



AUSGEGEBEN AM
4. APRIL 1957

DEUTSCHES PATENTAMT

PATENTSCHRIFT

Nr. 961 136

KLASSE 42 h GRUPPE 6 02

INTERNAT. KLASSE G 02 b —————

O 2680 IX | 42 h

Karl-Heinz Pennig, München
ist als Erfinder genannt worden

Optische Werke G. Rodenstock, München

Mehrgliedriges Austauschlinsensystem
für fotografische oder kinematografische Objektive

Patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 4. Dezember 1952 an

Patentanmeldung bekanntgemacht am 24. Februar 1955

Patenterteilung bekanntgemacht am 21. März 1957

Es ist bekannt, durch Vorsetzen von mehrteiligen, insbesondere telezentrischen Linsensystemen die Brennweite fotografischer Objektive zu verändern, was insbesondere dann vorteilhaft ist, wenn aus konstruktiven Gründen das Objektiv nicht ausgewechselt werden kann. Gute Ergebnisse sind bei solchen Systemen nur in der Schmalfilmoptik bekannt, wo die Bildwinkel klein sind und an die Korrektur der Bildfehler wegen der verhältnismäßig kleinen absoluten Beträge relativ große Zugeständnisse gemacht werden können.

Für das Kleinbildformat und für größere Bildformate ist eine hinreichende Korrektur der Bildfehler schiefer Bündel wegen der größeren Bildwinkel und eine gleichmäßige Helligkeit über das Bildfeld mit wirt-

schaftlichen Mitteln nicht erzielbar. Hierfür mußte also nach einer anderen Lösung gesucht werden.

Eine solche ist das Auswechseln der vor der Blende liegenden Teile eines fotografischen Objektivs gegen ein anderes Linsensystem, ohne den Abstand der bildseitigen Brennebene vom Hinterglied des Objektivs, d. h. den hinter der Blende liegenden Linsen, zu verändern. Solche Auswechselsysteme sind mehrfach bekanntgeworden, beispielsweise für ein dreilinsiges Objektiv, dessen größte relative Öffnung 1:3,5 ist.

Wählt man jedoch als ursprüngliches System ein modifiziertes Gauss-Objektiv der Öffnung 1:2, dann müssen an die Bildfehlerkorrektur des Austauschlinsensystems erheblich größere Anforderungen gestellt werden, die sich vor allem auf die Korrektur der

schiefen Büschel, vor allem hinsichtlich der Koma, beziehen. Sie müssen wegen der großen Durchmesser des unverändert beibehaltenen Hintergliedes des ursprünglichen Objektivs besonders sorgfältig berücksichtigt werden, wenn die gesamte Korrektur dem heutigen hohen Stand der Technik entsprechen soll und die Bildgüte des Austauschsystems derjenigen des ursprünglichen Objektivs keineswegs merklich nachstehen darf.

Die Erfindung bezieht sich also auf ein solches Austauschsystem in Verbindung mit dem unveränderten hinter der Blende liegenden Teil eines ursprünglich vorhandenen lichtstarken, viergliedrigen Gauss-Objektivs, wobei durch das Austauschsystem die Brennweite so vergrößert wird, daß ein Gesamtsystem mit Telewirkung entsteht, dessen Brennweite mindestens doppelt so groß wird wie die unverändert gebliebene Schnittweite. Eine geringere Zunahme der Brennweite ist technisch ohne Interesse.

An sich könnte die Verlängerung der Brennweite durch ein galiläisches Fernrohr geschehen, das dem ursprünglichen Objektiv vorgesetzt wird, und dessen Vergrößerung dem Verhältnis der verlängerten, gewünschten Brennweite zu der ursprünglichen entspricht. Die Linsen dieses Fernrohres kann man sich gedanklich so mit den Vorderlinsen des ursprünglichen Gauss-Objektivs verschmolzen denken, daß zwar das Objektiv des galiläischen Fernrohres etwa erhalten bleibt, sein Okular negativer Brechkraft aber mit den Vorderlinsen des Gauss-Objektivs zusammen ein zur Fehlerbehebung mehrlinsig auszuführendes Negativglied ergibt.

Somit ergibt sich erfindungsgemäß für den in Rede stehenden Austauschzweck ein Linsensystem, das aus einem sammelnden und einem durch einen kleinen Luftraum getrennten zerstreuen Systemteil besteht, wobei erfindungsgemäß der sammelnde Teil entweder aus zwei verkitteten Linsen besteht oder aus zwei durch einen Luftraum getrennten Komponenten, von denen die eine wiederum aus zwei Linsen verkittet sein kann. Der zerstreue Teil besteht aus zwei Menisken, die nach der Bildebene zu hohl sind; einer dieser beiden Menisken kann aus zwei Linsen verkittet sein.

Es ist bekannt, daß man ein Vorsatzfernrohr der hier gedanklich vorausgesetzten Art grundsätzlich in beliebigem Maßstab bauen kann. Je größer es entworfen wird, um so leichter ist es korrigierbar; um so teurer ist aber seine Herstellung. Eine in jeder Hinsicht zweckmäßige Größe bei der in Rede stehenden Brennweite des Gesamtsystems ist erfindungsgemäß dadurch gegeben, daß der sammelnde Teil des Austauschsystems eine Brennweite zwischen zwei Drittel und vier Drittel der Brennweite des Gesamtsystems hat. Hierbei ergeben sich, bedingt durch das auszeichnende Bildformat bzw. den Bildwinkel, wirtschaftlich und technisch zweckmäßige Durchmesser und Dicken für alle Linsen, und als weiteres Kennzeichen der Erfindung eine Summe der Luftabstände zwischen allen Linsen des Austauschsystems, die kleiner ist als sein Abstand vom unveränderten Hinterglied des ursprünglichen Objektivs. Andererseits bleibt erfindungsgemäß die Baulänge kleiner als die Brennweite des Gesamtsystems.

Insbesondere für die Korrektur der Koma und weiterhin für die Form der astigmatischen Bildschalen ist der Durchbiegungszustand der Linsen des sammelnden Frontteiles wesentlich. Es ist ein Kennzeichen der Erfindung, daß das Verhältnis des dingseitigen zum bildseitigen Außenradius der ersten Komponente des Sammelteiles kleiner als 0,35 ist.

Der Durchbiegungszustand des blendennahen Negativteiles ist für den Astigmatismus und die Verzeichnung maßgebend. Das Verhältnis des dingseitigen zum bildseitigen Radius soll bei dem dem Objekt zugekehrten streuenden Meniskus erfindungsgemäß kleiner sein als das entsprechende Verhältnis bei dem dem Bild bzw. der Blende zugekehrten Meniskus, der also mit anderen Worten ausgedrückt, stärker durchgebogen ist. Das zweckmäßigste Maß der Durchbiegung ist dadurch gegeben, daß der bild- bzw. blendenseitige Radius des der Blende benachbarten Meniskus zwischen 18 und 25 % der Brennweite des Gesamtsystems betragen soll und gleichzeitig zwischen dem 0,5- und dem 0,7fachen des dingseitigen Radius der dingseitigen Streulinse liegen soll.

In der folgenden Tabelle sind als Beispiel die Konstruktionsdaten für eine Ausführung des ursprünglichen Objektivs angegeben. Die Werte entsprechen einer Objektivbrennweite von 0,6165, das Öffnungsverhältnis ist 1 : 2. Die Zeichnung (Abb. 1) entspricht einer Objektivbrennweite von 123,30 mm.

Radien	Dicken und Luftabstände	Glasarten		
		n_d	ν	
$r_1 = + 0,4656$	$d_1 = 0,0405$	1,6667	48,4	95
$r_2 = + 1,3516$	$l_1 = 0,0013$			
$r_3 = + 0,2014$	$d_2 = 0,0641$	1,6584	50,8	100
$r_4 = \pm \infty$	$d_3 = 0,0131$	1,6513	38,5	
$r_5 = + 0,1495$	$b_1 = 0,0628$ $b_2 = 0,0849$			105
$r_6 = - 0,1821$	$d_4 = 0,0150$	1,6477	33,9	
$r_7 = + 2,8524$	$d_5 = 0,0647$	1,6910	54,8	
$r_8 = - 0,2582$	$l_3 = 0,0007$			110
$r_9 = \pm \infty$	$d_6 = 0,0353$	1,6700	47,2	
$r_{10} = - 0,3919$				115

Drei Ausführungsbeispiele des Austauschlinsensystems gemäß der Erfindung, das an Stelle des vor der Blende liegenden Teils des ursprünglichen Objektivs tritt und mit dem hinter der Blende liegenden unveränderten Teil desselben die Brennweite 1 ergibt, sind im folgenden dargelegt. Die Abb. 2 bis 4 stellen die entsprechenden Gesamtsysteme für eine Brennweite von 200 mm dar. Bei allen Ausführungsbeispielen ist die Schnittweite 0,451, also gleich der Schnittweite des ursprünglichen Objektivs. Der Gesamtbildwinkel beträgt 32°.

Ausführungsbeispiel 1 (Öffnungsverhältnis 1 : 5,4)
Austauschsystem nach Abb. 2

	Radien	Dicken und Luftabstände		Glasarten	
		d'	l'	n_d	ν
5	$r_1' = + 0,5156$	$d_1' = 0,2497$	$l_1' = 0,0301$	1,6204	60,3
	$r_2' = - 0,9353$	$d_2' = 0,0582$		1,7847	25,7
	$r_3' = \pm \infty$				
10	$r_4' = + 0,3446$	$d_3' = 0,1203$		1,7847	25,7
	$r_5' = + 0,3052$	$l_2' = 0,0098$			
15	$r_6' = + 0,6295$	$d_4' = 0,0451$		1,6204	60,3
	$r_7' = + 0,2198$	$b_1' = 0,1086$			
		$b_2 = 0,0849$			

Ausführungsbeispiel 2 (Öffnungsverhältnis 1 : 5,4)
Austauschsystem nach Abb. 3

	Radien	Dicken und Luftabstände		Glasarten	
		d'	l'	n_d	ν
25	$r_1' = + 0,7500$	$d_1' = 0,1000$		1,6204	60,3
	$r_2' = + 3,5000$	$l_1' = 0,0438$			
	$r_3' = + 0,5500$	$d_2' = 0,1500$		1,6204	60,3
30	$r_4' = + 0,9000$	$l_2' = 0,0100$			
	$r_5' = + 0,3501$	$d_3' = 0,1000$		1,7015	41,1
35	$r_6' = \pm \infty$	$d_4' = 0,0200$		1,7847	25,7
	$r_7' = + 0,2800$	$l_3' = 0,0200$			
40	$r_8' = + 0,3870$	$d_5' = 0,0400$		1,6228	56,9
	$r_9' = + 0,2115$	$b_1' = 0,1114$			
		$b_2 = 0,0849$			

Ausführungsbeispiel 3 (Öffnungsverhältnis 1 : 4,5)
Austauschsystem nach Abb. 4

	Radien	Dicken und Luftabstände		Glasarten	
		d'	l'	n_d	ν
50	$r_1' = + 0,7512$	$d_1' = 0,0811$		1,6204	60,3
	$r_2' = + 3,5228$	$l_1' = 0,0013$			
	$r_3' = + 0,5495$	$d_2' = 0,1242$		1,6204	60,3
55	$r_4' = - 2,5301$	$d_3' = 0,0392$		1,7847	25,7
	$r_5' = + 1,3056$	$l_2' = 0,0196$			
60	$r_6' = + 0,3298$	$d_4' = 0,1046$		1,6385	55,5
	$r_7' = + 0,2294$	$l_3' = 0,0405$			

Radien	Dicken und Luftabstände	Glasarten	
		n_d	ν
$r_8' = + 0,3804$	$d_5' = 0,0301$	1,6204	38,0
$r_9' = \pm \infty$	$d_6' = 0,0105$	1,6228	56,9
$r_{10}' = + 0,2108$	$b_1' = 0,1174$		
	$b_2 = 0,0849$		

In der Abb. 5 ist der Korrektionszustand des Austauschsystems gemäß Beispiel III dargestellt: in Abb. 5a ist in der üblichen Weise die Kurve der sphärischen Aberration und die Abweichung gegen die Sinusbedingung, in Abb. 5b die sagittale und meridionale Abweichung gegen die ideale Bildebene und in Abb. 5c die Verzeichnung wiedergegeben.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Linsensystem, das nach Austausch gegen den vor der Blende liegenden Systemteil eines viergliedrigen modifizierten Gauß-Objektivs in Verbindung mit dessen hinter der Blende befindlichen restlichen Linsen ein sphärisch, chromatisch, komatisch, astigmatisch und verzeichnungsfrei korrigiertes Objektiv mit gleicher Schnittweite, aber größerer Brennweite ergibt, die mindestens doppelt so groß wie die Schnittweite ist, gekennzeichnet durch einen sammelnd wirkenden Systemteil aus entweder zwei verkitteten Linsen oder aus zwei durch einen Luftraum getrennten sammelnden Komponenten, von denen eine aus zwei miteinander verkitteten Linsen bestehen kann, und einen zerstreud wirkenden Systemteil aus zwei nach der Bildebene zu hohlen durch einen Luftraum getrennten zerstreudenden Menisken, von denen einer aus zwei Linsen verkittet sein kann, wobei alle Lufträume klein gegenüber der Objektivbrennweite sind.

2. Linsensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das sammelnde Glied eine Brennweite zwischen zwei Drittel und vier Drittel der Brennweite des kombinierten Gesamtsystems hat, daß die Summe der Luftabstände zwischen allen Linsen des Austauschsystems kleiner ist als sein Abstand vom unveränderten Rest des ursprünglichen Objektivs, und daß die Baulänge des Gesamtsystems kleiner als seine Brennweite ist.

3. Linsensystem nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis des dingseitigen zum bildseitigen Außenradius der ersten Komponente des Sammelgliedes kleiner als 0,35 ist.

4. Linsensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis des dingseitigen zum bildseitigen Radius des dem Objekt zugekehrten streuenden Meniskus kleiner als das entsprechende Verhältnis bei dem dem Bild zugekehrten streuenden Meniskus ist, dessen bildseitiger Radius zwischen 18 und 25 % der Brennweite des Gesamtsystems und damit gleichzeitig zwischen dem 0,5- und dem 0,7fachen des dingseitigen Radius der dingseitigen Streulinse ist.

5. Linsensystem nach Anspruch 1, gemäß den folgenden Daten, in beliebigen Einheiten oder Teilen oder Vielfachen hiervon, mit Abweichungen von $\pm 5\%$ der Krümmungen, bezogen auf die Gesamtbrechkraft, von $\pm 10\%$ der Dicken und Abstände, bezogen auf die Gesamtbrennweite, und mit $\pm 0,02$, bezogen auf die Brechzahlen der Gläser:

	Radien	Dicken und Luftabstände	Glasarten
10	$r_1' = +0,5156$	$d_1' = 0,2497$	n_d v 1,6204 60,3
	$r_2' = -0,9353$	$d_2' = 0,0582$	1,7847 25,7
15	$r_3' = \pm \infty$	$l_1' = 0,0301$	
	$r_4' = +0,3446$	$d_3' = 0,1203$	1,7847 25,7
	$r_5' = +0,3052$	$l_2' = 0,0098$	
20	$r_6' = +0,6295$	$d_4' = 0,0451$	1,6204 60,3
	$r_7' = +0,2198$	$b_1' = 0,1086$	
		$b_2' = 0,0849$	
25	$r_8' = r_6 = -0,1821$	$d_5' = 0,0150$	1,6477 33,9
	$r_9' = r_7 = +2,8524$	$d_6' = 0,0647$	1,6910 54,8
30	$r_{10}' = r_8 = -0,2582$	$l_3' = 0,0007$	
	$r_{11}' = r_9 = \pm \infty$	$d_7' = 0,0353$	1,6700 47,2
	$r_{12}' = r_{10} = -0,3919$		

6. Linsensystem nach Anspruch 1, gemäß den folgenden Daten, in beliebigen Einheiten oder Teilen oder Vielfachen hiervon, mit Abweichungen von $\pm 5\%$ der Krümmungen, bezogen auf die Gesamtbrechkraft, von $\pm 10\%$ der Dicken und Abstände, bezogen auf die Gesamtbrennweite, und mit $\pm 0,02$, bezogen auf die Brechzahlen der Gläser:

	Radien	Dicken und Luftabstände	Glasarten
45	$r_1' = +0,7500$	$d_1' = 0,1000$	n_d v 1,6204 60,3
	$r_2' = +3,5000$	$l_1' = 0,0438$	
50	$r_3' = +0,5500$	$d_2' = 0,1500$	1,6204 60,3
	$r_4' = +0,9000$	$l_2' = 0,0100$	
	$r_5' = +0,3501$	$d_3' = 0,1000$	1,7015 41,1
55	$r_6' = \pm \infty$	$d_4' = 0,0200$	1,7847 25,7
	$r_7' = +0,2800$	$l_3' = 0,0200$	

	Radien	Dicken und Luftabstände	Glasarten
	$r_8' = +0,3870$	$d_5' = 0,0400$	n_d v 1,6228 56,9
	$r_9' = +0,2115$	$b_1' = 0,1114$	
		$b_2' = 0,0849$	
	$r_{10}' = -0,1821$	$d_6' = 0,0150$	1,6477 33,9
	$r_{11}' = +2,8524$	$d_7' = 0,0674$	1,6910 54,8
	$r_{12}' = -0,2582$	$l_4' = 0,0007$	
	$r_{13}' = \pm \infty$	$d_8' = 0,0353$	1,6700 47,2
	$r_{14}' = -0,3919$		

7. Linsensystem nach Anspruch 1, gemäß den folgenden Daten, in beliebigen Einheiten oder Teilen oder Vielfachen hiervon, mit Abweichungen von $\pm 5\%$ der Krümmungen, bezogen auf die Gesamtbrechkraft, von $\pm 10\%$ der Dicken und Abstände, bezogen auf die Gesamtbrennweite, und mit $\pm 0,02$, bezogen auf die Brechzahlen der Gläser:

	Radien	Dicken und Luftabstände	Glasarten
	$r_1' = +0,7512$	$d_1' = 0,0811$	n_d v 1,6204 60,3
	$r_2' = +3,5228$	$l_1' = 0,0013$	
	$r_3' = +0,5495$	$d_2' = 0,1242$	1,6204 60,3
	$r_4' = -2,5301$	$d_3' = 0,0392$	1,7847 25,7
	$r_5' = +1,3056$	$l_2' = 0,0196$	
	$r_6' = +0,3298$	$d_4' = 0,1046$	1,6385 55,5
	$r_7' = +0,2294$	$l_3' = 0,0405$	
	$r_8' = +0,3804$	$d_5' = 0,0301$	1,6204 38,0
	$r_9' = \pm \infty$	$d_6' = 0,0105$	1,6228 56,9
	$r_{10}' = +0,2108$	$b_1' = 0,1174$	
		$b_2' = 0,0849$	
	$r_{11}' = -0,1821$	$d_7' = 0,0150$	1,6477 33,9
	$r_{12}' = +2,8524$	$d_8' = 0,0647$	1,6910 54,8
	$r_{13}' = -0,2582$	$l_4' = 0,0007$	
	$r_{14}' = \pm \infty$	$d_9' = 0,0353$	1,6700 47,2
	$r_{15}' = -0,3919$		

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Abb. 1

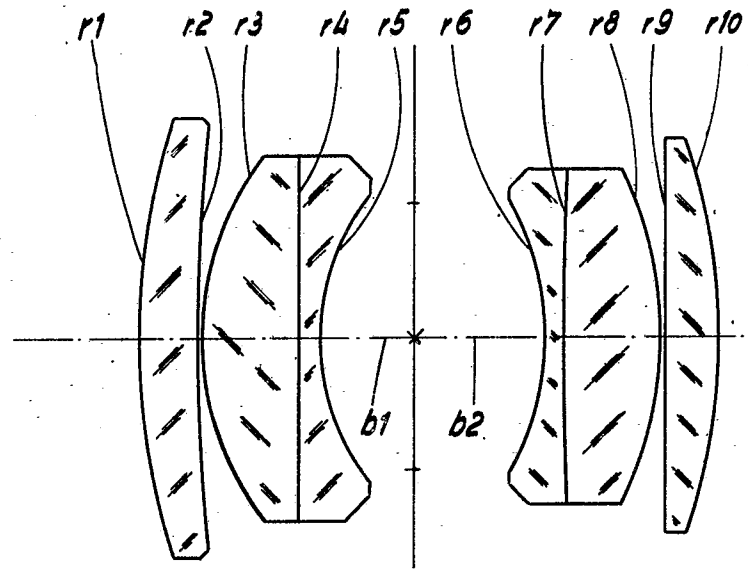


Abb. 2

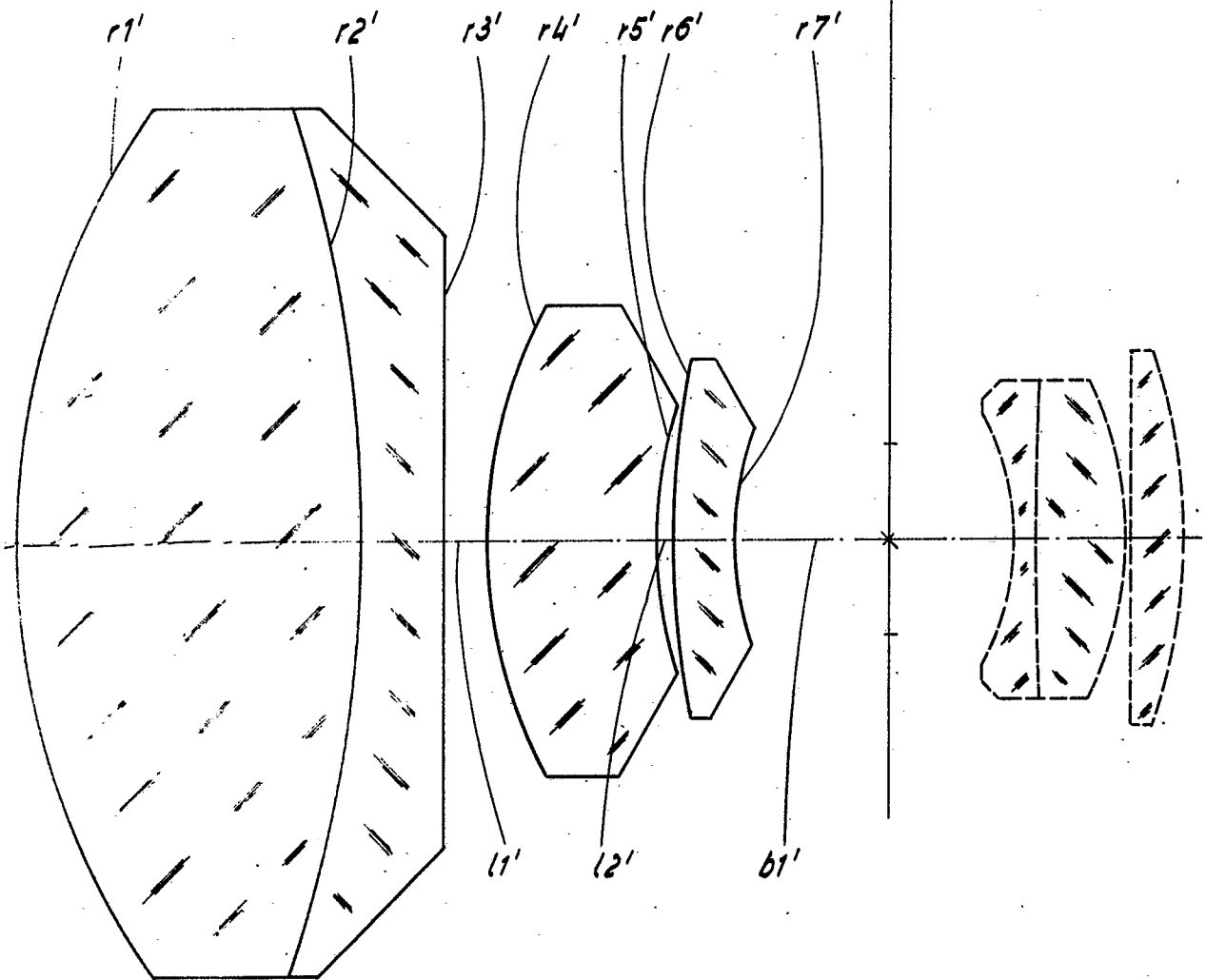


Abb. 3

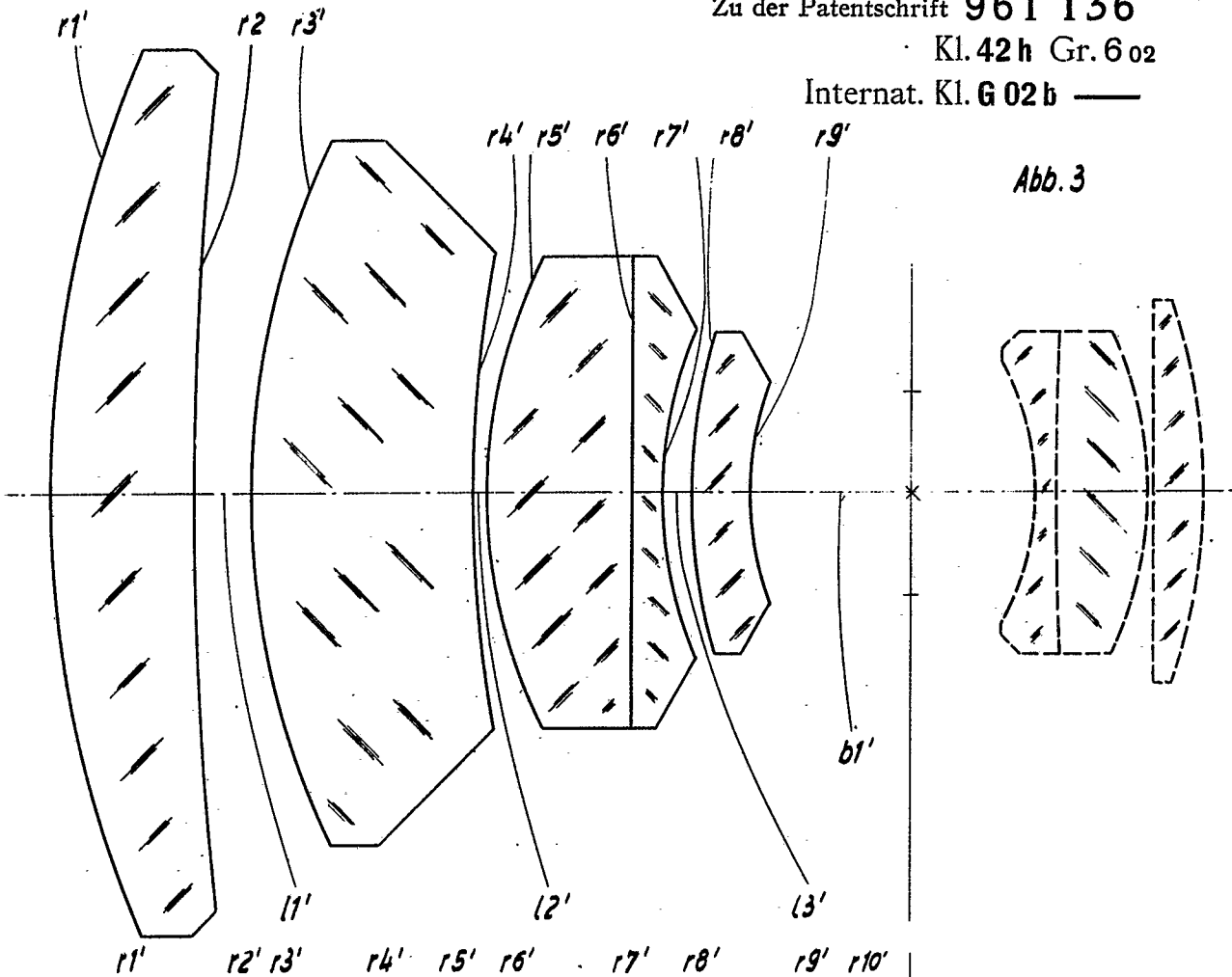
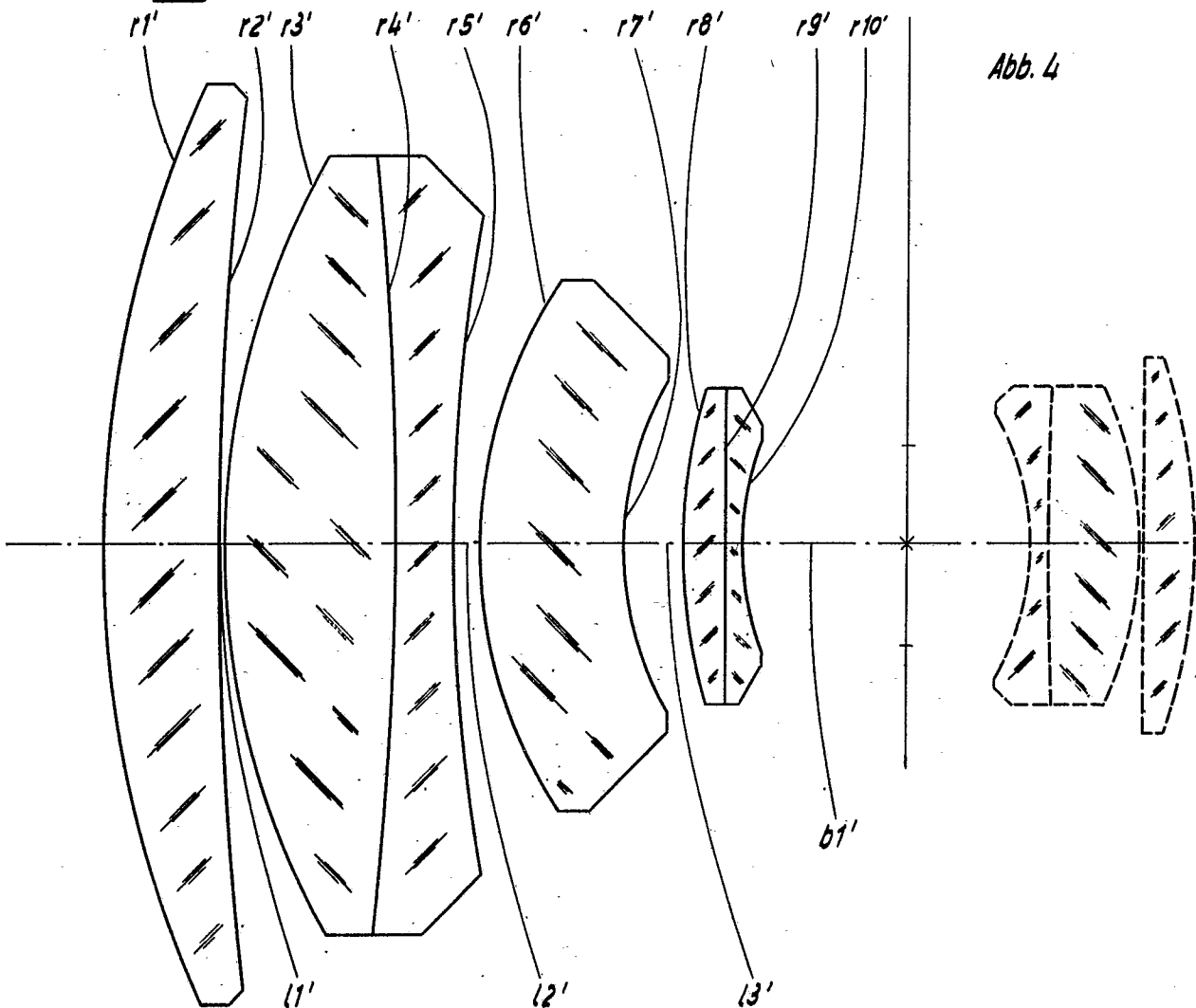


Abb. 4



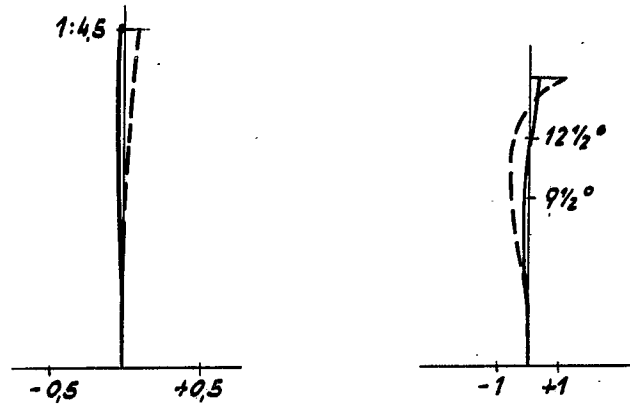


Abb. 5

