

Eigentum
des Kaiserlichen
Patentamts.

KAISERLICHES



PATENTAMT.

PATENTSCHRIFT

— № 56109 —

KLASSE 57: PHOTOGRAPHIE.

AUSGEBEN DEN 20. MAI 1891.

FIRMA CARL ZEISS IN JENA.

Photographisches Doppelobjectiv.

Patentirt im Deutschen Reiche vom 3. April 1890 ab.

Das vorliegende Objectiv ist eine wesentlich unsymmetrische Linsencombination, zusammengesetzt aus zwei getrennten Systemen von unter sich verkitteten Einzellinsen. Diese Linsencombination aber ist charakterisirt durch das Zusammentreffen der folgenden beiden Merkmale:

1. dafs in dem einen von den beiden getrennten Systemen der positive Bestandtheil (Sammellinsen) kleineren, in dem anderen System dagegen gröfseren Brechungsindex besitzt als der mit ihm verbundene (verkittete) negative Bestandtheil (Zerstreuungslinsen),

2. dafs beide Systeme, jedes für sich, annähernd achromatisirt sind, darunter verstanden, dafs die Farbenabweichung eines jeden dieser Systeme, gemessen durch die Differenz seiner reciproken Brennweiten für zwei verschiedene Farben, relativ klein ist im Verhältnifs zu der in gleicher Art gemessenen Farbenabweichung einer einfachen Crown Glaslinse von der Brennweite des ganzen Objectivs.

Eine Linsencombination, welche diesen beiden Voraussetzungen gleichzeitig entspricht, bietet besondere Vortheile dar. Sie gestattet einerseits die Aufhebung der zuvor erwähnten astigmatischen Abweichungen, ohne mehr als zwei getrennte Systeme erforderlich zu machen, und andererseits führt sie auch günstige Bedingungen herbei für die Erfüllung aller übrigen Anforderungen, welche an die Correction photographischer Objective zu stellen sind.

Die oben definirte gegensätzliche Zusammensetzung der beiden getrennten Systeme, aus denen das Objectiv besteht, gewährt das einfachste Mittel zur compensatorischen Auf-

hebung der astigmatischen Abweichung schiefer Büschel in der Gesamtwirkung des Objectivs. Dieses beruht darauf, dafs eine Sammellinse, deren Brechungsindex gröfser ist als der Brechungsindex einer mit ihr verbundenen Zerstreuungslinse, als Bestandtheil eines verkitteten Systems, astigmatische Abweichungen entgegengesetzten Sinnes veranlafst, wie eine Sammellinse, die geringeren Brechungsindex besitzt als die mit ihr verbundene Zerstreuungslinse.

Bei der oben angegebenen Art der Zusammensetzung beider Theile des Objectivs braucht man also nur die Krümmungsverhältnisse der Einzellinsen in diesen beiden Theilen so zu reguliren, dafs die entgegengesetzten astigmatischen Abweichungen gleiche Gröfse gewinnen, um Compensation derselben, also anastigmatische Correction des Objectivs, herbeizuführen.

Damit jedoch die Erfüllung dieser Anforderung kein Erschwernifs bilde für die Achromatisirung des ganzen Objectivs, ist es wesentlich, dafs auch das zweite oben angeführte Merkmal der in Betracht stehenden Construction verwirklicht werde. Man muß also die oben definirte gegensätzliche Zusammensetzung der beiden getrennten Systeme in solcher Art bewirken, dafs dabei noch jedes für sich achromatisirt werden kann. Zwar ist es weder von besonderem Vortheil, noch überhaupt immer möglich, die einzelnen Glieder eines zweitheiligen Objectivs für sich vollkommen zu achromatisiren; denn schon die Dicken, welche die Linsen erhalten müssen, können bei den einzelnen Gliedern des Ob-

LR



jectivs Abweichungen von der Achromasie erforderlich machen bis zum Betrage von ein Viertel der chromatischen Differenz der reciproken Brennweite einer einfachen Crownnnglaslinse von der Brennweite des ganzen Objectivs.

Von praktischer Bedeutung aber ist es, daß nicht schon die Art der Zusammensetzung der Linsensysteme Beschränkungen selbst für eine nur annähernde Achromatisirung derselben herbeiführe und also noch gröfsere chromatische Differenzen, als anderer Rücksichten wegen erforderlich sind, unvermeidlich mache.

Dieser letzteren Forderung läfst sich nun genügen durch eine geeignete Auswahl der Glascombinationen, welche zur Darstellung der beiden Theile verwendet werden, und zwar gemäfs folgender Richtschnur:

Diejenigen Glaspaaire — Crown und Flint —, welche gewöhnlich zur Construction achromatischer Linsen dienen (und bis vor einigen Jahren auch allein für diesen Zweck benutzt werden konnten), sind dadurch charakterisirt, daß bei ihnen dasjenige Glas, welches den gröfseren Brechungsindex besitzt, auch immer die gröfsere relative Dispersion (d. h. den gröfseren Werth des Quotienten $\frac{\Delta n}{n-1}$) zeigt.

Ein Glaspaar dieser Art — welches als ein solches von normalem Charakter bezeichnet werden mag — gestattet, wenn die Achromatisirung möglich sein soll, positive Systeme (Sammellinsen) nur unter der Bedingung, daß der positive Bestandtheil kleineren Brechungsindex besitzt als der negative.

Der Fortschritt der Glasfabrikation in neuerer Zeit hat jedoch auch solche Arten optischen Glases zur Verfügung gestellt, aus welchen sich Paare zusammenstellen lassen, in denen das Verhältniß von Brechungsindex und relativer Dispersion zwischen beiden Gliedern sich umkehrt, in denen also das Glied mit gröfserem Brechungsindex nicht die gröfsere, sondern die kleinere relative Dispersion besitzt, Glaspaaire von anormalem Charakter im Vergleich mit den zuerst erwähnten.

Die Anwendung von Glaspaairen der letztgenannten — anormalen — Art ermöglicht nun auch Linsen von positiver Brennweite, bei welchen das stärker brechende Medium als positives Glied (Sammellinsen) auftritt, ohne daß dabei die Achromatisirung ausgeschlossen oder auch nur beschränkt würde.

Man erhält demnach in einem aus zwei getrennten Systemen zusammengesetzten Objectiv die erforderlichen gegensätzlich wirkenden Elemente für die Compensation der astigmatischen Abweichung und behält gleichzeitig volle Freiheit, diese Systeme einzeln zu achromatisiren, indem man — beide Systeme als positive

Linsen vorausgesetzt — das eine von ihnen aus einem normalen, das andere aber aus einem anormalen Glaspaar darstellt (normal und anormal im Sinne der unmittelbar vorangehenden Erklärung).

Die im Nachstehenden unter 1., 2. und 3. namhaft gemachten Elemente wirklicher Constructionen dieser Art zeigen Beispiele für die praktische Durchführung dieser Methode unter verschiedenartigen Verhältnissen.

Der gegensätzliche Charakter der Glaspaaire in den beiden getrennten Theilen eines zweigliedrigen Objectivs ist jedoch für die beabsichtigte Wirkung nur so lange erforderlich, als dabei verlangt wird, daß beide Theile positive Linsen sein und beide zur Strahlensammlung — oder zur Verkürzung der Brennweite — in erheblichem Grade beitragen sollen. Für manche Zwecke kann es aber ausreichend oder sogar vortheilhaft sein, diese Function der Strahlensammlung ganz oder hauptsächlich nur einer Linse (Hauptlinse) zuzuweisen, in der Art, daß die andere keine erhebliche Brechungswirkung im Sinne einer Verkürzung der Brennweite hervorzubringen, sondern wesentlich nur die Function eines Correctionsglases zu erfüllen braucht, mithin eine relativ grofse positive oder selbst eine negative Brennweite erhalten darf.

Je nachdem in diesem besonderen Fall die Hauptlinse aus einem normalen oder aus einem anormalen Glaspaar dargestellt ist, muß in der Correctionslinse der positive oder der negative Bestandtheil den höheren Brechungsindex erhalten; der Charakter des Glaspaares, aus welchem die Correctionslinse zusammengesetzt wird — ob normal oder anormal —, bleibt jedoch unwesentlich, sofern ihre Brennweite sehr grofs genommen wird. Giebt man dagegen der Correctionslinse eine negative Brennweite, welche nicht sehr grofs ist im Verhältniß zur Brennweite der Hauptlinse, so muß erstere, um die Achromatisirungsbedingung zu wahren, aus einem Glaspaar von gleichem Charakter wie die Hauptlinse zusammengesetzt werden, also entweder beide aus anormalen oder beide aus normalen Glaspaairen.

Die unter 4. angeführten Constructionselemente geben ein Beispiel für eine anastigmatische Linsencombination dieser letzteren Art, bei welcher das eine Glied eine solche Correctionslinse von negativer Brennweite ist und für beide Glieder normale Glaspaaire in Anwendung gebracht sind.

Der im Vorstehenden beschriebene neue Constructionstypus für photographische Doublets gestattet — wie die gegebenen Erklärungen und die am Schluß aufgeführten Beispiele zeigen — im Einzelnen mannigfache Abwandlungen, welche das Wesen der Sache unberührt lassen. Die Brennweiten der beiden

576 109

Bestandtheile des Doppelobjectivs können jedes beliebige Verhältniß erhalten; die Linse aus dem anormalen Glaspaar — und ebenso die Correctionslinse, wenn dieser besondere Fall in Frage steht — kann ebensowohl das nachfolgende wie das vorangehende Glied der Combination bilden; endlich können sehr verschiedene Glasarten zur Ausführung der Construction benutzt werden, sofern dieselben nur Spielraum gewähren für die Auswahl solcher Paare, wie nach den oben dargelegten Regeln für beide Bestandtheile jeweils erfordert werden.

Alle diese speciellen Modalitäten der praktischen Ausführung richten sich wesentlich nach dem besonderen Zweck, für welchen ein solches Objectiv bestimmt sein soll, und den hierdurch gegebenen Bedingungen für das Oeffnungsverhältniß, die GröÙe des Bildfeldes und den Grad der Vollkommenheit, in welchem die Correctionen der verschiedenen Art bewirkt werden müssen. Sind einerseits diese besonderen Bedingungen vorgeschrieben und sind andererseits die optischen Constanten (Brechungsindex und Dispersion) der zur Verfügung stehenden Glasarten numerisch gegeben, so kann jeder mit der Behandlung derartiger Aufgaben vertraute Optiker an der Hand der vorangehenden Erklärungen und der nachfolgenden Exemplification diejenigen Constructionselemente (Radien, Linsendicken, Abstände) nach bekannten Verfahrungsweisen rechnerisch bestimmen, welche die Compensation der astigmatischen Abweichungen gleichzeitig mit allen übrigen Correctionen in genügendem Grade herbeiführen. Im Besonderen bedeutet es auch kein neues Moment für die beschriebene Construction, wenn von den verkitteten Linsen des Doppelobjectivs die eine (s. Beispiel 3.) oder jede von ihnen, statt aus zwei, aus drei Einzellinsen zusammengesetzt

wird, wie es namentlich dann vortheilhaft sein kann, wenn das Objectiv ein großes Oeffnungsverhältniß erhalten soll. Sofern hierdurch nichts anderes bezweckt und erreicht wird, als die Wirkung, welche sonst eine Linse allein zu leisten hätte, auf zwei solche von gleichen oder ähnlichen Glasarten zu theilen, liegt die Substitution einer dreifachen für eine zweifache Linse durchaus im Spielraum der gewöhnlichen Auskunftsmitel, die der rechnende oder ausübende Optiker überall anzuwenden pflegt, um ungünstig tiefe Krümmungen zu vermeiden oder um eine vermehrte Anzahl von verfügbaren Elementen für die Ausführung der verschiedenen Correctionen zu gewinnen.

Zum Schluß folgen hier die näheren Daten für verschiedene und verschiedenen Zwecken angepaßte Ausführungsweisen der beschriebenen Construction. Alle Maße — Radien, Linsendicken und Abstände — sind hierbei ausgedrückt durch die Brennweite des ganzen Objectivs als Einheit, so daß die entsprechenden Maße für jedes beliebige auszuführende Objectiv erhalten werden durch bloße Multiplication der angeführten Zahlen mit der tatsächlich verlangten Brennweite. Die Zeichen stimmen überein mit den Buchstaben in der entsprechenden Figur. Die Glasarten sind bestimmt durch die Angabe der Brechungsindices für die Fraunhofer'sche Linie D (n_D) und für die Linie des Wasserstoffspectrums $H\gamma$ (n_G). Um den Charakter der Glaspaare in den einzelnen Systemen ersichtlich zu machen, ist für jede Glasart der Werth der relativen Dispersion $\left(\frac{\Delta n}{n-1}\right)$ angeführt, wobei Δn für das Intervall D bis $H\gamma$ berechnet, für n der Werth von n_D benutzt ist.

I.

Objectiv aus zwei positiven Systemen mit erheblich verschiedener Brennweite. Dargestellt in Fig. 1.

Größte wirksame Oeffnung 0,056. — Gesichtswinkel ca. 110°.

Radien:		Glasdicken:	
$r_1 = + 0,2641$		$d_1 = 0,013$	
$r_2 = + 0,0962$		$d_2 = 0,025$	
$r_3 = + 0,3329$		$d_3 = 0,067$	
$r_4 = - 0,1589$		$d_4 = 0,013$	
$r_5 = - 0,0962$		Abstände von der Blendenebene (B)	
$r_6 = - 0,1798$		$b_1 = 0,013$	
		$b_2 = 0,057$	

Glasarten:

	n_D	n_G	$\frac{\Delta n}{n-1}$	
L_1 :	1,55540	1,57036	0,0269	normales Glaspaar, Brennweite = + 1,127.
L_2 :	1,51900	1,53047	0,0221	
L_3 :	1,57360	1,58642	0,0224	anormales Glaspaar, Brennweite = + 3,378.
L_4 :	1,54763	1,56316	0,0284	

56109

2.

Objectiv aus zwei positiven Systemen mit relativ wenig verschiedener Brennweite. Dargestellt in Fig. 2.

Größte wirksame Oeffnung 0,166. — Gesichtswinkel ca. 75°.

Radien:	Glasdicken:	Abstände von der Blenenebene (B):
$r_1 = + 0,2559$	$d_1 = 0,012$	$b_1 = 0,0656$
$r_2 = + 0,1029$	$d_2 = 0,062$	$b_2 = 0,0656.$
$r_3 = + 0,4122$	$d_3 = 0,012$	
$r_4 = - 0,2058$	$d_4 = 0,029.$	
$r_5 = + 0,4122$		
$r_6 = - 0,1897.$		

Glasarten:

	n_D	n_G	$\frac{\Delta n}{n-1}$	
L_1 :	1,57973	1,59357	0,0239	normales Glaspaar, Brennweite = + 2,325.
L_2 :	1,50546	1,51610	0,0210	
L_3 :	1,53789	1,55250	0,0272	anormales Glaspaar, Brennweite = + 1,426.
L_4 :	1,57360	1,58642	0,0224	

3.

Objectiv aus zwei positiven Systemen mit fast gleicher Brennweite. Dargestellt in Fig. 3.

Größte wirksame Oeffnung 0,180. — Gesichtswinkel ca. 70°.

Radien:	Glasdicken:	Abstände von der Blendenebene (B):
$r_1 = + 0,3408$	$d_1 = 0,015$	$b_1 = 0,122$
$r_2 = + 0,1217$	$d_2 = 0,044$	$b_2 = 0,024.$
$r_3 = + 0,6815$	$d_3 = 0,015$	
$r_4 = - 0,3894$	$d_4 = 0,044$	
$r_5 = - 0,8763$	$d_5 = 0,019.$	
$r_6 = - 0,1947$		
$r_7 = - 0,3213.$		

Glasarten:

	n_D	n_G	$\frac{\Delta n}{n-1}$	
L_1 :	1,55540	1,57036	0,0269	normales Glaspaar, Brennweite = + 1,741.
L_2 :	1,51310	1,52461	0,0224	
L_3 u. L_5 :	1,53984	1,55463	0,0274	anormales Glaspaar, Brennweite = + 1,809.
L_4 :	1,57360	1,58642	0,0224	

4.

Objectiv aus einer positiven Hauptlinse und einer Correctionslinse von negativer Brennweite.

Größte wirksame Oeffnung 0,056. — Gesichtswinkel ca. 100°. — Die Zeichen sind dieselben wie in Fig. 3.

Radien:	Glasdicken:	Abstände von der Blendenebene (B):
$r_1 = + 0,1928$	$d_1 = 0,012$	$b_1 = 0,084$
$r_2 = + 0,0938$	$d_2 = 0,056$	$b_2 = 0,034.$
$r_3 = + 0,1251$	$d_3 = 0,034$	
$r_4 = - 0,3127$	$d_4 = 0,010.$	
$r_5 = - 0,0834$		
$r_6 = - 0,1511.$		

Glasarten:

	n_D	n_G	$\frac{\Delta n}{n-1}$	
L_1 :	1,51282	1,52421	0,0222	normales Glaspaar, Brennweite = - 1,5966.
L_2 :	1,57973	1,59357	0,0239	
L_3 :	1,51680	1,52755	0,0208	normales Glaspaar, Brennweite = + 0,5956.
L_4 :	1,56490	1,58215	0,0305	

576 109

PATENT-ANSPRUCH:

Bei photographischen Doppelobjectiven, welche aus zwei getrennten Systemen von unter sich verkitteten Linsen bestehen, die Anordnung, daß diese Systeme 1. einzeln achromatisirt sind, und daß dieselben zugleich 2. eine der-

art gegensätzliche Abstufung des Brechungsvermögens zwischen ihren positiven (collectiven) und negativen (dispansiven) Theilen aufweisen, daß in dem einen System der positive Theil größeren, in dem anderen der positive Theil kleineren Brechungsindex besitzt als der negative Theil desselben Systems.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen.

FIRMA CARL ZEISS IN JENA.
 Photographisches Doppelobjectiv.

56109

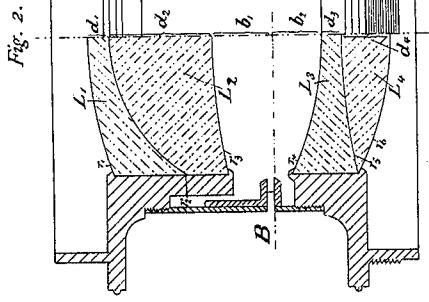
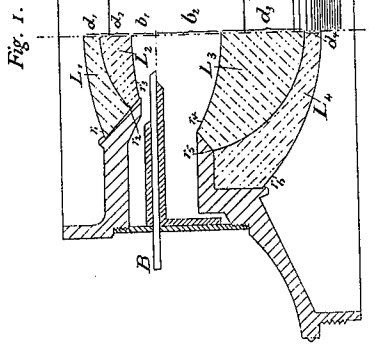
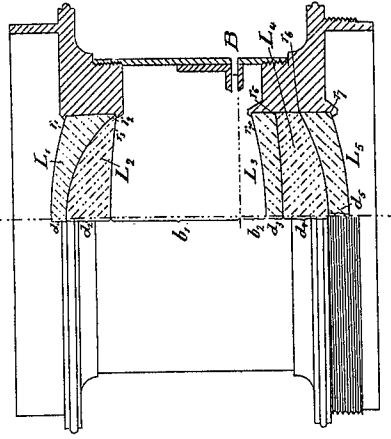


Fig. 3.



Zu der Patentschrift
 № 56109.

56109

FIRMA CARL ZEISS IN
Photographisches Dopp

Fig. 1.

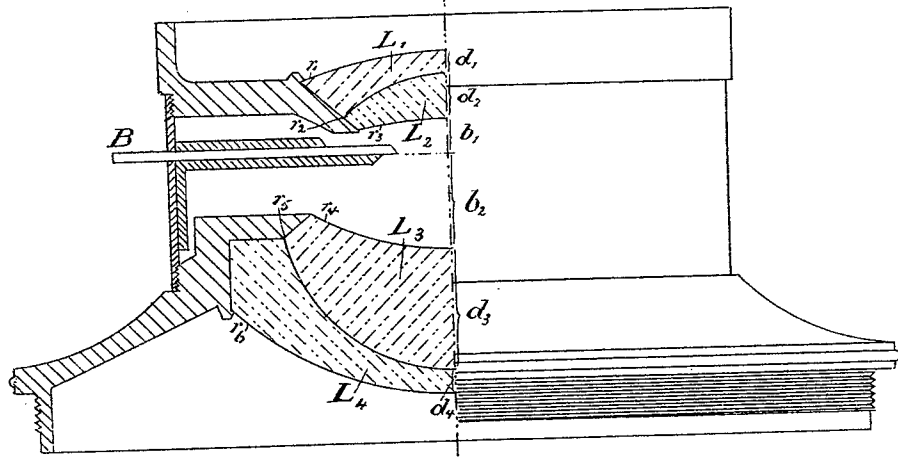
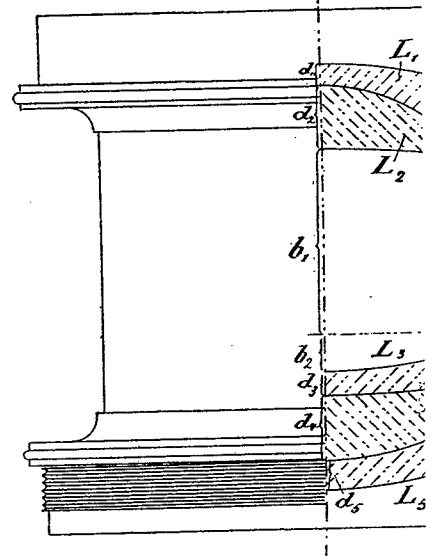
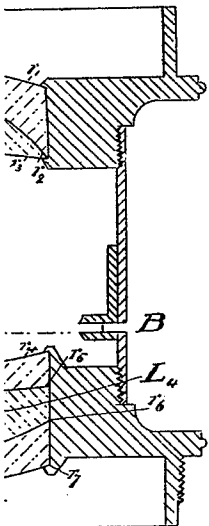
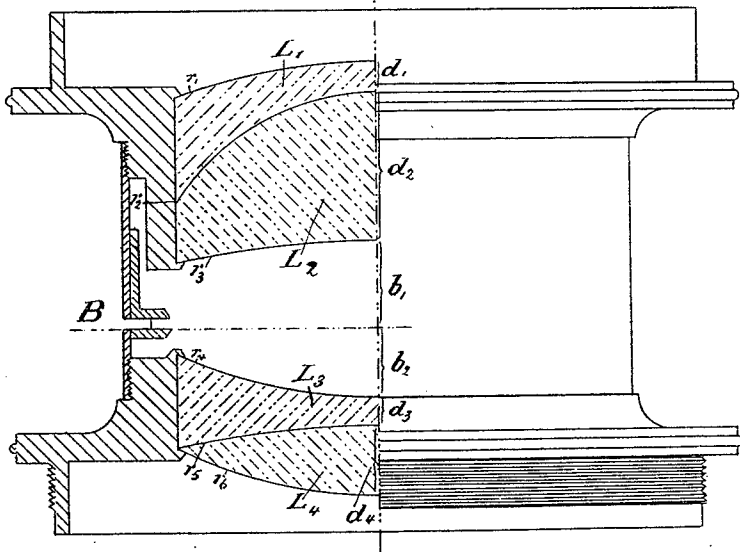


Fig. 3.



JENA.
elobjectiv.

Fig. 2.



Zu der Patentschrift

№ 56109.

RUCKEREI.