

1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Objektiv, das für sphärische und chromatische Aberration, Koma, Astigmatismus, Bildfeldwölbung und Verzeichnung korrigiert ist und aus vier Gliedern zusammengesetzt ist, von denen das erste und das vierte aus einer einfachen, sammelnden Komponente und das zweite und dritte aus zerstreuen- 5 Komponenten besteht, wobei das zweite Glied von einer zerstreuen- 10 Meniskusbliettkomponente gebildet ist und das dritte Glied aus einer einfachen vorderen, zerstreuen- 15 Meniskuskomponente und einer einfachen hinteren, sammelnden Meniskuskomponente besteht und wobei die drei Meniskuskomponenten konkav zu einer zwischen dem zweiten und dritten Objektivglied angeordneten Blende sind.

Ein bekanntes Objektiv der genannten Art ist nur in speziellen Ausführungsbeispielen für allgemeine fotografische Zwecke verwendbar und nur zu einem geringen Grad für die obengenannten Bildfehler bei verhältnismäßig großen Gegenstandsweiten, etwa größer als $10 F$, korrigiert, wobei F die äquivalente Brennweite des gesamten Objektivs ist. Bei diesen Ausführungsbeispielen eines bekannten Objektivs ergibt der Korrektionsstand für sphärische Aberrationen und zonale sphärische Aberrationen eine geringe Bildschärfe, insbesondere wenn dieses bekannte Objektiv für große äquivalente Brennweiten ausgelegt wurde. Im übrigen zeigen diese Ausführungsbeispiele eines bekannten Objektivs infolge der geringen Korrektion von Aberrationen schiefer Bündel, wie tangential Bildfeldwölbung, Koma, sphärische Aberrationen schiefer Bündel keine Stabilität über einen größeren Einstellbereich des Objektivs und weisen eine beträchtliche Vignettierung auf. Dieses bekannte Objektiv der eingangs genannten Art ist für feste Gegenstandsweiten ausgelegt und ermöglicht infolgedessen nur bei einigen seiner Ausführungsbeispiele ein geringes Maß einer Einstellbarkeit auf unterschiedliche Gegenstandsweiten und ist auch aus diesem Grunde in der allgemeinen Fotografie nicht anwendbar.

Die Erfindung bezweckt, ausgehend von einem Objektiv der eingangs genannten Art, ein für fotografische Zwecke brauchbares Objektiv zu schaffen, das nur geringe Vignettierung und einen besonders hohen Korrektionsstand für Aberrationen höherer Ordnung, wie Bildfeldwölbung, Astigmatismus, Koma und sphärische Aberrationen schiefer Bündel, besitzt und einen guten Korrektionsstand für axiale sphärische Aberrationen, chromatische Aberrationen und Verzeichnung und infolgedessen eine gleichmäßige, sehr gute Bildschärfe über das gesamte Bildfeld bei großem Öffnungswinkel aufweist.

Ein erfindungsgemäßes Objektiv ist durch die Kombination der folgenden Merkmale gekennzeichnet:

$$a) \quad 0,5/F > \left(\frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} \right) > 0,3/F,$$

Fotografisches Gauß-Objektiv

Anmelder:

Taylor, Taylor & Hobson Ltd.,
Leicester (Großbritannien)

Vertreter: Dr. W. Schalk, Dipl.-Ing. P. Wirth,
Dipl.-Ing. G. E. M. Dannenberg
und Dr. V. Schmied-Kowarzik, Patentanwälte,
Frankfurt/M., Große Eschenheimer Str. 39

Beanspruchte Priorität:
Großbritannien vom 1. Oktober 1956

Gordon Henry Cook, Leicester (Großbritannien),
ist als Erfinder genannt worden

2

- b) $2,8/f_4 > \left(\frac{n_5 - 1}{r_9} \right) > 2,1/f_4,$
c) $3/F > \left(\frac{n_5 - 1}{r_9} \right) > 1,75/F,$
d) $0,15 F > d_3 > 0,09 F,$
e) $0,7 > (r_5 + r_6) > S_2 > 0,4 (r_5 + r_6),$
f) $3,5/f_1 > \left(\frac{n_2 - 1}{r_3} \right) > 2,7/f_1,$
g) $0,12 > (n_2 - n_3) > 0,06,$

wobei F die äquivalente Brennweite des ganzen Objektivs, $\left(\frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} \right)$ der Betrag der Summe der Brechkraften des zweiten und dritten Objektivgliedes, f_4 die äquivalente Brennweite des vierten Objektivgliedes, $\left(\frac{n_5 - 1}{r_9} \right)$ die Brechkraft der hinteren Oberfläche des dritten Objektivgliedes mit $r_9 =$ Betrag des Krümmungsradius dieser Oberfläche und $n_5 =$ Brechungsindex des Werkstoffes des unmittelbar vor dieser Oberfläche gelegenen Elementes, d_3 die axiale Länge des dritten Objektivgliedes, $(r_5 + r_6)$ die Summe der Beträge der Krümmungsradien

der hinteren Oberfläche des zweiten Objektivgliedes und der vorderen Oberfläche des dritten Objektivgliedes, S_2 der axiale Luftabstand zwischen dem zweiten und dem dritten Objektivglied, f_1 die äquivalente Brennweite des ersten Objektivgliedes, $\left(\frac{n_2-1}{r_3}\right)$ die Brechkraft der vorderen Oberfläche des zweiten Objektivgliedes mit $r_3 =$ Betrag des Krümmungsradius dieser Oberfläche und $n_2 =$ Brechungsindex des Werkstoffes des unmittelbar hinter dieser Oberfläche liegenden Elementes und $(n_2 - n_3)$ die Differenz zwischen den Brechungsindizes der Werkstoffe der beiden Elemente des zweiten Objektivgliedes ist.

Während bei dem obengenannten bekannten Objektiv der eingangs genannten Art Bildfehler nur für vorgegebene Vergrößerungen bei verhältnismäßig kleinen Gegenstandsweiten korrigiert sind und hierfür nur einige der obengenannten Kombinationsmerkmale Anwendung finden, schafft die Erfindung infolge der Kombination aller obengenannten Merkmale eine bedeutend verbesserte Korrektur über einen großen Einstellbereich des Objektivs. Die Merkmale b, c, e und f ermöglichen in Anwesenheit des Merkmals a eine größere Stabilität der Korrektur für schiefwinklige Aberrationen, während zugleich eine Verringerung sowohl sphärischer Aberrationen (aller Art) als auch von tangentialer Bildfeldwölbung erzielt wird. Infolge des Verhältnisses der Brechungsindizes der Materialien der vorderen Dublettenkomponente (Merkmal g) wird insbesondere durch Kombination mit dem Merkmal f bei Vorliegen des Merkmals a eine bessere Korrektur der Koma erzielt. Das Merkmal d ermöglicht in Verbindung mit dem Merkmal e , die Vignettierung in größerem Maße als bei dem genannten bekannten Objektiv zu steuern, während zugleich Verbesserungen bei der Korrektur von Aberrationen erzielt werden.

Weitere Verbesserungen im Korrektionsstand können gewünschtenfalls durch Verwendung eines der nachfolgend genannten Merkmale in Verbindung mit den obengenannten Kombinationsmerkmalen erreicht werden. So wird zweckmäßig die Größe $\frac{1}{r_8} - \frac{1}{r_7}$ größer als $0,025/F$ gehalten, wobei r_8 der numerische Wert des Krümmungsradius der vorderen Oberfläche der hinteren Meniskuskomponente des dritten Objektivgliedes und r_7 der numerische Wert des Krümmungsradius der hinteren Oberfläche der vorderen Meniskuskomponente dieses Objektivgliedes ist. Ferner kann zweckmäßig $1,3 F > f_1 > 0,7 F$ sein und $1,2 F > r_{11} > 0,7 F$, während $1,3 F > F_4 > 0,7 F$ ist, wobei r_{11} der Betrag des Krümmungsradius der nach vorn konkaven hinteren Oberfläche des vierten Objektivgliedes und f_4 die äquivalente Brennweite des vierten Objektivgliedes ist. Die beiden letztgenannten Merkmale sind besonders zur Erzielung einer besseren Korrektur von zonalem Astigmatismus geeignet.

Zwei Beispiele einer praktischen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Objektivs sind in den Fig. 1 und 2 der Zeichnungen veranschaulicht, während Zahlenangaben für diese Beispiele in den jeweiligen Tabellen nachstehend angegeben sind. Dabei bezeichnen R_1, R_2, \dots die aufeinanderfolgenden Krümmungsradien der von vorn gezählten Oberflächen (das Pluszeichen gibt an, daß die Fläche nach vorn konvex ist, und das Minuszeichen gibt an, daß die Fläche nach vorn konkav ist), D_1, D_2, \dots bezeichnen die axiale Dicke der Linsenelemente, und S_1, S_2, \dots bezeichnen den axialen Luftzwischenraum zwischen den Komponenten. Das Glas, aus dem die einzelnen Linsenelemente hergestellt sind, wird durch seinen mittleren Brechungsindex n_d für die Spektrallinie d und seine Abbésche V -Zahl definiert.

Beispiel I

5	Äquivalente Brennweite 1,00		Relative Öffnung $F/2,0$	
	Radius	Dicke bzw. Luftzwischenraum	Brechungsindex n_d	Abbésche V -Zahl
$R_1 = + 0,6290$		$D_1 = 0,0821$	1,6935	53,5
$R_2 = + 1,4124$		$S_1 = 0,0020$		
$R_3 = + 0,3788$		$D_2 = 0,1090$	1,6935	53,5
$R_4 = + 2,0000$		$D_3 = 0,0245$	1,60545	38,0
$R_5 = + 0,2481$		$S_2 = 0,2754$		
$R_6 = - 0,2528$		$D_4 = 0,0246$	1,71700	30,3
$R_7 = - 1,8433$		$S_3 = 0,00143$		
$R_8 = - 1,6313$		$D_5 = 0,0918$	1,70035	47,9
$R_9 = - 0,3143$		$S_4 = 0,0030$		
$R_{10} = + 5,5791$		$D_6 = 0,0670$	1,71700	47,9
$R_{11} = - 0,8779$				

Bei dieser Ausführungsform, die in Fig. 1 gezeigt ist, hat das zweite Glied eine äquivalente Brennweite von $3,406 F$ und das dritte Glied eine äquivalente Brennweite von $9,273 F$, so daß die gemeinsame äquivalente Zerstreungskraft dieser beiden Glieder $0,402/F$ ist.

Diese gemeinsame äquivalente Zerstreungskraft ist erheblich größer als normalerweise bei Objektiven der vorstehenden Art, und zwar hauptsächlich auf Grund der Tatsache, daß bei der beispielsweise Ausführungsform die Kräfte der konkaven Flächen R_5 und R_6 und die Kräfte der konvexen Flächen R_3 und R_9 vergrößert wurden. Diese Vergrößerung der Kräfte der konkaven Flächen R_5 und R_6 trägt zu einer verbesserten Korrektur der Bildfeldwölbung bei, doch wurden für eine entsprechende Korrektur der zonalen sphärischen Aberration die Kräfte der konvexen Flächen R_3 und R_9 ebenfalls vergrößert. In dem vorliegenden Beispiel beträgt die Kraft der rückwärtigen Fläche R_9 des dritten Gliedes ungefähr $2,28/F$, was dem 2,42fachen der äquivalenten Kraft der hinteren einfachen Komponente entspricht, die eine äquivalente Brennweite von $1,063 F$ besitzt.

Die Kraft der vorderen Fläche R_3 der Meniskusdublettenkomponenten ist ungefähr $1,83/F$, was dem 2,87fachen der äquivalenten Kraft der vorderen konvergierenden Komponente entspricht, die eine äquivalente Brennweite von $1,568 F$ besitzt. Die Kräfte der vorderen und hinteren einfachen konvergierenden Komponenten, deren äquivalente Brennweiten oben angegeben sind, tragen zur Erzielung einer guten Korrektur des zonalen Astigmatismus bei.

Die Krümmung der hinteren Fläche R_7 der vorderen Komponenten des dritten Gliedes ist geringer als bei der vorderen Fläche R_8 der hinteren Komponente dieses Gliedes, wobei die Differenz zwischen diesen Krümmungen $0,068/F$ ist. Die Differenz zwischen den Krümmungen der Flächen R_7 und R_8 wurde gewählt, um zusammen mit den Kräften der Flächen R_3, R_5, R_6 und R_9 zur Korrektur der Aberration beizutragen.

In der Meniskusdublettenkomponente ist der Brechungsindex des Materials des vorderen Elementes um $0,081$ größer als derjenige des Materials des hinteren Elementes, wobei die innere Berührungsfläche R_4 einen Krümmungsradius von $1,644 F$ besitzt. Die Brechungsindizes der Materialien dieser beiden Elemente und die Krümmungsradien der inneren Berührungsfläche R_4 sowie

die Formen und die Kräfte der beiden einfachen konvergierenden Komponenten sind so gewählt, daß sie zur Erzielung einer guten Korrektur des Kommas und der Verzeichnung beitragen.

Der axiale Zwischenraum S_2 zwischen dem zweiten und dem dritten Glied mit Bezug auf die Krümmungsradien der diesen axialen Zwischenraum begrenzenden Flächen R_5 und R_6 ist wichtig für die Regelung der schiefwinkligen sphärischen Aberration. Im vorstehenden Beispiel beträgt der axiale Luftzwischenraum zwischen dem zweiten und dritten Glied $0,2754 F$, d. h. 0,55mal die Summe der Krümmungsradien der hinteren und vorderen die die Blende einschließenden Flächen der Glieder.

Dieser im Verhältnis zu den Radien R_5 und R_6 ziemlich große axiale Luftzwischenraum S_2 erhöht die wirksame Gesamtlänge des Objektivs, und daher wurden, um ein übermäßiges Vignettieren zu vermeiden, die freien Durchmesser der vorderen und hinteren einfachen konvergierenden Komponente vergrößert, so daß die Begrenzungsöffnungen des Objektivs die freien Durchmesser der Flächen R_3 und R_9 sind. Die Vignettierung wird dann geregelt, indem die axiale Länge des zweiten und dritten Gliedes auf einem Minimum gehalten wird, das mit der Korrektur der Aberration verträglich ist. In dem dargestellten Beispiel ist der freie Durchmesser der Fläche $R_1 = 0,579 F$, während derjenige der Fläche $R_{11} = 0,488 F$ beträgt und die axiale Länge des dritten Gliedes $0,1178 F$ ist.

Die freien Durchmesser der Flächen R_3 und R_9 sind $0,461 F$ bzw. $0,382 F$, während die abgesetzten Durchmesser der Flächen R_5 und $R_6 = 0,355 F$ bzw. $0,323 F$ sind.

Das Objektiv dieses Beispiels ist über ein Halbwinkelfeld von 25° korrigiert und besitzt eine hintere Brennweite von $0,6932 F$. Die Blende liegt $\frac{0,137}{R_6}$ vor der Fläche R_6 .

Beispiel II

Äquivalente Brennweite 1,00		Relative Öffnung $F/2,0$	
Radius	Dicke bzw. Luftzwischenraum	Brechungsindex n_d	Abbésche V-Zahl
$R_1 = + 0,6078$	$D_1 = 0,0798$	1,60982	53,3
$R_2 = + 1,5248$	$S_1 = 0,0020$		
$R_3 = + 0,3618$	$D_2 = 0,1050$	1,69321	53,5
$R_4 = + 1,6439$	$D_3 = 0,0220$	1,60595	38,0
$R_5 = + 0,2426$	$S_2 = 0,2821$		
$R_6 = - 0,2527$	$D_4 = 0,0220$	1,70077	30,3
$R_7 = - 1,5659$	$S_3 = 0,00138$		
$R_8 = - 1,4158$	$D^5 = 0,0910$	1,71771	48,0
$R_9 = - 0,3123$	$S_4 = 0,0026$		
$R_{10} = + 6,6845$	$D_6 = 0,0700$	1,71771	48,0
$R_{11} = - 0,8683$			

Bei dieser in Fig. 2 gezeigten bevorzugten Ausführungsform werden die gleichen Verfahren zur Korrektur der Aberration angewendet wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel, doch wird sogar eine bessere und gleichmäßigere Korrektur aller schiefwinkligen Aberrationen über das ganze Halbwinkelfeld von 25° als bei dem ersten Beispiel erzielt; die hintere Brennweite des Objektivs beträgt dann $0,6944 F$.

Bei dieser zweiten Ausführungsform hat das zweite Glied eine äquivalente Brennweite von $3,733 F$ und das dritte Glied eine äquivalente Brennweite von $9,720 F$, wobei die gemeinsame äquivalente Zerstreuungskraft dieser Glieder $0,379/F$ ist. Die Kraft der hinteren Fläche R_9 des dritten Gliedes ist $2,298/F$, was dem 2,43fachen der äquivalenten Kraft der einfachen hinteren Komponente entspricht, wobei diese hintere Komponente eine äquivalente Brennweite von $1,075 F$ besitzt.

Die vordere einfache Komponente hat eine äquivalente Brennweite von $1,605 F$, während die Kraft der vorderen Fläche R_3 der Meniskusdublettenkomponente $1,916/F$ ist, was dem 3,07fachen der äquivalenten Kraft dieser vorderen Komponente, nämlich $0,623/F$, entspricht.

Der axiale Luftzwischenraum S_2 des zweiten und dritten Gliedes beträgt ungefähr $0,57$ der Summe der Krümmungsradien der konkaven Flächen R_5 und R_6 , die die Blende einschließen, während die axiale Dicke des dritten Gliedes $0,1144 F$ ist. Die Krümmung der vorderen Fläche R_3 der hinteren Meniskuskomponente des dritten Gliedes ist um $0,1501/F$ größer als diejenige der hinteren Fläche R_7 der vorderen Meniskuskomponente.

In der Meniskusdublettenkomponente hat die innere Berührungsfläche R_4 einen Krümmungsradius von $1,6439 F$, während das Material des vorderen Elementes dieser Komponente einen mittleren Brechungsindex hat, der um $0,073$ größer ist als derjenige des hinteren Elementes.

Die freien Durchmesser der vorderen und hinteren einfachen Komponenten betragen $0,582 F$ bzw. $0,490 F$. Der freie Durchmesser der Meniskuskomponente ist $0,462 F$, während der abgesetzte Durchmesser der Fläche $R_5 = 0,358 F$ ist. Die freien Durchmesser der beiden Komponenten des dritten Gliedes sind $0,383 F$, und der abgesetzte Durchmesser der Fläche R_6 ist $0,326 F$. Die Blende liegt $\frac{0,141}{R_6}$ vor der Fläche R_6 .

Im Rahmen des Erfindungsgedankens sind verschiedene Abweichungen von der beschriebenen Bauweise und dem gegebenen Ausführungsbeispiel möglich.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Objektiv, das für sphärische und chromatische Aberrationen, Koma, Astigmatismus, Bildfeldwölbung und Verzeichnung korrigiert ist und aus vier Gliedern zusammengesetzt ist, von denen das erste und vierte aus einer einfachen, sammelnden Komponente und das zweite und dritte aus zerstreuen Komponenten besteht, wobei das zweite Glied von einer zerstreuen Meniskusdublettenkomponente gebildet ist und das dritte Glied aus einer einfachen vorderen, zerstreuen Meniskuskomponente und einer einfachen hinteren, sammelnden Meniskuskomponente besteht und wobei die drei Meniskuskomponenten konkav zu einer zwischen dem zweiten und dritten Glied des Objektivs angeordneten Blende sind, **gekennzeichnet durch** die Kombination der folgenden Merkmale:

- a) $0,5/F > \left(\frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3}\right) > 0,3/F$,
- b) $2,8/f_4 > \left(\frac{n_5 - 1}{r_9}\right) > 2,1/f_4$,
- c) $3/F > \left(\frac{n_5 - 1}{r_9}\right) > 1,75/F$,
- d) $0,15 F > d_3 > 0,09 F$,
- e) $0,7 (r_5 + r_6) > S_2 > 0,4 (r_5 + r_6)$,

- f) $3,5/f_1 > \left(\frac{n_2-1}{r_3}\right) > 2,7/f_1,$
- g) $0,12 > (n_2 - n_3) > 0,06,$

wobei F die äquivalente Brennweite des ganzen Objektivs, $\left(\frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3}\right)$ der Betrag der Summe der Brechkräfte des zweiten und dritten Objektivgliedes, f_4 die äquivalente Brennweite des vierten Objektivgliedes, $\left(\frac{n_5-1}{r_9}\right)$ die Brechkraft der hinteren Oberfläche des dritten Objektivgliedes mit $r_9 =$ Betrag des Krümmungsradius dieser Oberfläche und $n_5 =$ Brechungsindex des Werkstoffes des unmittelbar vor dieser Oberfläche gelegenen Elementes, d_3 die axiale Länge des dritten Objektivgliedes, $(r_5 + r_6)$ die Summe der Beträge der Krümmungsradien der hinteren Oberfläche des zweiten Objektivgliedes und der vorderen Oberfläche des dritten Objektivgliedes, S_2 der axiale Luftabstand zwischen dem zweiten und dem dritten Objektivglied, f_1 die äquivalente Brennweite des ersten Objektivgliedes, $\left(\frac{n_2-1}{r_3}\right)$ die Brechkraft der vorderen Oberfläche des zweiten Objektivgliedes mit $r_3 =$ Betrag des Krümmungsradius dieser Oberfläche und $n_2 =$ Brechungsindex des Werkstoffes des unmittelbar hinter dieser Oberfläche liegenden Elementes und $(n_2 - n_3)$ die Differenz zwischen den Brechungsindizes der Werkstoffe der beiden Elemente des zweiten Objektivgliedes ist.

2. Objektiv nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß f_1 zwischen $1,3 F$ und $0,7 F$ liegt.

3. Objektiv nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß $1,2 F > r_{11} > 0,7 F$ und $1,3 F > f_4 > 0,7 F$ ist, wobei r_{11} der Betrag des Krümmungsradius der hinteren Oberfläche des vierten Objektivgliedes ist, die nach vorn konkav ist, und f_4 die äquivalente Brennweite des vierten Objektivgliedes ist.

4. Objektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß $\frac{1}{r_8} - \frac{1}{r_7} > 0,025/F$ ist, wobei r_8 der Betrag des Krümmungsradius der vorderen Oberfläche der hinteren Meniskuskomponente des dritten Objektivgliedes und r_7 der Betrag des Krümmungsradius der hinteren Oberfläche der vorderen Meniskuskomponente des dritten Objektivgliedes ist.

5. Objektiv nach den Ansprüchen 1 bis 4, das die in der folgenden Tabelle aufgeführten Merkmale enthält, wobei R_1, R_2 usw. die Krümmungsradien der Oberflächen der einzelnen Elemente, D_1, D_2 usw. die axiale Dicke der einzelnen Elemente und S_1, S_2 usw. die axialen Luftabstände zwischen den Komponenten darstellen.

Äquivalente Brennweite 1,00		Relative Öffnung $F/2,0$	
Radius	Dicke bzw. Luftzwischenraum	Brechungsindex n_d	Abbésche V -Zahl
$R_1 = + 0,6290$	$D_1 = 0,0821$	1,6935	53,5
$R_2 = + 1,4124$	$S_1 = 0,0020$		
$R_3 = + 0,3788$	$D_2 = 0,1090$	1,6935	53,5
$R_4 = + 2,0000$	$D_3 = 0,0245$	1,60545	38,0
$R_5 = + 0,2481$	$S_2 = 0,2754$		
$R_6 = - 0,2528$	$D_4 = 0,0246$	1,70035	30,3
$R_7 = - 1,8433$	$S_3 = 0,00143$		
$R_8 = - 1,6313$	$D_5 = 0,0918$	1,71700	47,9
$R_9 = - 0,3143$	$S_4 = 0,0030$		
$R_{10} = + 5,5791$	$D_6 = 0,0670$	1,71700	47,9
$R_{11} = - 0,8779$			

6. Objektiv nach den Ansprüchen 1 bis 4, das die in der folgenden Tabelle aufgeführten Merkmale enthält, wobei R_1, R_2 usw. die Krümmungsradien der Oberflächen der einzelnen Elemente, D_1, D_2 usw. die axiale Dicke der einzelnen Elemente und S_1, S_2 usw. die axialen Luftabstände zwischen den Komponenten darstellen.

Äquivalente Brennweite 1,00		Relative Öffnung $F/2,0$	
Radius	Dicke bzw. Luftzwischenraum	Brechungsindex n_d	Abbésche V -Zahl
$R_1 = + 0,6078$	$D_1 = 0,0798$	1,60982	53,3
$R_2 = + 1,5248$	$S_1 = 0,0020$		
$R_3 = + 0,3618$	$D_2 = 0,1050$	1,69321	53,5
$R_4 = + 1,6439$	$D_3 = 0,0220$	1,60595	38,0
$R_5 = + 0,2426$	$S_2 = 0,2821$		
$R_6 = - 0,2527$	$D_4 = 0,0220$	1,70077	30,3
$R_7 = - 1,5659$	$S_3 = 0,00138$		
$R_8 = - 1,4158$	$D_5 = 0,0910$	1,71771	48,0
$R_9 = - 0,3123$	$S_4 = 0,0026$		
$R_{10} = + 6,6845$	$D_6 = 0,0700$	1,71771	48,0
$R_{11} = - 0,8683$			

In Betracht gezogene Druckschriften:
USA.-Patentschrift Nr. 2 735 340.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

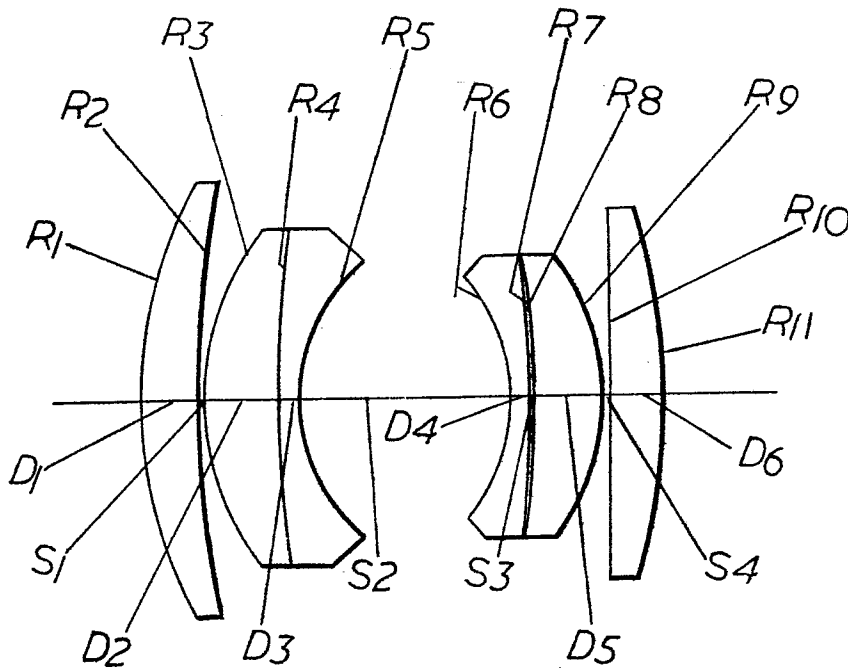
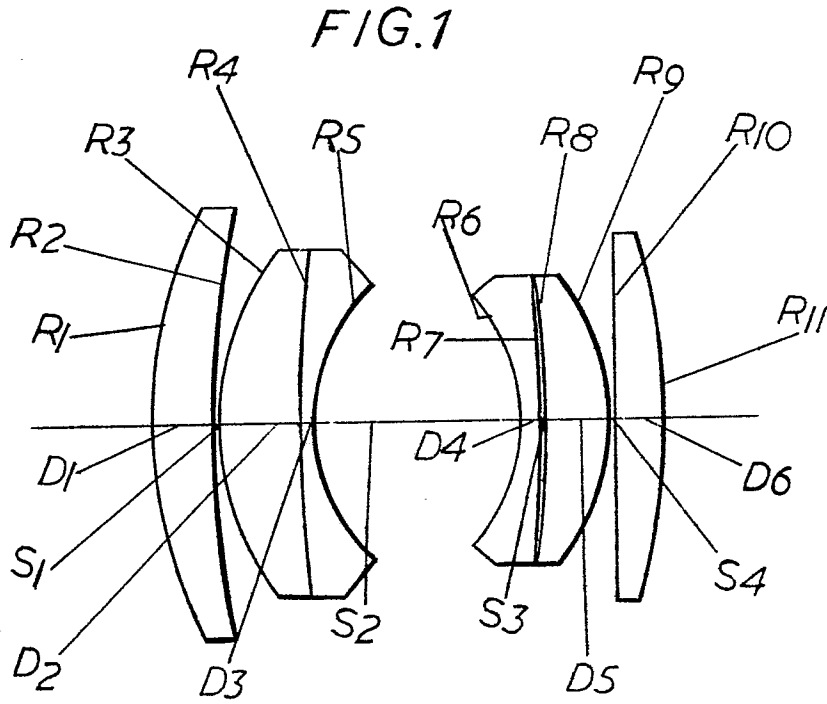


FIG.2