl des Glases mit zu Hülfe zu nehmen. Der Zusammenhang dieser Bedingungen ist folgender: in der Doppelbrennweite des ganzen Systems durchlaufen die Strahlen zwischen beiden Achromaten ihren Weg parallel; der Fall ist also identisch mit dem Einfallen des parallelen Lichtes aus unendlicher Ferne auf die concave Seite des Achromaten. Ist dieser Bedingung aber nur allein genügt, so ist ein solches System nur frei von Aberration für den Zweck des Copirens in gleicher Grösse; soll es aber auch für unendliche Ferne richtig sein, so muss Frontachromat so viel sphärisch

übercorrigirt sein, als die Hinterlinse untercorrigirt ist, weil für die Hinterlinse die Bilder alsdann auf halber und ganzer Brennweite liegen. Wird nun für jeden einzelnen Achromaten die Bedingung für $+\infty$ und $-\infty$ zugleich erfüllt, so bleiben nur Rester höherer Ordnung für die Zwischenlagen übrig, welche mit der gegebenen Anzahl der Bedingungen unerfüllbar sind! Man kann diese Rechnungen nun leicht mit der nach Stampfer hierzu umgeformten Herschel'schen Gleichung durchführen (obwohl ich einen noch bedeutend kürzern Weg durch Entwickelung der hier in Betracht kommenden Functionen gefunden habe); und ersieht daraus, dass die resultirenden Linsen nichts anderes sind als die zweiten Wurzeln der quadratischen Gleichung (mit den kürzern Radien), deren Bedeutung und Werth man früher nicht kannte! Es fragt sich nach Obigem jetzt noch, in welcher Weise wird der Astigmatismus oder die Abweichung der windschiefen Strahlen fortgeschafft? Es geschieht dies durch die Verschiebung des optischen Centrums des ganzen Systems (entweder durch Rechnung oder durch praktische Versuche), indem man die Distance der beiden Achromate verändert. Es ist nach dem Früheren leicht ersichtlich, dass die Neigung des Strahlenkegels (der Cardinalstrahlen) an allen drei Flächen eines jeden Achromaten die Ausgleichung des Astigmatismus bedingt. Nähert man die Linsen einander zu viel, so wird das System astigmatisch untercorrigirt, entfernt man dieselben zu weit, so wird es übercorrigirt. Ist es durch die Entfernung richtig corrigirt, also ganz frei von Astigmatismus, so hat die Bildwölbung am Scheitel, nahe den durch Petzval's Formel angegebenen Radius; nähert man die Linsen einander mehr, so krümmt sich die Bildwölbung stärker, zugleich sich in den beiden Azimuthen trennend und untercorrigirt werdend, entfernt man die Linsen mehr, so erscheint übercorrigirter Astigmatismus, der die Bildwölbung abflacht, zuerst die eine der Brennlinien desselben in das plane Bild fallen lässt und dann die 2., und fernerhinaus das Bild, das vorher convex gegen die Visirscheibe gekrümmt, jetzt concav gegen dieselbe wölbt. Hierbei verliert man natürlich die Definition der schiefen Kegel, die im Fall des compensirten Astigmatismus perfect ist, um so mehr, je mehr der Astigmatismus unter- oder übercorrigirt ist! Man sollte bei Glasarten, die nicht von vornherein (wie z. B. bei meiner concentrischen Linse) in der Petzval'schen Gleichung die Bildwölbung annähernd gehoben angeben, nie weiter mit der Entfernung der Linsen gehen, als dass die erste Brennlinie (welche tangential liegt) in die wirkliche Bildebene fällt. Um einen Anhalt über diese Linsenentfernung zu haben, kann man sich die Regel merken, dass die Contactflächen der Linsen annähernd eine Kugel bilden sollen. Vorausgesetzt, dass

die Linsen sehr dünne sind. Lässt man die Glasdicken der Linsen wachsen, ohne die Radien zu ändern, so werden dieselben chromatisch und spärlich untercorrigirt (wie man leicht aus den Formeln über die Einführung der Glasdicken ersehen kann). Man kann nun, diesen Vortheil benutzend, die Contactfläche kürzen, bis die Correction wieder erreicht ist, und erzielt dadurch eine grössere Uebercorrection für den Astigmatismus an den Contactflächen, welcher nöthigt, die Linsen einander zu nähern und kann man dies so weit treiben, dass die Linsen nur noch Raum für die nöthige Blende gestatten. Diesen Vortheil, für die daraus erwachsende bedeutende Grösse des Sehfeldes und Ebenung des Bildes, haben denn zuerst Steinheil und auch Mr. F. H. Wenham hier für Ross im Jahre 1872 benutzt, allerdings Letzterer auf dem höchst mühsamen Wege des praktischen Tatonnements, und ihre symmetrischen Weitwinkel-Linsen darnach construirt. Versucht man indess Linsensysteme zu erzeugen, welche das Bild in einer Ebene darstellen und gänzlich frei von Astigmatismus sind, so sieht man leicht aus dem Vorstehenden, dass die Petzval'sche Gleichung zu erfüllen ist und dann alles Uebrige von selbst folgt. Diese kann aber nur erfüllt werden, wenn die Crownglaslinse den höhern Brechungsindex besitzt. Solche Gläser waren aber vor Introduction des Glases von Schott und Gen. noch gar nicht vorhanden! Sobald dieselben in den Handel kamen, untersuchte ich sie auf diese Eigenschaft. Es sind, wie man sich leicht überzeugen kann, keine darunter vorhanden, welche die Bildplanheit und die genäherte Farbengleichung zugleich erfüllen, wohl aber solche, welche die genaue Farbgleichung (unter Zuhilfenahme der Glasdicken) erfüllen, nebst der Petzval-Gleichung. Nach den vorhin mitgetheilten Principien errechnete ich dann sogleich ein symmetrisches System in seinen äussersten Consequenzen, wo der Contactradius unendlich und die Aussenradien concentrisch sind. Fig. 68 stellt diese Linse dar. Die Elemente derselben sind:

Fig. 68.



Aequivalente Brennweite = 5,342"; Bildweite vom geometrischen Centrum des Systems = 5,"3285; Distance des äussern Linsenscheitel = 0,73". Brennweite des Crownglases = 1; des Flint = -1,0479.

Radien $r_1 = r_6 = 0",60472$ convex	} Crown	Distance der Cardinalpunkte der verkitteten Linsen = 0,05955
$r_2 = r_5 = \text{plan}$		
$r_3 = r_4 = 0,55679$ concav		
Dicke des Crown = 0,07444	Index des Crown $N_D = 1,60$	
Dicke des Flint = 0,02016	Index des Flint $N'_D = 1,53$	

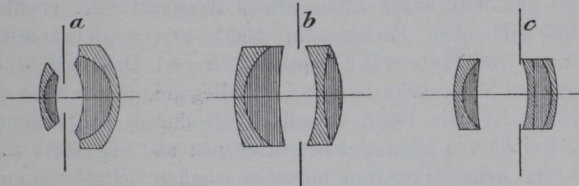
Diameter der Linsen = 0,5813
Oeffnung des Diaphragma = 0,25

Kürzlich gelang es den Herren
Schott und Gen., das Glas zu dieser
Linse noch zu verbessern.

1887 wurde die 1. Notiz dem Publikum hiervon „The lens of the future“ gegeben. Diese Linse wurde sofort von Ross ausgeführt und zeigte auch ohne Weiteres und ohne irgend welche Abänderungen oder Correctionen, als die Justirung der Distance beider Achromate um ein Geringes; dass das Bild in der ganzen grossen Ausdehnung von über 90° Feld nicht allein eben war, sondern auch gänzlich frei von Coma und jede Spur von Astigmatismus. Stellt man das Ocular auf dem „Horse“ auf diese Linse in der Mitte des Sehfeldes ein, so bemerkt man nur etwas sphärische Unter correction, welche davon herührt, dass der Crownindex höher als der Flintindex ist und gleichzeitig die Linsen symmetrisch und verkittet sind. Bewegt man dann das Ocular langsam gegen den Rand des Sehfeldes, so verschwindet allmählich der Rest sphärischer Längenaberration und macht einer immer vollkommneren Bilddefinition Platz (statt dass sonst bei allen bisherigen Systemen die Definition der schiefen Kegel rasch abnimmt), so dass das Bild der schiefen Kegel so vollkommen ist, wie der directe Kegel eines gewöhnlichen, guten Fernrohrobjectivs. Die Unterschiede in der Focalstellung über das ganze Sehfeld sind in Folge dessen, obgleich sie immer einer Curve von doppelter Krümmung angehören, über das ganze Sehfeld so gering, dass es auf der Visirscheibe nicht sichtbar wird. Die Expositionszeit ist viel gleichförmiger auf der ganzen Fläche, als bei andern Linsen, weil der volle Kegel bis an den Rand wirkt (da die Linsen sehr nahe liegen) und die schiefen Kegel auf das Feinste ausgepitzt sind. Will man nun in ähnlicher Weise mit den jetzigen Glassorten auch noch (ausser diesen Vortheilen) den directen Kegel gänzlich frei von sphärischer Längenaberration machen, so muss man unsymmetrische Combinationen errechnen. Dies haben denn auch, wie ich gesehen habe, Prof. Abbe und Dr. Rudolph in neuester Zeit gethan, unter Zugrundelegung bekannter Linsenformen. Das erwähnte Patent No. 6028 stellt in Fig. 1 die aus zwei verkitteten Meniscen bestehende übliche Linsenform dar. Die Linsen (wie es sein muss entsprechend dick) sind derart construirt, dass die Frontlinse einen sphärisch stark übercorrigirten Kegel auf die Hinterlinse wirft, welche den Astigmatismus corrigirt und zugleich das Bild ebnet. Die Frontlinse hat Flint von möglichst höherm Index als das Crown glas (zum Zweck der Ueber correction) und die Hinterlinse hat eine höhere Index im Crown (zum Zweck der Ebnung des Bildes und der Compensation der Rester der spärischen Längenaberration zwischen Mitte und Rand). Bei Fig. 2 findet das-

selbe Princip Anwendung auf die Ross'sche Linsenconstruction (in umgekehrter Lage benutzt). Fig. 3 ähnlich wie Fig. 1, nur die Hinterlinse aus einem verkitteten 3fachen Achromaten bestehend, um mehr Apertur für das ganze System zu erhalten. Die Fig. 69 a b c stellen diese 3 Linsen dar. Bei weitem Fortschritten in der Kunst

Fig. 69.

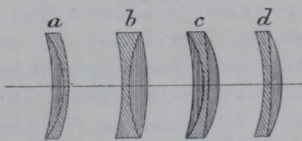


des Glasschmelzens wird man natürlich im Stande sein, mit einfachern Mitteln alle Bedingungen gleichzeitig zu erfüllen! Hätte man z. B. ein Materiel von optischen Eigenschaften des Diamant zur Disposition, so möchte das Steinheil'sche Periskop im Verein mit den jetzt so empfindlichen Platten schon für die meisten Zwecke für kleine Dimensionen (ohne alle Achromate) genügen! Aber auch mit den jetzt gebotenen neuen Gläsern lässt sich schon sehr Vieles erreichen!

Kehren wir also nach der Entwicklung dieser höchst wichtigen Linsencombinationen zu unserer Linsenbeschreibung zurück. Wir finden 1869 Vol. XVI pag. 348 eine Zusammenstellung der sog. einfachen Landschaftlinse, welche ich hier in Fig. 70 a, b, c, d, darstelle. Fig. (a) ist die Linse, welche man als zweiten Wurzelwerth aus der Herschel'schen Gleichung erhält und wird auch Grubb's Linse genannt.

Fig. (b) stellt die von Daguerre benutzte Linsenform dar, die auch dieselbe ist, wenn man die Petzvalfrontlinse durch Umdrehen in eine Landschaftlinse verwandelt, wird auch Ross-Wilsonlinse genannt. Fig. (c) stellt die vorher beschriebene Dallmeyer'sche Landschaftlinse

Fig. 70.



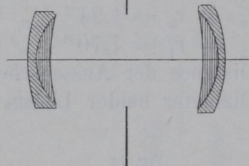
dar und Fig. (d) wohl eine kaum ausgeführte Linse, da bei den bisherigen Glasarten die sphärische Unter correction wohl zu überwiegend wird, um die Linse brauchbar zu machen ausser vielleicht für $\mathfrak{F}/40$? Alle diese Linsen besitzen die Distortion in demselben Sinne, d. h. das Randbild ist kleiner wie das Mittelbild, wenn man das Diaphragma vor die Linse stellt. Der Grund ist einfach der, dass der schiefe Randkegel zu stark von seiner Bahn durch den

untercorrigirten Rand der Linse abgelenkt wird! Man kann dies verhindern. Meine concentrische Linse mag auch hierin als Beispiel dienen. Nimmt man einen einzelnen Achromat derselben und richtet ihn mit der concaven Seite gegen das Object, die Blende in Front, so erhält man ein ebenes und unverzerrtes Bild auf der Visirscheibe ohne Farbensäume. Es ist dies natürlich nur ein Beispiel und keineswegs an diese Linsenform gebunden. Ich hatte vor einiger Zeit etwas Muse und berechnete einen neuen Achromat der ebenfalls ein unverzerrtes Bild ohne Farbensaum giebt, und zugleich mit voller freier Oeffnung (mindestens $\frac{3}{8}$) aplanatisch ist! Das Bild nach Petzvals Formel auf einer sehr langen Curve liegend, daher nahe frei von Astigmatismus ist; die Form desselben, die durch die Rechnung gegeben ist, weicht von allen hier beschriebenen ab. Es lässt sich auch hierin mit den neuen Glasarten manches schaffen. Prof. Sommer, der Stiefsohn Voigtlaender's, hat im Jahre 1888 eine neue Landschaftlinse gerechnet, bei welcher er Vortheil aus den neuen Crownglassorten gezogen hat, indem er den Dispersionsunterschied zweier Crowngläser zur Herstellung dieses Achromaten benutzt hat. Die äussere Form desselben und die Elemente waren mir indess unzugänglich. Dasselbe soll (wie leicht aus diesem Umstand erklärlich ist), eine geringere Distortion wie die bisherigen haben. Auf pag. 398 finden sich die 4 verschiedenen Linsen vor, welche Mr. Goddard früher zum Zweck des Experiments gedient haben, und nach deren einer Dallmeyer jun. seine neue Landschaftlinse construirt hat. Diese Linsen scheinen alle nicht viel zu versprechen, doch hängt dies sehr von Umständen ab. Es ist jedenfalls zu bedauern, dass nicht von tüchtigen Optikern, die das nöthige Geld dazu haben, planmässig dergl. Experimente hergestellt, und deren Ergebnisse publicirt werden!

1871 Vol. XVIII empfiehlt Dr. Stolze das Reversionsprisma zwischen die Linsen des symmetrischen Linsensystems zu setzen, um auf diese Weise die Grösse des Prismas reduciren zu können. Aus diesem Vorschlag geht hervor, dass dem Dr. Stolze die Prismenaberration eine Terra incognita ist. Sobald ein Prisma nicht mehr von parallelen Strahlenbündeln durchlaufen wird, macht sich diese Aberration (über die auch u. a. Steinheil geschrieben), in unangenehmer Weise bemerkbar. Dies war der Grund warum das Prisma in Front gestellt wurde! Einen Planspiegel, der bekanntlich nicht an diesem Uebel leidet, kann man allerdings mit Vortheil dazu benutzen, und möchte ich dazu gute Metallspiegel vorschlagen und nicht versilberte Glasspiegel (mit Oberflächenversilberung), welche unter Bildung von Schwefelsilber und Feuchtigkeit leicht zu Grunde gehen! Ich habe Metallspiegel in Händen gehabt, welche noch brauch-

bar nach 100 Jahren waren! Nur das schlechte Zeug, das hergestellt worden ist, hat den Metallspiegel den unverdienten schlechten Ruf gebracht! Merkwürdig ist es überhaupt, dass fast gar keine katoptrischen, oder katadioptrischen Instrumente für die Photographie in Gebrauch sind! Im Jahre 1874 den 31. März hat Steinheil ein Patent auf ein Linsensystem herausgenommen, das nur wenig von den vorher ausgeführten symmetrischen Linsen abweicht, indess genügend, um die Vollkommenheit des directen Lichtkegels auf Kosten der schiefen zu verbessern. Fig. 71 stellt es dar, seine Elemente sind:

Fig. 71.



$$\text{Indices } n_D = 1,51518, n_g = 1,52530,$$

$$n'_D = 1,57402, n'_g = 1,59010,$$

$$\text{Aequivalente Brennweite} = 9'' 8\frac{1}{4}''',$$

Radien $r = 45''',8$ convex	} Flint	{ Front-	Axendicken der Linsen
$r_1 = 28''',6$ contact			
$r_2 = 200''',2$ concav	} Crown	{ Hinter-	$d_1 = 4''',84,$
$r_3 = 200''',2$ concav			} Flint
$r_4 = 23''',4$ contact			
$r_5 = 61''',7$ convex			

$$\text{Distance der inneren Linsenscheitel} = 60''',5.$$

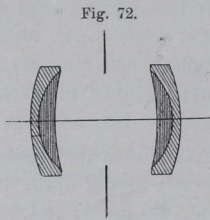
1874 Vol. XXI findet sich eine interessante Disputation über symmetrische Linsensysteme zwischen Mr. F. H. Wenham und J. H. Dallmeyer, welche vieles Licht über die Sache verbreitet. Schluss derselben 1875 im Vol. XXII. 1878 Vol. XXV findet sich die Mittheilung des Patentes von Voigtlaender über das Euryskop. Die Elemente desselben sind darnach:

Index Flint 1,655,	Aequivalente Brennweite = 1,000,
„ Crown 1,550,	Apertur = 0,666,
	Radien . . . r = 0,208,
	$r^1 = r^2 = 0,100,$
	$r^3 = 0,292,$
	Distance beider Linsen = 0 = 0,200.

Es ist besonders hervorgehoben, dass die sphärische Aberration für die actinischen Strahlen gehoben ist. Dies lässt vermuthen, dass sich die Indexangaben auf $H\gamma$ beziehen, und wäre darnach dass zu den Linsen verwendete Glas etwa No. 37, 0,93, und No. 26, 0,214, was aber gar nicht mit der Dispersion harmoniren würde, die obige Radien erfordern! Dagegen kommen die Nummern No. 63, 0,376 und No. 36, 0,103 schon bedeutend näher, ohne jedoch ganz zu passen.

Fig. 72 stellt dieses System dar. Dieser Umstand scheint seinen Grund in einem Druckfehler in einen der Radien zu haben. r^3 ist hier = 0,292 angegeben. Es muss wahrscheinlich heissen $r^3 = 0,392$. Ich hatte Gelegenheit, ein solches „Euryskop“ mit dem Sphärometer zu untersuchen, und fand nachstehende Werthe für No. 4 A Portrait E.

$r_1 = r_6 = 4,05''$ engl. convex } Flintglas, spec. Gew. 3,556,
 $r_2 = r_5 = 1,94''$ „ contact }
 $r_3 = r_4 = 7,70''$ „ concav sehr leichtes Flint?, spec. Gew. 2,933.
 Distance der Aussenscheitel = 4,25'', Dicke der Concavlinse = 0,2'',
 Diameter beider Linsen = 2,6'', „ „ Convexlinse = 0,4''.



Diese Linse stimmt bei einer Ueberschlagsrechnung nach den genäherten Indices (aus dem spec. Gew. abgeleitet), gut. In neuester Zeit hat Voigtlaender auch diese Linsen aus den neuen Jenenser Glasarten hergestellt. Wie man sieht, unterscheidet sich diese Linse in keiner Weise von den symmetrischen. Um eine grössere Apertur zu erzielen, sind nur Glasarten mit einem grösseren Dispersionsunterschied angewandt.

Gelegentlich kam mir ein symmetrisches System von Prof. Prazmowsky unter die Hände, das ich untersuchte. Die Dimensionen waren:

Diameter = 1,4 Zoll für das Flint,
 „ = 1,2'' „ „ Crown,
 Radien $r_1 = r_6 = 1,9610''$ convex,
 $r_2 = r_5 = 0,9098''$ contact, Dicke dieses Flint = 0,10,
 $r_3 = r_4 = 2,4370''$ concav. Dicke dieses Crown = 0,15

Spec. Gew. der positiven Linse = 3,2396, Hiernach zu urtheilen, bestand es aus Dense Flint und
 „ „ „ negativen „ = 3,6212, Light Flintglas.

Fig. 73 stellt dieses System dar. Welche Glassorten in so fern genügend stimmen, als dass das hier angegebene spec. Gew. zu berücksichtigen ist, in so fern überhaupt nur von Bleisilicatglas die Rede sein kann. Also auch nur eine gewöhnliche symmetrische Linse. 1879. Vol. XXVI finden sich zwei neue Linsen von Morrison aus Nordamerika. Fig. 74 und Fig. 75 stellen dieselben dar. Ich hatte Gelegenheit, beide damals zu prüfen und nachzumessen. Meine Notizen darüber sagen, dass die erste chromatisch unter- und sphärisch übercorrigirt ist, und starke, nach innen gerichtete Coma hatte! Das Glas war Hard Crown und Light Flint.

Die Elemente dieser Linsen waren: Diameter jeder Linse = 1,25''.
 Distance beider Linsen 1,25''.

Die Radien: $r_1 = 2,546''$ convex,
 Frontlinse: $r_2 = \text{plan}$ (verkittet),
 $r_3 = 3,882''$ concav.
 Hinterlinse: $r_4 = 2,546''$ convex,
 $r_5 = \text{plan}$,
 $r_6 = r_7 = 4,976''$ concav.

Fig. 73.

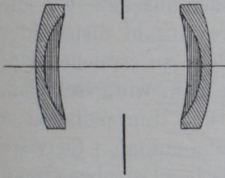


Fig. 74.

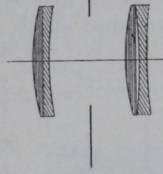
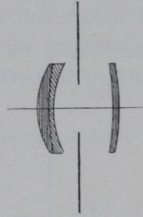


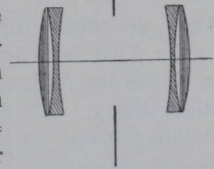
Fig. 75.



Aus diesen Elementen ersieht man, dass der Verfertiger mit der Anzahl der Schleifschaalen sehr sparsam zu Werke gegangen ist!

Die zweite, in Fig. 75 dargestellte Linse ist besser. Sie gehört zur Classe der Dialyten und sind die verschiedenfarbigen Bilder ziemlich gleich gross, da die einfache Linse benutzt wurde, die derartigen Rester aus der Frontlinse zu compensiren. Das Glas zu dieser Linse ist Soft Crown und Light Flint Chance, die Diameter = 1'' von jeder Linse, Distance der äusseren Linsenscheitel = 0,9'', Diaphragma in der Mitte des Systems mit einer Oeffnung = 0,46'', äquivalente Brennweite = 8''.

Fig. 76.



Brennweiten der Bestandlinsen $\alpha = 2,65$ } Combinirt
 Glasdicken der 3 Linsen = $\beta = -3,21$ } $P_1 = 15,1$
 = 0,026'', 0,119'', 0,047'' $\gamma = 15,7$

sämmtlich Randdicken. Die Radien dieser 3 Linsen sind:

$r_1 = 0,9871''$ convex, Soft Crown
 $r_2 = 3,3860''$ concav (contact) } Light Flint
 $r_3 = 1,1210''$ concav }
 $r_4 = 3,5280''$ concav } Soft Crown
 $r_5 = 2,4650''$ convex }

1883, pag. 383 findet sich von demselben ein ungekittetes Linsensystem vor, das in Fig. 76 dargestellt ist.

1884, Volum XXXI, wird auf pag. 296—297 als neue Linse das „Pantoskop“ von Busch in Rathenow aufgeführt, eine Linse,

welche dem früher erwähnten Kugelobjectiv von Harrison und Schnitzer in New-York nachgebildet ist. Fig. 77 stellt es dar.

Die Verbesserung an demselben besteht im Wesentlichen darin, dass verständiger Weise von der willkürlichen Bedingung, dass die äusseren Flächen Theile einer Kugel bilden sollen, Abstand genommen ist, und dass auch dadurch die Reflexe vermieden sind, welche sich bei Harrison's Linse vorfinden. In demselben Jahre 1884, Volum XXXI, finden wir die Mittheilung über die Antiplanete für Gruppen und Portrait von Steinheil. Beide gehören zu den völlig unsymmetrischen Systemen, die allerdings mehr Arbeit im Berechnen machen, wie die symmetrischen, bei denen aber durch die grössere Anzahl disponibler

Fig. 77.

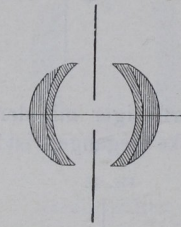
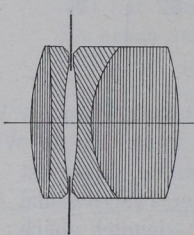


Fig. 78.



Elemente mehr zu erreichen ist; zumal wenn man, wie geschehen, Glasdicken und Linsendistanzen mit zu Hülfe nimmt. Es wäre aber illusorisch, zu glauben (wenn man nicht Glasdicken und Distanzen bis zur Unbrauchbarkeit wachsen lässt), dass man mit den früheren Glasarten das Bild in eine Ebene ausstrecken könnte, ohne wenigstens einen

Theil des übercorrigirten Astigmatismus mit zu Hülfe zu nehmen. In der That hat denn auch der Gruppenantiplanet diesen Rückstand in Form des Astigmatismus und der Portraitantiplanet in Form der Bildwölbung. Mit den neuen Glasarten von Schott & Gen. ist das Problem indess zu lösen. Uebrigens war das Principle der Antiplaneten damals keineswegs neu, wie 1882, pag. 382, B. J. P. nachgewiesen ist, dass Goddard viele Jahre früher derartige Linsen ausgeführt hat. Folgendes sind die Angaben der Steinheil'schen Antiplanete nach der Patentschrift vom 11. October 1881, No. 1602. Fig. 78 stellt den Gruppenantiplanet dar, dessen Elemente sind: Durchmesser beider Achromate = 43 mm, äquivalente Brennweite = 240 mm.

Radien: $r = +64,1$ mm	} Hard Crown	Glasdicken:
$r_1 = +287,8$ „		$d = 4,93$ mm
Frontlinse: $r_2 = -98,4$ „	} Light Flint.	$d_1 = 4,1$ „
Distance beider Linsen = $d_2 = 4,1$.		
$r_3 = -98,4$ mm	} Light Flint	$d_3 = 3,28$ „
$r_4 = +34,44$ „		$d_4 = 24,6$ „
$r_5 = +72,1$ „	} Hard Crown.	
	8/6.	

Die Elemente des Fig. 79 dargestellten Portrait-Antiplaneten sind dagegen folgende:

Oeffnungen der Linsen = 76,25 mm; 46,4 mm; 58,8 mm;

Aequivalent = 240 mm

Brennweiten der Linsen + 156 mm und die Hinterlinse - 777 mm.

Die Radien sind:	$r = + 72,24$ mm	} Hard Crown	Glasdicken	$d = 14,7$ mm
(Verkitteter)	$r_1 = + 240,8$ mm			
(Frontachromat)	$r_2 = - 535,1$ mm	} Light Flint	$d_1 = 5,35$ mm	Distance beider Linsen $d_2 = 26,7$ mm
(Mittellinse)	$r_3 = - 144,9$ mm	} Light Flint	$d_3 = 5,35$ mm	Distance beider Linsen $d_4 = 13,9$ mm
	$r_4 = - 60,95$ mm			
(Hinterlinse)	$r_5 = + 103,5$ mm	} Hard Crown	$d_5 = 16,1$ mm	
	$r_6 = + 96,5$ mm			

$\frac{2}{3}$.

Die Indices der angewandten Gläser sind:

Hard Crown $N_D = 1,51705$	Light Flint $N'_D = 1,57710$
$N_g = 1,53250$	$N'_g = 1,60229$

Zerstreuungsexponent beider = $\frac{dn'}{dn} = 1,6304$

Im Jahre 1888, am 2. Februar, nahm T. R. Dallmeyer jun. unter No. 1583 ein Patent auf eine Landschaftslinse heraus. Dieselbe ist in Fig. 80 dar-

gestellt und ist mit unbedeutenden Abweichungen dieselbe, welche Goddard schon früher hergestellt hat. Siehe T. Taylor hierüber „B. J. of Ph., Volum 35, pag. 206 bis 207. Da diese

Fig. 79.

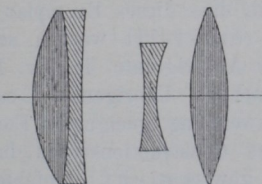
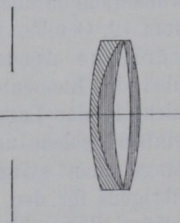


Fig. 80.



Dallmeyer'sche Linse aus drei Linsen besteht, von denen nur zwei verkittet sind, so ist die Aufhebung der Distortion ja leicht ausführbar, aber bei der Lage der Linsen, welche Dallmeyer vorschreibt, ist es nicht gut erreichbar, die Distortion für alle Farben zu heben und bleibt daher ein farbiger Saum übrig, ausserdem steht die Linse in Bezug auf Eleganz des Bildes (wegen der nicht verkitteten Flächen) gegen die Landschaftslinse von Dallmeyer sen. zurück. Die sphärische Aberration des directen Kegels ist indess besser gehoben in Folge der Nichtkittung. Die zur Linse verwendeten Gläser sind Light Flint, Soft Crown und Hard Crown.

			N_D	N_g
Radien: Linse A:	$r_1 = +2,900$	} Flint	1,574015	1,592824
	$r_2 = -1,558$			
Verkittet „ B:	$r_3 = +1,558$	} Crown	1,514591	1,526595
	$r_4 = -3,342$			
C:	$r_5 = -6,001$	} Crown	1,517114	1,528358
	$r_6 = +3,489$			

Im September 1888 publicirte Dr. A. Miethe (der sich in neuester Zeit bereits sehr verdient um die photographische Optik gemacht hat) das Resultat seiner Versuche, den Astigmatismus zu verringern, ohne die Bildwölbung zu vermehren. Dr. Miethe schlug den richtigen Weg dazu ein, indem er, wie die Petzval'sche Gleichung es verlangt, ein hochbrechendes Crown mit einem Flintverband (von den neuen Jenenser Gläsern), ausserdem noch die Vermehrung der Linsendistance zu Hülfe nahm. Natürlich entstand, bei Benutzung der gewöhnlichen symmetrischen Construction mit verkitteten Linsen, ein unvermeidlicher Rest sphärischer Unter correction. Dr. A. Miethe führte für derartige Systeme mit wesentlich vermindertem event. gehobenen Astigmatismus den Namen *Anastigmat* ein, ein Name, den auch in neuester Zeit Prof. Abbe und Dr. Rudolph bei ihren neuen Linsen benutzt haben. Ich hatte durch die Güte des Herrn Hartnack jun. Gelegenheit, das Probeexemplar eines Anastigmaten zu sehen. Es war leider nur höchst mittelmässig, und drückte ich Dr. Miethe meine Verwunderung darüber aus. Hierauf theilte mir derselbe in einem Schreiben vom 12. October 1890 mit, dass dieses Exemplar bereits durch willkürliche Aenderungen entstellt worden sei! Nähere Angaben über die Elemente dieser Anastigmaten des Dr. Miethe bin ich leider nicht in der Lage zu machen. Uebrigens ist es ja verhältnissmässig einfach, solche unter Anwendung geeigneter Formeln zu rechnen, so lange man symmetrische Constructionstypen beibehält, welche ich übrigens für den Zweck gewiss nicht empfehlen würde, da die unvermeidlichen Aberrationsrester derselben zu bedeutend sind! Ueber meine Arbeiten (für eigene Rechnung) auf diesem Gebiet (auf dem ich meine Kenntnisse aus Mangel an Kapital leider nie habe selbst ausbeuten können) habe ich nur gelegentlich, wenn besonders schwierige Aufgaben vorlagen, etwas Neues geschaffen. Im Jahre 1857 fand ich die schon erwähnten zwei Wurzeln der zu diesem Zweck umgeformten Herschel'schen Gleichung, und benutzte diese sowohl zur Herstellung schwacher Loupen (welche ebene Sehfelder ergaben) als auch versuchsweise zu einigen photographischen Linsen. Gleichfalls bildete dieser Linsentypus die Grundlage zu meinen aplanatischen Ocularen, welche gänzlich frei von den Ano-

malien schiefer Kegel sind (so weit die Empfindlichkeit des Auges ausreicht), also auch keinen Astigmatismus zeigten. Nur ein schwer wahrnehmbarer Rest der Bildwölbung blieb noch in diesen Ocularen übrig. Als ich mich später mehr mit Projectionsapparaten beschäftigte, berechnete ich ein unsymmetrisches System, das mit Hinzuziehung bedeutender Linsendistance von den Anomalien schiefer Kegel, selbst der Bildwölbung praktisch ganz freie Bilder liefert. Es war ungefähr im Jahre 1862, als ich dieses System zuerst herstellte.

Fig. 81.

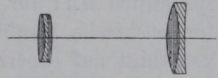


Fig. 81 stellt dieses System dar. Die Elemente desselben sind:

Radien: $r_1 = 47,3$ mm convex	} Soft Crown	} Diameter = 12 mm
$r_2 = 21,9$ " contact		
$r_3 = \text{plan}$ contact	} Dense Flint	} Frontlinse,
$r_4 = 47,3$ " "		
$r_5 = 27,4$ " convex	} Daguet Crown CT,	} Glas von Chance.
$r_6 = 33,3$ " contact		
$r_7 = 162,6$ " concav	} Daguet Flint FL oder FF.	

Hinterlinse (zunächst dem zu vergrößernden Object). Diameter = 20 mm. Apertur $\mathfrak{F}/3$. Angulares Feld = 24° , äquivalente Brennweite = 54 mm. Entfernung der äusseren Linsenscheitel = 42 mm. Abstand des Objectes vom Scheitel $r_7 \pm 10$ mm. Die optischen Constanten der zu diesen Linsen verwendeten Glasarten sind:

Soft Crown, Chauce $N_D = 1,51569$ Differenz N_c u. $N_F = 0,00898$

Dense Flint Chauce $N'_D = 1,62124$ Differenz N'_c u. $N'_F = 0,01726$

Daguet Crown CT, $N_D = 1,51382$ Differenz N_c u. $N_F = 0,00853$

Daguet Flint FF $N'_D = 1,62744$ Dispersion $C - F; \nu = 35,626$

Es diene diese Berechnung zur Grundlage der Construction des Vergrößerungssystems für Prof. Hartnack; dessen Leistung erwähnt ist in Vogel's Photographischen Mittheilungen 1887—88, pag. 313 314, und Eder's Jahrbuch 1889, pag. 327—328.

Weiter scheint sich übrigens das Interesse für diese schönen Objective nicht verbreitet zu haben. Der Grund, weshalb dieses Objectiv so schnell arbeitet, z. B. bei einer 25fachen Vergrößerung und Gaslicht in 5 Secunden etc., liegt an folgenden Umständen: es ist die volle Oeffnung $\mathfrak{F}/3$ nutzbar für das ganze Sehfeld; es findet daher keine Vignettirung statt, so dass überall der volle Lichtkegel zur Geltung kommt und sind endlich die angewandten Glasarten, besonders das Daguet-Glas, weiss! Die Bildwölbung und der Astigmatismus sind praktisch in diesem System geboben.

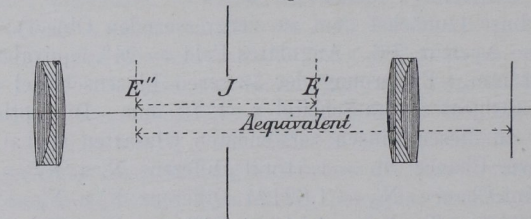
Es wäre vielleicht lobuend, wenn ich die Musse hätte und würde die Berechnung dieses Systems mit den neuen vortrefflichen Glasarten

von Schott & Co. wiederholen. Es liesse sich dann wahrscheinlich noch das angulare Feld erweitern und die Linsendistance verringern; wodurch sich dies System noch für andere Zwecke brauchbar machen liesse. Die oben angeführte Berechnung ist (da das System ursprünglich nur für Projection bestimmt war) nur für optische nicht für actinische Strahlen durchgeführt; daher war Prof. Dr. Hartnack genöthigt auf experimentellem Wege ein Paar kleine Correctionen an demselben durchzuführen. Eine andere mühevoll und wenig dankbare Arbeit war die Herstellung eines Vergrößerungssystems für die Zwecke der Venusexpedition im Jahre 1870. Diese ganze Arbeit wurde nur für die Herstellung zweier Exemplare ausgeführt. Fig. 82 stellt diese (wohl von allen üblichen Systemen abweichende Linsencombination) dar. Die Elemente desselben sind:

Aequivalente Brennweite = 106,58 mm.

Distance des ersten Cardinalpunktes von der Vorderfläche der Frontlinse gemessen = 79,26 mm. Die Distance des zweiten Cardinal-

Fig. 82.



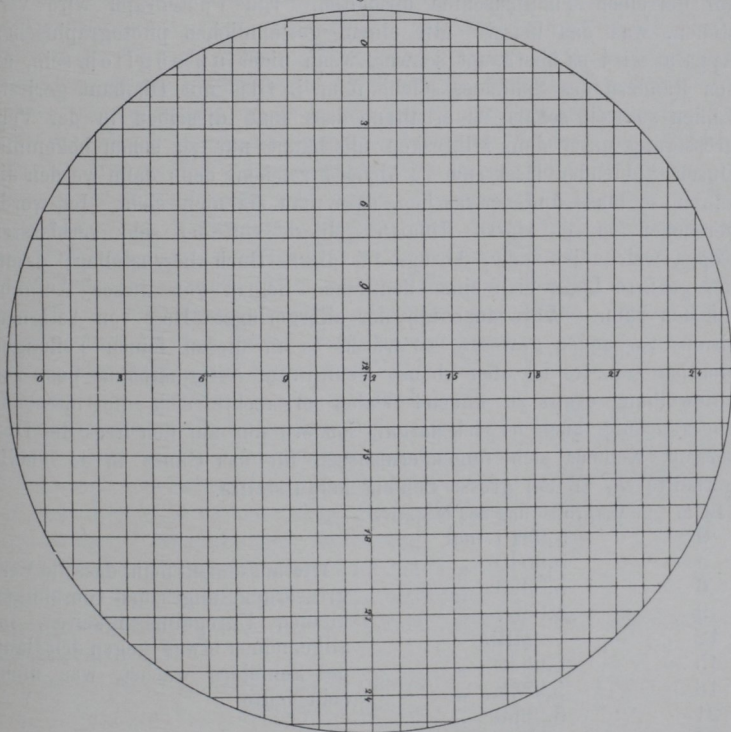
punktes von selben Punkt gemessen = 32,79 mm; daher die Distance beider Cardinalpunkte = $J = -36,47$ mm ist. Es ist dies bemerkenswerth, da eine beträchtliche negative Distance der Cardinalpunkte wesentlich zur Gradestreckung des Bildes, ohne Introduction des Astigmatismus, wesentlich beiträgt. Auch im vorhererwähnten System ist dieselbe sehr beträchtlich und negativ! Diameter beider Achromate = 29 mm, Distance der äusseren Linsenscheitel = 107,3 mm, Dicke der Frontlinse = 7,8 und der Hinterlinse = 7,5. Focusdifferenz = 0,326 mm.

Die Radien sind: $r_1 = r_8 = 142,4$ mm convex } Crown Cv }
 $r_2 = r_7 = 45$ „ contact } Flint Fm } Daguët
 $r_3 = r_6 =$ plan contact } } Gläser.
 $r_4 = r_5 = 87$ mm convex } Crown Cv }

Das Crown Cv war eine Versuchschmelzung neuen Glases von Daguët, und war ein Magnesium-Crown. Leider musste damals Daguët die von mir angeregten Versuchsschmelzen einstellen, da es uns an den dazu nöthigen Geldmitteln fehlte.

Mit diesem Linsensystem wurde das früher erwähnte Glasnetz photographisch aufgenommen, das in Fig. 83 dargestellt ist.

Fig. 83.



Die Indices für Cv sind $N_D = 1,51720$, Differenz N_C u. $N_F = 0,00964$,

” ” ” FM ” $N_D = 1,63222$, $r = 34,777$.

An der Stelle der Austrittspupille des Systems war ein Diaphragma angebracht, welches übrigens den vollen Strahlenkegel nutzbar liess. Es sind wohl wenige photographische Linsensysteme so sorgfältig untersucht wie dieses, und ist diese Untersuchung noch um so interessanter, als dies System von den Anomalien schiefer Kegel frei, nur solche einer höheren Ordnung nachliess, welche im Bereich des ganzen Sehfeldes sich ändern. Diese Untersuchung ist mitgetheilt in den Nummern 1883—85 der Astronomischen Nachrichten, und will ich daher hier nur einen kleinen Auszug davon geben. Als Object diente ein feines Glasnetz, welches durch Theilen mit Diamant auf

einem Planparallelglase auf einer Repsold'schen Theilmaschine hergestellt war. Dieses Gitter sollte 6 mal vergrössert photographirt werden.

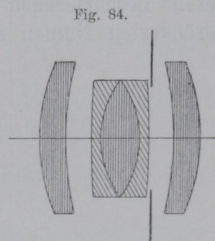
Diese Photographie sollte die Untersuchung unter dem Mikroskop auf derselben Theilmaschine aushalten. Ein Photograph wird verstehen, was das heisst. Mit einem gewöhnlichen photographischen Apparat wird es überhaupt schwer, wenn nicht unmöglich sein, an den Rändern des Sehfeldes solche feine in Glas mit Diamant geritzte Linien so weit scharf zu erhalten, dass man dieselben in der Vergrösserung unter dem Mikroskop überhaupt nur zu sehen bekommt! Durch Abblenden lässt sich da nichts erreichen, denn dann werden die Linien so blass und verwaschen, dass man sie nicht sieht. Ich werde versuchen, ob es Herrn Riffarth gelingt, von der sehr verblassten Copie, welche ich habe, Abzüge für dieses Buch herzustellen; damit der geehrte Leser sich einen deutlichen Begriff von dieser Aufgabe machen kann. Wäre auch nur der allergeringste Rest von Astigmatismus vorhanden gewesen, so würde es an diesen feinen Theilungen sichtbar sein, es ist aber ebenso wenig vom Astigmatismus noch von Bildwölbung etwas zu finden! Daher erstreckte sich die messende Untersuchung auch nicht darauf, sondern nur auf den Rest der Distortion, welcher sich folgendermaassen für das Ganze in 24 Theile getheilte ca. 16 cm grosse Sehfeld herausstellte.

Linie	Vergrösserung des Negativs	
0	5,9315 mal	
3	5,9040 „	Hieraus ersieht man, dass die Vergrösserung, abgesehen von einigen kleinen Unregelmässigkeiten, im allgemeinen etwas gegen den Rand des Sehfeldes wächst, was nicht sein sollte.
6	5,8923 „	
9	5,9367 „	
12	Mitte	
15	5,9340 „	
18	5,9773 „	
21	5,9860 „	
24	5,9960 „	

Nun bedenke man, dass ich bei der Anfertigung kein Mittel hatte, dies zu controliren und mich lediglich auf meine Rechnung und auf meine persönlich ausgeführte Arbeit der Linsen verlassen musste.

Hätte ich auf Grund dieser Messungen eine Correctionsrechnung durchgeführt, so hätte sich dieser kleine Distortionsfehler noch ganz bedeutend reduciren lassen! Ferner zeigt dieses Experiment, dass sich unsere jetzigen Vergrösserungsapparate noch ganz enorm vervollkommen lassen; was Bildschärfe und Planheit anbelangt! Wenn man nur von den gewöhnlichen Systemen absteht und geeignete Systeme dazu anwenden will, so wird man trotz der Beugungsaberration noch Treffliches erreichen können. Hier habe ich nun für Rechnung der Herren

Ross & Co. zu arbeiten, und kann natürlich, aus Mangel an Selbstständigkeit, leider nicht meine Fähigkeiten voll zur Geltung bringen. Immerhin habe ich in dieser beschränkten Lage versucht, mein Bestes zu thun, und habe ausser den gewöhnlichen Arbeiten ca. 70—80 verschiedene Linsensysteme (auf Wunsch der Herren Ross & Co.) nach den bisher üblichen Typen berechnet; die concentrische Linse und noch eine andere (bisher nicht publicirte für grosse Aperturen) erfunden, ausser andern, nicht in das Gebiet der Photographie fallenden Sachen. Ferner auch ein neues dialytisches Triplet, das übrigens von den Herren Ross & Co. damals beiseit gelegt wurde, weil Triplets nicht mehr courant seien, und dessen Construction ich später in den Astronomischen Nachrichten No. 2682 im Jahre 1885 publicirte, in der Hoffnung, dass es vielleicht Verständniss und Gnade in den Augen der Herrn Astronomen finden möge? Dies war aber in so fern vergeblich, als nur ein einziger Astronom den Werth dieser Combination einsah! Ich meine den Director der Jenaer Sternwarte, den Herrn Prof. Abbe, der denn auch zu meiner Freude die Sache aufnahm und unter Zuhülfenahme seiner neuen Gläser eine solche Combination berechnete, welche nach dem Patent No. 6029, 21. April 1890 folgende Elemente enthält. Fig. 84 stellt das System dar. I. Symmetrische Anordnung. Apochromatische Correction (es sind die Linien des Spectrums D, F und H γ gleichzeitig vereinigt). Aperturverhältniss $\frac{5}{6}$. Angulares Feld ungefähr 90°. Aequivalente Brennweite = 1.



$$\left. \begin{aligned} \text{Radien } r_1 &= -r_8 = + 0,2574 \text{ convex} \\ r_2 &= -r_7 = + 0,3847 \text{ concav} \\ r_3 &= -r_6 = + 2,3040 \text{ convex} \\ r_4 &= -r_5 = + 0,1374 \text{ concav contact} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} L_1 \text{ und } L_5, \\ L_2, L_3, L_4. \end{array}$$

Scheiteldistanzen und Glasdicken:

$$d_1 = d_5 = 0,034,$$

$$d_2 = d_4 = 0,011,$$

$$d_3 = 0,056,$$

$$b_1 = b_2 = 0,042,$$

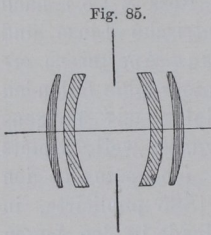
Lage des Diaphragmas, das eigentlich im geometrischen Centrum des Systems liegen müsste, nahe hinter der Linse L_4 .

Das hierzu verwendete Glas hat folgende Indices:

	N_D	N_F	N_{G1}
$L_1 \ L_3 \ L_5$	1,51840	1,52457	1,52956
$L_2 \ L_4$	1,57950	1,58745	1,59388.

Zum Schluss erwähne ich noch einer amerikanischen Linse, weil sich der Constructeur derselben als Verfertiger astronomischer Ob-

jective einen bedeutenden Ruf erworben hat. A. C. Clark in Cambridge, Boston, U. S., nahm am 4. October 1888 (Z. 399,499) ein Patent auf ein photographisches Linsensystem, bestehend aus zwei Achromaten, welche dem bekannten Gaussischen Objectiv nachgebildet



sind. Fig. 85 stellt dasselbe dar. So viel mir bekannt, hat die amerikanische Firma Bausch und Lomb den Vertrieb derselben. Ich hatte leider keine Gelegenheit eine solche Linse zu untersuchen. Es scheint mir jedoch geneigt zu sein, durch die Reflexe, welche an den 8 reflectirenden Flächen erzeugt werden, die Reinheit des Bildes zu beeinträchtigen.

Ich habe hier viele Objecte nicht beschrieben, welche im Handel sind; ich habe es aber deswegen unterlassen, um den geehrten Leser nicht durch Wiederholung des bereits Beschriebenen zu ermüden, da es meist nur Nachbildungen unter veränderten Namen sind.