



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 696 29 257 T2 2004.04.22

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 764 865 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 696 29 257.2

(96) Europäisches Aktenzeichen: 96 114 673.5

(96) Europäischer Anmeldetag: 13.09.1996

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 26.03.1997

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 30.07.2003

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 22.04.2004

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: G02B 13/16

H04N 9/31, G02B 13/18

(30) Unionspriorität:  
**4116 P            21.09.1995        US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**BE, DE, ES, FR, GB**

(73) Patentinhaber:  
**3M Innovative Properties Co., St. Paul, Minn., US**

(72) Erfinder:  
**Moskovich, Jacob, Cincinnati, US**

(74) Vertreter:  
**Vossius & Partner, 81675 München**

(54) Bezeichnung: **Linsensystem für Fernsehprojektionsvorrichtung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

#### 1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft Projektionslinsensysteme zum Einsatz in Projektionsfernsehern und insbesondere verbesserte Linsenprojektionssysteme mit: (1) einem breiten Sehfeld, z. B. einem Halbsehfeld in der Größenordnung von etwa 40°; (2) einer geringen f-Zahl, z. B. einer f-Zahl in der Größenordnung von etwa 1,0; und (3) einer verbesserten sagittalen Modulationsübertragungsfunktion (MÜF) im Vergleich zu Linsensystemen des Stands der Technik mit einem ähnlichen Aufbau.

#### 2. Beschreibung des Stands der Technik

[0002] Projektionslinsensysteme für Projektionsfernseher mit Kathodenstrahlröhren wurden etwa in den letzten fünfzehn Jahren ständig weiterentwickelt. Dadurch sind viele der heutigen Projektionsfernseher mit Kathodenstrahlröhren mit lichtstarken Linsensystemen ausgestattet, die f-Zahlen von f/1 und darunter haben und für Halbsehfelder von 25° und mehr sorgen.

[0003] Farbbilder für Projektionsfernseher erhält man normalerweise durch Kombinieren von Bildern von drei Kathodenstrahlröhren, d. h. einer roten Kathodenstrahlröhre, einer grünen Kathodenstrahlröhre und einer blauen Kathodenstrahlröhre. Damit die Bilder von den drei Kathodenstrahlröhren auf dem Betrachtungsschirm im wesentlichen übereinander liegen, d. h. zum Minimieren von Farbsäumen, erfolgt bei in Projektionsfernsehern verwendeten Projektionslinsensystemen normalerweise eine Korrektur der chromatischen Queraberration, d. h. der wellenlängenabhängigen Variation der Höhe eines Bildpunkts über der optischen Achse. Die chromatische Queraberration ist auch als chromatische Vergrößerungsdifferenz oder einfach als Farbquerfehler bekannt. Gewöhnlich erreicht man diese Korrektur durch Anordnen der Blende des Linsensystems in der Nähe der Brechkrafteinheit des Systems.

[0004] Für viele Anwendungen braucht die chromatische Längsaberration des Projektionslinsensystems, d. h. die wellenlängenabhängige Variation der Lage eines axialen Bildpunkts auf der optischen Achse, nicht korrigiert zu werden. Die chromatische Längsaberration ist auch als axiale chromatische Aberration oder einfach als Farblängsfehler bekannt. Erfolgt keine Korrektur durch das Linsensystem, behandelt man diese Aberration durch körperliches Einstellen der Lage des Linsensystems und seiner zugehörigen Kathodenstrahlröhre im Hinblick auf den Bildschirm, d. h. durch Einstellen der vorderen und hinteren Konjugierten, um die wellenlängenabhängige Brennweitenänderung des Linsensystems zu kompensieren.

[0005] Die in handelsüblichen Kathodenstrahlröhren verwendeten Leuchtstoffe strahlen kein Licht mit einer einzelnen Wellenlänge ab. Insbesondere haben grüne Leuchtstoffe erhebliche Seitenbänder im blauen und roten Bereich. Eine ähnliche polychromatische Beschaffenheit ist für rote und blaue Leuchtstoffe gegeben, wenn auch in einem geringeren Maß.

[0006] Für bestimmte Anwendungen, z. B. Hochauflösungsfernsehen, Datenanzeigegeräte oder Systeme, die mit starker Vergrößerung arbeiten, sind Linsensysteme nötig, deren Farblängsfehler ganz oder teilweise korrigiert ist, um sichtbare Farbsäume und/oder Bildkontrastverlust als Ergebnis der Farbstreuung von Kathodenstrahlröhren zu vermeiden. Siehe hierzu z. B. die US-A-4815831 (Betensky), US-A-4900139 (Kreitzer) und US-A-4963007 (Moskovich). Allerdings sind solche ganz oder teilweise farbkorrigierten Linsensysteme komplizierter und daher teurer als nicht farbkorrigierte Systeme. Somit werden diese Systeme häufig nicht in Konsumanwendungen eingesetzt.

[0007] Die US-A-5055922 (Wessling) offenbart einen billigeren Weg zur Behandlung des Farbstreuproblems. Gemäß diesem Weg ist ein Filtermaterial, das mindestens einige der unerwünschten Seitenbänder der Kathodenstrahlröhre absorbiert, in ein oder mehrere Elemente des Linsensystems eingebaut. Obwohl dieser Weg die Lichtstärke in den Seitenbändern erheblich reduziert, eliminiert er diese nicht vollständig. Außerdem ändert das Filtermaterial nicht das Gesamtaberrationsverhalten des Linsensystems.

[0008] Ist das Sehfeld eines Projektionslinsensystems nicht größer als ein Halbwinkel von etwa 25°, kann das Linsensystem aus nur drei Komponenten bestehen und dennoch eine ausreichend hohe Bildqualität liefern. Eine typische Konfiguration hat ein schwaches asphärisches Element auf der Bildseite des Linsensystems, gefolgt von einem Element mit starker positiver Brechkraft, dem seinerseits ein starkes negatives Element in enger Nähe zur Kathodenstrahlröhre folgt. Siehe hierzu z. B. die US-A-4300817, 4348081 und 4526442 (Betensky).

[0009] Bei dieser Konfiguration sorgt das asphärische erste Element für den Großteil der Korrektur sphärischer Aberration und anderer aperturabhängiger Aberrationen, das positive Element in Kombination mit der Relativposition der Aperturblende des Linsensystems ermöglicht die Korrektur des Astigmatismus, und das negative Element nahe der Kathodenstrahlröhre sorgt für die Korrektur der Bildfeldkrümmung der Linse.

[0010] Bei Verkürzung der Brennweite des Linsensystems, um den Projektionsfernseher kompakter zu machen, muß der Bildfeldbereich des Linsensystems erhöht sein. Ist der Halbblickwinkel auf etwa  $28^\circ$  erhöht, kann eine Form mit drei Elementen allgemein keine geeignet hohe optische Leistung erzeugen. Zur Behandlung dieses Problems wurde ein vierter Element (Korrektorelement) zwischen dem starken positiven und dem starken negativen Element der Drei-Komponenten-Konfiguration zugefügt. Siehe hierzu die US-A-4697892 (Betensky) sowie die US-A-4682862, 4755028 und 4776681 (Moskovich). Gewöhnlich hat dieses Zusatzelement keine starke optische Brechkraft; allerdings muß es eine asphärische Oberfläche haben, um aperturabhängige außeraxiale Aberrationen wie sagittale schräge sphärische und Koma zu korrigieren. Vier-Element-Konfigurationen wurden bis zu Halbwinkeln von  $33^\circ$  bis  $35^\circ$  wirksam eingesetzt. Technisch bekannt sind auch Fünf-Element-Konfigurationen. Siehe hierzu die o. g. Patente '862 und '681 (Moskovich).

[0011] Mit steigenden Anforderungen an die Leistung des Linsensystems wurden Sechs-Element-Konfigurationen verwendet. In den US-A-5296967 und 5329363 (Moskovich) sind Systeme dieser Art offenbart. Obwohl diese Systeme in der Praxis erfolgreich arbeiteten, wurde festgestellt, daß ihre Modulationsübertragungsfunktionen, insbesondere ihre sagittalen Modulationsübertragungsfunktionen, an Großfeldpositionen (Bildfeldwinkel) geringere Werte als erwünscht haben.

[0012] **Fig. 5** und **6** stellen MÜF für solche 6-Element-Projektionslinsensysteme des Stands der Technik dar. Insbesondere zeigt **Fig. 5** die MÜF für eine kommerzielle Ausführungsform des Linsensystems des Patents '363, und **Fig. 6** zeigt die MÜF des Linsensystems von **Fig. 2** des Patents '967.

[0013] Die Diagramme von **Fig. 5** und **6** (sowie die von **Fig. 1B, 1C, 2B, 2C, 3B, 4B** und **4C**) zeigen die durch den Brennpunkt gehende MÜF links und die optische Übertragungsfunktion (OÜF) am besten Axialbrennpunkt rechts. Die Daten sind für fünf Bildfeldpunkte angegeben, d. h. die Achse, 0,35H, 0,70H, 0,85H und 1,0H, wobei H die maximale Bildfeldhöhe auf dem Bildschirm ist. Die tatsächlichen Bildfeldhöhen sind für die rechten Diagramme gezeigt. Diese Bildfeldhöhen gelten sowohl für die rechten als auch die linken Diagramme und sind in Millimetern angegeben.

[0014] Die Brennpunktdurchgangsdaten gelten bei der angegebenen Raumfrequenz in Zyklen je Millimeter, d. h. bei 2 Zyklen/mm. Dieser Raumfrequenzwert kommt häufig bei der Leistungsbewertung von Projektionsfernsehsystemen zum Einsatz, da er etwa 400 Fernsehzeilen in Horizontalrichtung für ein Fünf-Inch-Diagonabild auf einer typischen Sieben-Inch-Kathodenstrahlröhre entspricht. Eine Auflösung von 400 Fernsehzeilen entspricht der maximalen Auflösungsspezifikation für die meisten Laserplatten-Abspielgeräte. Sowohl die Brennpunktdurchgangsals auch die besten Brennpunktdaten geben die tangentialen (durchgezogene Kurven) als auch sagittalen (gestrichelte Kurven) MÜF an. Die Modulskala ist links von jedem Block gezeigt und reicht von null bis eins. Die Phase der OÜF ist als gepunktete Kurve in den Bestbrennpunktdiagrammen gezeigt. Die Skala für die Phase ist rechts von jedem Bestbrennpunktblock im Bogenmaß angegeben. Alle OÜF-Daten gelten für eine Wellenlänge von 546,1 Nanometern. Die über den Bestbrennpunktdiagrammen angegebene axiale Brennpunktverschiebung gilt relativ zur Nullposition der Durchgangsbrennpunktdiagramme. Die Bestbrennpunktebene liegt am Spitzenwert der axialen Brennpunktdurchgangsdiagramme.

[0015] Aus einer Untersuchung von **Fig. 5** und **6** geht hervor, daß die bekannten Linsensysteme dieser Zeichnungen sagittale MÜF bei 2 Zyklen/mm haben, die kleiner als etwa 0,5 an Bildfeldpositionen von 0,85H und darüber sind. Diese Werte liegen unter dem, was für ein Bild in Spitzenqualität über das gesamte Sehfeld eines Projektionsfernsehers erwünscht ist. Die Erfindung betrifft die Verbesserung dieser sagittalen MÜF, um die Qualität der durch Projektionsfernseher erzeugten Bilder weiter zu erhöhen.

[0016] Die US-A-4963007 beschreibt u. a. ein Projektionslinsensystem zur Verwendung mit einer Kathodenstrahlröhre, das in der Reihenfolge von der Bildseite aufweist:

- (a) ein erstes Linsenelement, das eine positive Brechkraft, mindestens eine asphärische Oberfläche und eine Gesamtmeniskusform hat, die zur Kathodenstrahlröhre konkav ist;
- (b) ein zweites Linsenelement, das eine negative Brechkraft und mindestens eine asphärische Oberfläche hat;
- (c) ein drittes Linsenelement, das eine positive Brechkraft hat und einen wesentlichen Anteil der Brechkraft des Linsensystems bereitstellt;
- (d) ein vierter Linsenelement, das mindestens eine asphärische Oberfläche und eine Gesamtmeniskusform hat, die zur Kathodenstrahlröhre konkav ist;
- (e) ein fünftes Linsenelement, das eine positive Brechkraft, mindestens eine asphärische Oberfläche und eine zur Kathodenstrahlröhre weisende Oberfläche hat, deren Großteil zur Kathodenstrahlröhre konvex ist; und
- (f) eine Linseneinheit mit negativer Brechkraft, deren Brennweite eine Größe hat, die kleiner als etwa das 2,5-fache der effektiven Brennweite des gesamten Linsensystems ist, wobei die Linseneinheit im Gebrauch des Linsensystems zur Kathodenstrahlröhre zugeordnet ist und die meiste Korrektur der Bildfeldkrümmung des Linsensystems bereitstellt.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

- [0017] Angesichts des beschriebenen Stand der Technik besteht eine Aufgabe der Erfindung darin, ein verbessertes Projektionslinsensystem zur Verwendung in Projektionsfernsehern und insbesondere in Rückprojektionsfernsehern bereitzustellen.
- [0018] Insbesondere besteht eine Aufgabe eines Aspekts der Erfindung darin, ein Projektionslinsensystem bereitzustellen, das ein Halbsehfeld von bis zu  $40^\circ$  bei einer f-Zahl in der Größenordnung von 1,0 abdecken kann, während es zugleich eine ausreichend hohe Bildqualität liefert, die die Anforderungen moderner Konsum-Projektionsfernsehsysteme erfüllt, insbesondere eine Bildqualität, die einer relativ hohen sagittalen MÜF an Großfeldpositionen entspricht.
- [0019] Eine zusätzliche Aufgabe eines Aspekts der Erfindung besteht darin, Projektionslinsensysteme mit den o. g. Kennwerten bereitzustellen, bei denen auch der Farblängsfehler teilweise korrigiert ist.
- [0020] Eine weitere Aufgabe eines Aspekts der Erfindung besteht darin, Projektionslinsensysteme bereitzustellen, die zu angemessenen Kosten hergestellt werden können.
- [0021] Die in Anspruch 1 dargelegte Erfindung stellt ein Projektionslinsensystem dar in der o. g. US-A-4963007 offenbarten Art bereit, das dadurch gekennzeichnet ist, daß das vierte Linsenelement eine schwache Brechkraft hat. Zusätzliche Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen dargelegt.
- [0022] In bestimmten Ausführungsformen hat das Linsensystem einige oder alle der folgenden Kennwerte: (1) Das erste Linsenelement setzt sich aus einem Hochdispersionsmaterial gemäß den Lehren der US-A-5329353 zusammen; (2) das erste, zweite, vierte und fünfte Linsenelement haben jeweils zwei asphärische Oberflächen; (3) das dritte Linsenelement ist bikonvex und liefert den Großteil der Brechkraft des Linsensystems, d. h. die Brennweite des dritten Linsenelements liegt zwischen etwa dem 0,8- und etwa dem 1,6-fachen der Brennweite des gesamten Linsensystems; und (4) das vierte Linsenelement hat eine positive Brechkraft.
- [0023] In anderen bevorzugten Ausführungsformen setzt sich das zweite Linsenelement aus einem Hochdispersionsmaterial zusammen, und das dritte Linsenelement setzt sich aus einem Niedrigdispersionsmaterial zusammen, um ein teilweise farbkorrigiertes Linsensystem bereitzustellen.
- [0024] Im Gebrauch hierin dient "schwach" zur Beschreibung eines Elements, dessen Brennweite eine Größe hat, die mindestens etwa das 2,5-fache der effektiven Brennweite des gesamten Linsensystems beträgt, und "stark" dient zur Beschreibung eines Elements oder einer Einheit, dessen (deren) Brennweite eine Größe hat, die kleiner als etwa das 2,5-fache der effektiven Brennweite des gesamten Linsensystems ist.
- [0025] Die beigefügten Zeichnungen, die in die Anmeldung aufgenommen sind und einen Teil davon bilden, zeigen die bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung und dienen zusammen mit der Beschreibung zur Erläuterung der Grundsätze der Erfindung. Natürlich sollte verständlich sein, daß sowohl die Zeichnungen als auch die Beschreibung nur zur Erläuterung dienen und die Erfindung nicht einschränken.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

- [0026] **Fig. 1A, 2A, 3A und 4A** sind schematische Seitenansichten erfindungsgemäß aufgebauter Linsensysteme.
- [0027] **Fig. 1B, 1C, 2B, 2C, 3B, 4B und 4C** sind MÜF/OÜF-Diagramme für die Linsensysteme von **Fig. 1A, 2A, 3A bzw. 4A**. **Fig. 5 und 6** sind MÜF/OÜF-Diagramme für Linsensysteme des Stands der Technik, die gemäß den US-A-5329363 bzw. 5296967 aufgebaut sind.
- [0028] **Fig. 7** ist eine schematische Darstellung eines Projektionsfernsehers, der ein erfindungsgemäß aufgebautes Linsensystem verwendet.

## BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

- [0029] Wie zuvor diskutiert wurde, weisen die Linsensysteme der Erfindung sechs Komponenten auf, die vorzugsweise in der folgenden Reihenfolge im Hinblick auf die Brechkraft von der langen Konjugierten des Linsensystems zu seiner kurzen Konjugierten, d. h. vom Bildschirm zur Kathodenstrahlröhre, angeordnet sind: +---+. Das zweite negative Element ist von kritischer Bedeutung für die durch die Erfindung erreichte Verbesserung der sagittalen MÜF.
- [0030] In bekannten Systemen, z. B. denen der o. g. Patente '363 und '967, erfolgte ein Ausgleich zwischen Bildfeldkrümmung (Petzval-Summe) und sagittaler schräger sphärischer Aberration. Das heißt, diese bekannten Systeme konnten einen relativ hohen Wert der sagittalen schrägen sphärischen Aberration haben, und dieser relativ hohe Wert wurde zusammen mit anderen Aspekten des Linsensystems, z. B. der starken negativen Einheit nahe der Kathodenstrahlröhre, verwendet, um für den erforderlichen Korrekturgrad der Bildfeldkrümmung am Betrachtungsschirm zu sorgen.
- [0031] Ein relativ hoher Wert der sagittalen schrägen sphärischen Aberration führt zu einer relativ schlechten

OÜF an Großfeldpositionen, insbesondere führt das Vorhandensein starker Werte dieser Aberration zu MÜF-Werten unter etwa 0,5 bei 2 Zyklen/mm an Großfeldpositionen.

[0032] Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch Einbau eines negativen Linsenelements als zweites Element des Linsensystems behandelt. Das Vorhandensein dieses negativen Elements verbessert die Bildfeldkrümmung des Gesamtsystems, ohne erhebliche andere Aberrationen zuzufügen, die schwierig zu korrigieren wären. Dieser Weg sollte einer Erhöhung der negativen Brechkraft der mit der Kathodenstrahlröhre zusammenhängenden Linseneinheit (Bildfeldebener) gegenübergestellt werden, was auch die Bildfeldkrümmung verbessern würde. Da aber der Bildfeldebener bereits eine starke Einheit ist, würde zusätzliche weitere negative Brechkraft zu anderen Aberrationsproblemen führen, die schwierig zu korrigieren wären.

[0033] Die verbesserte Bildfeldkrümmung, die durch Verwendung eines negativen Linsenelements als zweites Element des Linsensystems erreicht wird, ermöglicht eine bessere Korrektur der sagittalen schrägen sphärischen Aberration des Systems, da der Wert dieser Aberration nicht mehr hoch bleiben muß, um die gesamte Bildfeldkrümmung des Systems auszugleichen. Ihrerseits führt die Verbesserung der sagittalen schrägen sphärischen Aberration zur verbesserten sagittalen MÜF an Großfeldpositionen, was erwünscht ist.

[0034] **Fig. 1B, 1C, 2B, 2C, 3B, 4B und 4C** zeigen die verbesserten sagittalen MÜF, die durch den Einsatz der Erfindung erreicht werden (vergleiche insbesondere die Diagramme bei 0,85H dieser Zeichnungen mit den entsprechenden Diagrammen von **Fig. 5** und **6**). Zu beachten ist, daß die Linsensysteme von **Fig. 1** und **2** vollständig optimiert wurden, während die von **Fig. 3** und **4** nur teilweise optimiert wurden. Somit können die MÜF von **Fig. 3B, 4B und 4C** durch weitere Optimierung der Linsensysteme dieser Zeichnungen noch weiter verbessert werden.

[0035] Der Einbau negativer Brechkraft am Bildschirmende des Linsensystems führt in der Tendenz tatsächlich zu einem etwas höheren Grad sphärischer Aberration. Per saldo ist aber die Gesamtleistung des Linsensystems, besonders an Großfeldpositionen, verbessert.

[0036] Die Verwendung eines negativen zweiten Linsenelements ermöglicht das Einarbeiten mindestens einer gewissen Farbkorrektur in das Linsensystem. Erreicht wird diese Farbkorrektur durch Herstellen des negativen zweiten Linsenelements aus einem Hochdispersionsmaterial oder spezieller durch Herstellen des negativen zweiten Linsenelements aus einem Material mit einer höheren Dispersion als die Dispersion des für das positive dritte Linsenelement verwendeten Materials.

[0037] Im Gebrauch hierin ist ein Hochdispersionsmaterial eines mit einer Dispersion wie von Flintglas. Insbesondere ist ein Hochdispersionsmaterial eines mit einem V-Wert im Bereich von 20 bis 50 für eine Brechzahl im Bereich von 1,85 bis 1,5. Im Gegensatz dazu ist ein Niedrigdispersionsmaterial eines mit einer Dispersion wie von Kronglas oder, in V-Werten ausgedrückt, eines mit einem V-Wert im Bereich von 35 bis 75 für eine Brechzahl im Bereich von 1,85 bis 1,5.

[0038] Ein bevorzugtes Hochdispersionsmaterial zur Verwendung beim Aufbau des negativen zweiten Linsenelements ist Styrol, und ein bevorzugtes Niedrigdispersionsmaterial zur Verwendung beim Aufbau des dritten Linsenelements ist ein kronartiges Glas. Anstelle von Styrol können andere Kunststoffe mit flintartigen Dispersionen zur Herstellung des negativen zweiten Linsenelements verwendet werden, u. a. Polycarbonate und Copolymeren von Polystyrol und Acryl, z. B. NAS. Siehe dazu The Handbook of Plastic Optics, U.S. Precision Lens, Inc., Cincinnati, Ohio, 1983, Seiten 17 bis 29.

[0039] Zusätzlich zur Herstellung des negativen zweiten Linsenelements aus einem Hochdispersionsmaterial kann auch das positive erste Linsenelement aus einem solchen Material hergestellt sein. So läßt sich der Sphärochromatismus des Linsensystems reduzieren, was im o. g. Patent '363 näher diskutiert ist. Auch Farbquerfehler werden durch Verwendung eines solchen Hochdispersionsmaterials für das erste Linsenelement verringert. Ein bevorzugtes Hochdispersionsmaterial für das positive erste Linsenelement ist wiederum Styrol, wenngleich andere Hochdispersionsmaterialien, z. B. die soeben diskutierten, bei Bedarf eingesetzt werden können.

[0040] Jedes der Elemente 1, 2, 4 und 5 sowie die Bildfeldebener-Linseneinheit hat mindestens eine asphärische Oberfläche, um die Korrektur der Aberrationen des Linsensystems zu erleichtern, und vorzugsweise hat jedes zwei asphärische Oberflächen. Da die Linsenoberflächen asphärisch sind, beschreibt man die Gesamtformen der Elemente vorzugsweise im Sinne von sphärischen Oberflächen in bester Anpassung statt den Krümmungsradien der Elemente an der optischen Achse, obwohl in vielen Fällen die Beschreibung der Gesamtformen der Elemente im Sinne von sphärischen Oberflächen in bester Anpassung einerseits und im Sinne der Krümmungsradien an der optischen Achse andererseits gleich ist. Siehe hierzu Dunham, C. B., und C. R. Crawford "Minimax Approximation by a Semi-Circle", Society for Industrial and Applied Mathematics, Band 17, Nr. 1, Februar 1980. Um relativ geringe Kosten des Linsensystems zu wahren, sind alle asphärischen Elemente zur Herstellung aus optischem Kunststoff gestaltet. Insbesondere ist zur leichten Formgebung eine recht gleichmäßige Dicke über die Apertur jedes dieser Elemente gewahrt. Da sie aus Kunststoff bestehen, ist es vorteilhaft, die Brechkraft der Elemente möglichst gering zu halten, um Brennpunktverschiebungen des Linsensystems bei Änderungen der Umgebungstemperatur zu minimieren. Wie zuvor diskutiert wurde, ist das Brechkraftelelement (Element 3) vorzugsweise aus Glas hergestellt.

[0041] **Fig.** 1 bis 4 veranschaulichen verschiedene Beispiele für erfindungsgemäß aufgebaute Linsensysteme. Entsprechende Rezepte und optische Eigenschaften erscheinen in den Tabellen 1 bis 4. Für die Gläser des Elements 3 werden Bezeichnungen von HOYA und SCHOTT verwendet. Von anderen Herstellern produzierte äquivalente Gläser können in der Praxis der Erfahrung genutzt werden. Gewerblich akzeptable Materialien kommen für die Styrol- und Acrylelemente zum Einsatz. Die Materialbezeichnungen 433500 (423500) und 566500 repräsentieren die Brechzahl und die Dispersionskennwerte des Koppelfluids zwischen S12 und S13 (dem Schirmträger der Kathodenstrahlröhre) bzw. zwischen S13 und 514. Insbesondere erhält man einen  $N_e$ -Wert für das Material durch Addieren von 1000 zu den ersten drei Stellen der Bezeichnung, und einen  $V_e$ -Wert erhält man aus den letzten drei Stellen durch Einfügen eines Dezimalkommas vor der letzten Stelle.

[0042] Die in den Tabellen dargestellten asphärischen Koeffizienten dienen zur Verwendung in der folgenden Gleichung:

$$z = \frac{cy^2}{1 + [1 - (1+k)c^2 y^2]^{1/2}} + Dy^4 + Ey^6 + Fy^8 + Gy^{10} + Hy^{12} + Iy^{14},$$

wobei z die Oberflächendurchbiegung in einem Abstand y von der optischen Achse des Systems, c die Krümmung der Linse an der optischen Achse und k eine Kegelkonstante ist, die für die Linsensysteme der Tabellen 1 bis 4 null beträgt.

[0043] Folgende Abkürzungen werden in den Tabellen verwendet:

EFL effektive Brennweite

FVD vorderer Scheitelabstand

f/ f-Zahl

ENP Eintrittspupille

EXP Austrittspupille

BRL Tubuslänge

OBJ HT Objekthöhe

MAG Vergrößerung

STOP Lage der Aperturblende

IMD Bildweite

OBD Objektweite

OVL Gesamtlänge

[0044] Die Bezeichnung "a" im Zusammenhang mit verschiedenen Oberflächen in den Tabellen stellt eine asphärische Oberfläche dar. In den Tabellen sind alle Maße in Millimetern angegeben. Die Tabellen sind unter der Annahme erstellt, daß Licht in den Zeichnungen von links nach rechts läuft und daß das "Objekt" links und das Bild rechts liegt. In der tatsächlichen Praxis liegt das Objekt (Kathodenstrahlröhre) rechts und das Bild (Betrachtungsschirm) links.

[0045] Die Halbsehfelder an ihren kürzesten Brennweiten in Richtung des Betrachtungsschirms für die Linsensysteme der Tabellen 1 bis 4 sind wie folgt:

Tabelle 1	43,6°
Tabelle 2	38,5°
Tabelle 3	38,0°
Tabelle 4	42,4°

[0046] **Fig.** 7 ist eine schematische Darstellung eines Kathodenstrahlröhren-Projektionsfernsehers **10**, der erfindungsgemäß aufgebaut ist. Gemäß dieser Darstellung weist der Projektionsfernseher **10** ein Gehäuse **12** auf mit einem Bildschirm **14** an dessen Vorderseite und einem schrägliegenden Spiegel **18** an dessen Rückseite. Ein Modul **13** veranschaulicht schematisch ein erfindungsgemäß aufgebautes Linsensystem, und ein Modul **16** veranschaulicht dessen zugeordnete Kathodenstrahlröhre. In der Praxis kommen drei Linsensysteme **13** und drei Kathodenstrahlröhren **16** zum Einsatz, um rote, grüne und blaue Bilder auf den Bildschirm **14** zu projizieren.

TABELLE 1

Linsendaten

<u>Oberfläche</u>	<u>Nr.</u>	<u>Art</u>	<u>Radius</u>	<u>Dicke</u>	<u>Glas</u>	<u>Freier Aperturdurchmesser</u>
1	a		74.1674	8.00000	STYROL	73.45
2	a		287.9539	4.33253		68.12
3	a		-251.5806	6.00000	ACRYL	68.06
4	a		92.5487	0.50000		72.15
5			97.4261	18.82008	BACD18	74.56
6			-97.4261	0.50000		74.82
7	a		70.9771	7.00000	ACRYL	69.11
8	a		80.1772	6.41882		66.81
9	a		619.8514	10.00000	ACRYL	66.13
10	a		-76.5444	Raum 1		66.62
11	a		-41.6430	4.00000	ACRYL	69.70
12			-41.3000	7.00000	433500	75.49
13			~	14.60000	566500	120.00
14			-350.0000	Bildweite		130.00

Symbolbeschreibung

a – Polynomialasphäre

Objekt- und Bildoberfläche

<u>Oberfläche</u>	<u>Radius</u>
Bild	-350,0000

Gerade Polynomialasphären

## Oberfläche

<u>Nr.</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>	<u>G</u>	<u>H</u>	<u>I</u>
1	-2.9789E-06	-2.4325E-10	-3.0877E-13	2.9847E-16	-4.7530E-20	3.1078E-23
2	-1.0164E-06	2.6434E-09	-3.0400E-13	3.9136E-16	-1.0798E-18	4.2216E-22
3	2.3741E-06	9.2964E-10	-4.6692E-13	-7.1667E-16	-5.3326E-19	3.1392E-22
4	1.5056E-06	-3.4513E-09	1.0655E-12	-2.8420E-16	-1.9546E-19	2.1177E-22
7	-4.3229E-06	4.3275E-09	-5.0739E-12	4.1364E-16	5.2528E-19	6.4294E-22
8	-4.0759E-06	5.2380E-10	-1.5152E-12	-1.7269E-15	1.1311E-18	7.7614E-22
9	-1.5854E-07	4.3268E-11	8.2367E-12	-1.5075E-14	1.2090E-17	-3.5135E-21
10	1.2892E-06	2.0668E-09	-2.2493E-12	8.5919E-15	-7.9322E-18	2.2602E-21
11	-7.9466E-06	1.8644E-08	-3.6845E-11	4.1109E-14	-2.3688E-17	5.1803E-21

TABELLE 1 (Fortsetzung)

Variable Räume

<u>Zoom- position</u>	Raum 1 <u>T(10)</u>	Brennpunkt- verschiebung	<u>Bild- weite</u>
1	27.799	0.945	0.000
2	27.585	1.073	0.000

Wellenlängen

0.54610 0.48000 0.64380 0.43580 0.70652

Systemeigenschaften erster Ordnung, Pos. 1

OBJ. HT: -766.00 f/ 1.11 MAG: -0.0939  
 STOP: 9.80 nach Oberfläche 5. DIA: 74.718  
 EFL: 67.2199 FVD: 114.977 ENP: 22.7029  
 IMD: 0.713098E-02 BRL: 114.970 EXP: -57.4357  
 OBD: -782.946 OVL: 897.923

Systemeigenschaften erster Ordnung, Pos. 2

OBJ. HT: -819.00 f/ 1.11 MAG: -0.0879  
 STOP: 9.80 nach Oberfläche 5. DIA: 74.649  
 EFL: 67.3558 FVD: 114.763 ENP: 22.7029  
 IMD: 0.713480E-02 BRL: 114.756 EXP: -57.3323  
 OBD: -833.920 OVL: 948.683

Eigenschaften erster Ordnung von Elementen

## Element- Oberflächen-

<u>Nummer</u>	<u>Nummern</u>	<u>Brechkraft</u>	<u>f'</u>	<u>1pp</u>	<u>1'pp</u>
1	1 2	0.60387E-02	165.60	-1.7162	-6.6629
2	3 4	-0.73401E-02	-136.24	2.9196	-1.0740
3	5 6	0.12668E-01	78.941	5.9582	-5.9582
4	7 8	0.99904E-03	1001.0	-28.887	-32.632
5	9 10	0.72131E-02	138.64	5.9870	-0.73933
6	11 12	0.47809E-03	2091.7	66.965	66.414
7	12 13	-0.10484E-01	-95.381	0.00000E+00	-4.8849
8	13 14	0.16171E-02	618.37	9.3231	-0.25547E-06

TABELLE 1 (Fortsetzung)

Eigenschaften erster Ordnung des Bildfeldebeners

Element- Oberflächen-

<u>Nummer</u>	<u>Nummern</u>	<u>Brechkraft</u>	<u>f'</u>	<u>l<sub>pp</sub></u>	<u>l'<sub>pp</sub></u>
6	8	11 14 -0.84330E-02	-118.58	-3.6946	-21.184

Eigenschaften erster Ordnung von Gruppen

Gruppen- Oberflächen-

<u>Nummer</u>	<u>Nummern</u>	<u>Brechkraft</u>	<u>f'</u>	<u>l<sub>pp</sub></u>	<u>l'<sub>pp</sub></u>
1	1 10	0.16624E-01	60.153	26.914	-23.581
2	11 14	-0.84330E-02	-118.58	-3.6946	-21.184

Eigenschaften erster Ordnung der Linse

Zoompositions-

<u>Nummer</u>	<u>Brechkraft</u>	<u>f'</u>	<u>l<sub>pp</sub></u>	<u>l'<sub>pp</sub></u>
1	0.14877E-01	67.220	-0.11772	-74.472
2	0.14847E-01	67.356	-0.50741E-01	-74.340

TABELLE 2

Linsendaten

<u>Oberfläche</u>					<u>Glas</u>	<u>Freier Aperturdurchmesser</u>
<u>Nr.</u>	<u>Art</u>	<u>Radius</u>	<u>Dicke</u>			
1	a	71.3465	9.00000	ACRYL	88.04	
2	a	474.9761	4.93123		80.73	
3	a	-269.6862	6.00000	ACRYL	80.57	
4	a	103.2843	1.00000		81.79	
5		110.1982	20.00000	SK18	83.27	
6		-110.1982	0.50000		83.19	
7	a	57.8185	10.00000	ACRYL	72.05	
8	a	77.1250	7.25110		67.27	
9	a	-637.2479	10.60000	ACRYL	63.80	
10	a	-87.0581	Raum 1		64.04	
11	a	-48.8683	4.00000	ACRYL	69.34	
12		-44.0000	7.00000	423500	75.09	
13		=	14.10000	566500	120.00	
14		-350.0000	Bildweite		130.00	

Symbolbeschreibung

a – Polynomialasphäre

Objekt- und Bildoberfläche

<u>Oberfläche</u>	<u>Radius</u>
<u>Bild</u>	
	-350,0000

Gerade Polynomialasphären

<u>Oberfläche</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>	<u>G</u>	<u>H</u>	<u>I</u>
<u>Nr.</u>						
1	-2.8922E-06	-1.0647E-09	2.4696E-13	1.4106E-16	1.9463E-20	-2.0344E-23
2	-1.0816E-06	1.9321E-09	-4.9693E-13	3.8820E-16	-4.8560E-19	1.6310E-22
3	2.2295E-06	5.0884E-10	-6.0202E-14	-4.5888E-16	-2.9544E-19	1.8794E-22
4	5.6595E-07	-1.8272E-09	1.6732E-13	1.5329E-17	-3.9560E-21	1.7123E-23
7	-1.5032E-06	9.0850E-10	-2.6234E-12	3.0813E-16	2.7131E-19	3.3196E-22
8	-1.3761E-06	-6.4372E-10	-9.1910E-13	-1.0402E-15	7.8305E-19	5.3585E-22
9	2.3662E-07	1.1168E-09	4.8664E-12	-5.5210E-15	2.7719E-18	-5.4088E-22
10	2.2145E-06	1.9525E-09	-2.2516E-12	1.1537E-14	-1.0936E-17	3.1154E-21
11	-5.4861E-06	8.9889E-09	-2.0404E-11	2.4235E-14	-1.4368E-17	3.0415E-21

TABELLE 2 (Fortsetzung)

Variable Räume

<u>Zoom- position</u>	<u>Raum 1 T(10)</u>	<u>Brennpunkt- verschiebung</u>	<u>Bild- weite</u>
1	27.464	0.224	0.000
2	26.695	0.465	0.000

Wellenlängen

0.54610 0.48000 0.64380 0.43580 0.70652

Systemeigenschaften erster Ordnung, Pos. 1

OBJ. HT: -635.00 f/ 1.07 MAG: -0.1007  
 STOP: 19.47 nach Oberfläche 5. DIA: 83.007  
 EFL: 71.6673 FVD: 121.847 ENP: 33.0509  
 IMD: -894070E-06 BRL: 121.847 EXP: -57.8385  
 OBD: -780.554 OVL: 902.400

Systemeigenschaften erster Ordnung, Pos. 2

OBJ. HT: -762.00 f/ 1.07 MAG: -0.0839  
 STOP: 19.47 nach Oberfläche 5. DIA: 80.908  
 EFL: 72.0681 FVD: 121.078 ENP: 33.0509  
 IMD: 0.692606E-04 BRL: 121.078 EXP: -57.3892  
 OBD: -927.797 OVL: 1048.87

Eigenschaften erster Ordnung von Elementen

## Element- Oberflächen-

<u>Nummer</u>	<u>Nummern</u>	<u>Brechkraft</u>	<u>f'</u>	<u>l<sub>pp</sub></u>	<u>l'<sub>pp</sub></u>
1	1 2	0.59246E-02	168.79	-1.0572	-7.0381
2	3 4	-0.66468E-02	-150.45	2.8890	-1.1064
3	5 6	0.11226E-01	89.078	6.3168	-6.3168
4	7 8	0.25039E-02	399.38	-17.118	-22.833
5	9 10	0.49281E-02	202.92	8.1669	1.1157
6	11 12	0.14216E-02	703.43	21.139	19.033
7	12 13	-0.96136E-02	-104.02	0.00000E+00	-4.9192
8	13 14	0.16171E-02	618.37	9.0038	0.11614E-06

Eigenschaften erster Ordnung des Bildfeldebenens

## Element- Oberflächen-

<u>Nummer</u>	<u>Nummern</u>	<u>Brechkraft</u>	<u>f'</u>	<u>l<sub>pp</sub></u>	<u>l'<sub>pp</sub></u>
6 8 11 14		-0.66010E-02	-151.49	-4.7048	-21.927

TABELLE 2 (Fortsetzung)

Eigenschaften erster Ordnung von Gruppen

Gruppen- Oberflächen-

<u>Nummer</u>	<u>Nummern</u>	<u>Brechkraft</u>	<u>f'</u>	<u>l<sub>pp</sub></u>	<u>l'<sub>pp</sub></u>
1	1 10	0.15288E-01	65.413	27.495	-29.431
2	11 14	-0.66010E-02	-151.49	-4.7048	-21.927

Eigenschaften erster Ordnung der Linse

Zoompositions-

<u>Nummer</u>	<u>Brechkraft</u>	<u>f'</u>	<u>l<sub>pp</sub></u>	<u>l'<sub>pp</sub></u>
1	0.13953E-01	71.667	2.8051	-79.108
2	0.13876E-01	72.068	3.0328	-78.581

TABELLE 3

Linsendaten

<u>Oberfläche</u>	<u>Nr.</u>	<u>Art</u>	<u>Radius</u>	<u>Dicke</u>	<u>Glas</u>	<u>Freier Aperturdurchmesser</u>
1	a		67.3941	9.00000	ACRYL	80.19
2	a		466.5153	4.33006		75.26
3	a		-377.8122	6.00000	STYROL	75.21
4	a		96.8284	0.50000		79.05
5			102.5189	20.00000	BACD18	81.76
6			-102.5189	0.50000		81.88
7	a		61.3027	7.42000	ACRYL	73.37
8	a		73.0248	11.15820		71.36
9	a		1239.7390	10.60000	ACRYL	67.62
10	a		-83.0838	25.92460		66.39
11	a		-47.9502	4.00000	ACRYL	70.14
12			-43.7780	9.00000	433500	75.68
13			$\infty$	13.00000	566500	120.00
14			-350.0000	-0.00106		130.00

Symbolbeschreibung

a – Polynomialasphäre

Objekt- und BildoberflächeOberfläche Radius

Bild -350,0000

Brennpunktverschiebung = 0,06875

Gerade Polynomialasphären

<u>Oberfläche</u>	<u>Nr.</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>	<u>G</u>	<u>H</u>	<u>I</u>
1	-2.6255E-06	-4.9008E-10	3.3009E-14	5.0819E-17	5.4790E-21	8.3799E-24	
2	-7.0677E-07	2.2103E-09	-2.2134E-13	1.9732E-16	-5.9307E-19	1.8020E-22	
3	1.9964E-06	4.9793E-10	-2.9749E-13	-3.7876E-16	-2.5536E-19	1.5078E-22	
4	9.7271E-07	-1.7446E-09	1.1026E-13	-8.8290E-17	7.5451E-21	4.9259E-23	
7	-3.2052E-06	2.6523E-09	-2.9026E-12	-1.5554E-16	3.2886E-19	2.6018E-22	
8	-3.0346E-06	-2.1310E-10	-4.5092E-13	-7.7109E-16	2.1257E-19	3.3940E-22	
9	-3.5824E-07	5.4545E-10	3.6603E-12	-5.2265E-15	4.1407E-18	-1.2450E-21	
10	8.7765E-07	3.7964E-09	-6.0710E-12	1.0036E-14	-6.2761E-18	1.4278E-21	
11	-7.1405E-06	1.4096E-08	-2.4445E-11	2.4265E-14	-1.2615E-17	2.2349E-21	

TABELLE 3 (Fortsetzung)

Wellenlängen

0.54610 0.48000 0.64380 0.43580 0.70652

Systemeigenschaften erster Ordnung

OBJ. HT: -635.00 f/ 1.07 MAG: -0.1007  
 STOP: -1.10 nach Oberfläche 7. DIA: 77.940  
 EFL: 71.7938 FVD: 121.432 ENP: 31.6572  
 IMD: -.106475E-02 BRL: 121.433 EXP: -59.0229  
 OBD: -780.942 OVL: 902.374

Eigenschaften erster Ordnung von Elementen

## Element- Oberflächen-

<u>Nummer</u>	<u>Nummern</u>	<u>Brechkraft</u>	<u>f'</u>	<u>l<sub>pp</sub></u>	<u>l'<sub>pp</sub></u>
1	1 2	0.63150E-02	158.35	-1.0098	-6.9903
2	3 4	-0.77555E-02	-128.94	2.9804	-0.76383
3	5 6	0.12034E-01	83.100	6.3342	-6.3342
4	7 8	0.15635E-02	639.59	-21.482	-25.590
5	9 10	0.63246E-02	158.11	6.6681	-0.44688
6	11 12	0.12924E-02	773.73	23.369	21.336
7	12 13	-0.98908E-02	-101.10	0.00000E+00	-6.2805
8	13 14	0.16171E-02	618.37	8.3014	0.19245E-07

Eigenschaften erster Ordnung des Bildfeldebewers

## Element- Oberflächen-

<u>Nummer</u>	<u>Nummern</u>	<u>Brechkraft</u>	<u>f'</u>	<u>l<sub>pp</sub></u>	<u>l'<sub>pp</sub></u>
6 8 11 14		-0.70002E-02	-142.85	-4.5058	-22.418

Eigenschaften erster Ordnung der Linse

## Zoompositions-

<u>Nummer</u>	<u>Brechkraft</u>	<u>f'</u>	<u>l<sub>pp</sub></u>	<u>l'<sub>pp</sub></u>
nicht verfügbar	0.13929E-01	71.794	3.7990	-79.093

TABELLE 4

Linsendaten

<u>Ober-</u> <u>fläche</u>	<u>Nr.</u>	<u>Art</u>	<u>Radius</u>	<u>Dicke</u>	<u>Glas</u>	<u>Freier</u> <u>Apertur-</u> <u>durchmesser</u>
1	a		72.7223	8.00000	STYROL	74.34
2	a		361.1625	4.29159		68.93
3	a		-248.8336	6.00000	STYROL	68.71
4	a		96.6956	0.50000		71.97
5			96.3719	18.93274	BACD18	74.63
6			-96.3719	0.50000		74.83
7	a		59.6381	7.00000	ACRYL	67.89
8	a		73.7460	7.29646		65.90
9	a		630.1397	10.00000	ACRYL	64.48
10	a		-78.2915	Raum 1		64.85
11	a		-40.9837	4.00000	ACRYL	67.97
12			-41.3000	9.00000	433500	74.21
13			"	13.10000	566500	120.00
14			-350.0000	Bildweite		130.00

Symbolbeschreibung

a – Polynomiasphäre

Objekt- und Bildoberfläche

<u>Oberfläche</u>	<u>Radius</u>
Bild	-350,0000

Gerade Polynomiasphären

<u>Oberfläche</u>	<u>Nr.</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>	<u>G</u>	<u>H</u>	<u>I</u>
1	-3.0702E-06	-6.0534E-10	4.7302E-14	8.7022E-17	1.7536E-20	2.4543E-23	
2	-9.0896E-07	2.8371E-09	-4.0459E-13	3.1778E-16	-1.1017E-18	4.2539E-22	
3	2.5026E-06	7.8734E-10	-4.3261E-13	-6.6740E-16	-5.1589E-19	3.0118E-22	
4	8.6374E-07	-2.2925E-09	2.6467E-13	-1.2023E-16	6.2579E-21	8.8362E-23	
7	-4.1560E-06	3.7060E-09	-4.2118E-12	-1.5824E-16	6.5362E-19	5.4656E-22	
8	-3.6525E-06	-7.5640E-11	-6.6934E-13	-1.3326E-15	4.3664E-19	7.9491E-22	
9	-7.3001E-07	6.0194E-10	5.2717E-12	-8.7998E-15	7.9791E-18	-2.6947E-21	
10	6.1664E-07	4.2629E-09	-8.9931E-12	1.7183E-14	-1.1904E-17	2.7699E-21	
11	-8.1718E-06	1.8833E-08	-3.7507E-11	4.1526E-14	-2.3411E-17	4.8657E-21	

TABELLE 4 (Fortsetzung)

Variable Räume

Zoom-position	Raum 1 T(10)	Brennpunkt-verschiebung	Bild-weite
1	27.083	0.667	0.000
2	26.579	0.921	0.000

Wellenlängen

0.54610 0.48000 0.64380 0.43580 0.70652

Systemeigenschaften erster Ordnung, Pos. 1

OBJ. HT: -613.40 f/ 1.12 MAG: -0.1128  
 STOP: 12.28 nach Oberfläche 5. DIA: 74.882  
 EFL: 66.6864 FVD: 115.704 ENP: 24.3708  
 IMD: 0.218987E-03 BRL: 115.704 EXP: -56.8578  
 OBD: -658.093 OVL: 773.797

Systemeigenschaften erster Ordnung, Pos. 2

OBJ. HT: -698.50 f/ 1.12 MAG: -0.0991  
 STOP: 12.28 nach Oberfläche 5. DIA: 74.120  
 EFL: 67.0114 FVD: 115.199 ENP: 24.3708  
 IMD: 0.724792E-04 BRL: 115.199 EXP: -56.6120  
 OBD: -743.646 OVL: 858.845

Eigenschaften erster Ordnung von Elementen

## Element- Oberflächen-

Nummer	Nummern	Brechkraft	f'	l <sub>pp</sub>	l' <sub>pp</sub>
1	1 2	0.66014E-02	151.48	-1.2517	-6.2161
2	3 4	-0.85991E-02	-116.29	2.6917	-1.0460
3	5 6	0.12798E-01	78.139	5.9979	-5.9979
4	7 8	0.18437E-02	542.39	-17.018	-21.044
5	9 10	0.70574E-02	141.70	5.9825	-0.74330
6	11 12	0.29345E-03	3407.8	109.10	109.94
7	12 13	-0.10484E-01	-95.381	0.00000E+00	-6.2805
8	13 14	0.16171E-02	618.37	8.3653	-0.10856E-06

TABELLE 4 (Fortsetzung)

Eigenschaften erster Ordnung des Bildfeldebene

Element- Oberflächen-			<u>Nummer</u>	<u>Nummern</u>	<u>Brechkraft</u>	<u>f'</u>	<u>l<sub>pp</sub></u>	<u>l'<sub>pp</sub></u>
6	8	11	14	-0.86104E-02		-116.14	-3.7004	-21.656

Eigenschaften erster Ordnung von Gruppen

Gruppen- Oberflächen-			<u>Nummer</u>	<u>Nummern</u>	<u>Brechkraft</u>	<u>f'</u>	<u>l<sub>pp</sub></u>	<u>l'<sub>pp</sub></u>
1	1	10	0.16734E-01		59.758	27.064	-24.308	
2	11	14	-0.86104E-02		-116.14	-3.7004	-21.656	

Eigenschaften erster Ordnung der Linse

Zoompositions-			<u>Nummer</u>	<u>Brechkraft</u>	<u>f'</u>	<u>l<sub>pp</sub></u>	<u>l'<sub>pp</sub></u>
1		0.14996E-01		66.686	-0.31937	-74.877	
2		0.14923E-01		67.011	-0.16162	-74.570	

**Patentansprüche**

1. Projektionslinsensystem zur Verwendung mit einer Kathodenstrahlröhre, das in der Reihenfolge von der Bildseite aufweist:

- (a) ein erstes Linsenelement (S1, S2), das eine positive Brechkraft, mindestens eine asphärische Oberfläche und eine Gesamtmeniskusform hat, die zur Kathodenstrahlröhre konkav ist;
  - (b) ein zweites Linsenelement (S3, S4), das eine negative Brechkraft und mindestens eine asphärische Oberfläche hat;
  - (c) ein drittes Linsenelement (S5, S6), das eine positive Brechkraft hat und einen wesentlichen Anteil der Brechkraft des Linsensystems bereitstellt;
  - (d) ein vierter Linsenelement (S7, S8), das mindestens eine asphärische Oberfläche und eine Gesamtmeniskusform hat, die zur Kathodenstrahlröhre konkav ist;
  - (e) ein fünftes Linsenelement (S9, S10), das eine positive Brechkraft, mindestens eine asphärische Oberfläche und eine zur Kathodenstrahlröhre weisende Oberfläche hat, deren Großteil zur Kathodenstrahlröhre konvex ist; und
  - (f) eine Linseneinheit (S11, S12, S13, S14) mit negativer Brechkraft, deren Brennweite eine Größe hat, die kleiner als etwa das 2,5-fache der effektiven Brennweite des gesamten Linsensystems ist, wobei die Linseneinheit im Gebrauch des Linsensystems zur Kathodenstrahlröhre zugeordnet ist und die meiste Korrektur der Feldkrümmung des Linsensystems bereitstellt,
- dadurch gekennzeichnet**, daß die Brennweite des vierten Linsenelements eine Größe hat, die mindestens etwa das 2,5-fache der effektiven Brennweite des gesamten Linsensystems beträgt.

2. Projektionslinsensystem nach Anspruch 1, wobei sich das erste Linsenelement (S1, S2) und/oder das zweite Linsenelement (S3, S4) aus einem Hochdispersionsmaterial zusammensetzt.

3. Projektionslinsensystem nach Anspruch 2, wobei das Hochdispersionsmaterial Styrol ist.

4. Projektionslinsensystem nach Anspruch 1, wobei das erste (S1, S2), zweite (S3, S4), vierte (S7, S8) und fünfte (S9, S10) Linsenelement jeweils zwei asphärische Oberflächen hat.

5. Projektionslinsensystem nach Anspruch 1, wobei das dritte Linsenelement (S5, S6) bikonvex ist und/oder den Großteil der Brechkraft des Linsensystems bereitstellt.

6. Projektionslinsensystem nach Anspruch 1, wobei sich das dritte Linsenelement (S5, S6) aus einem

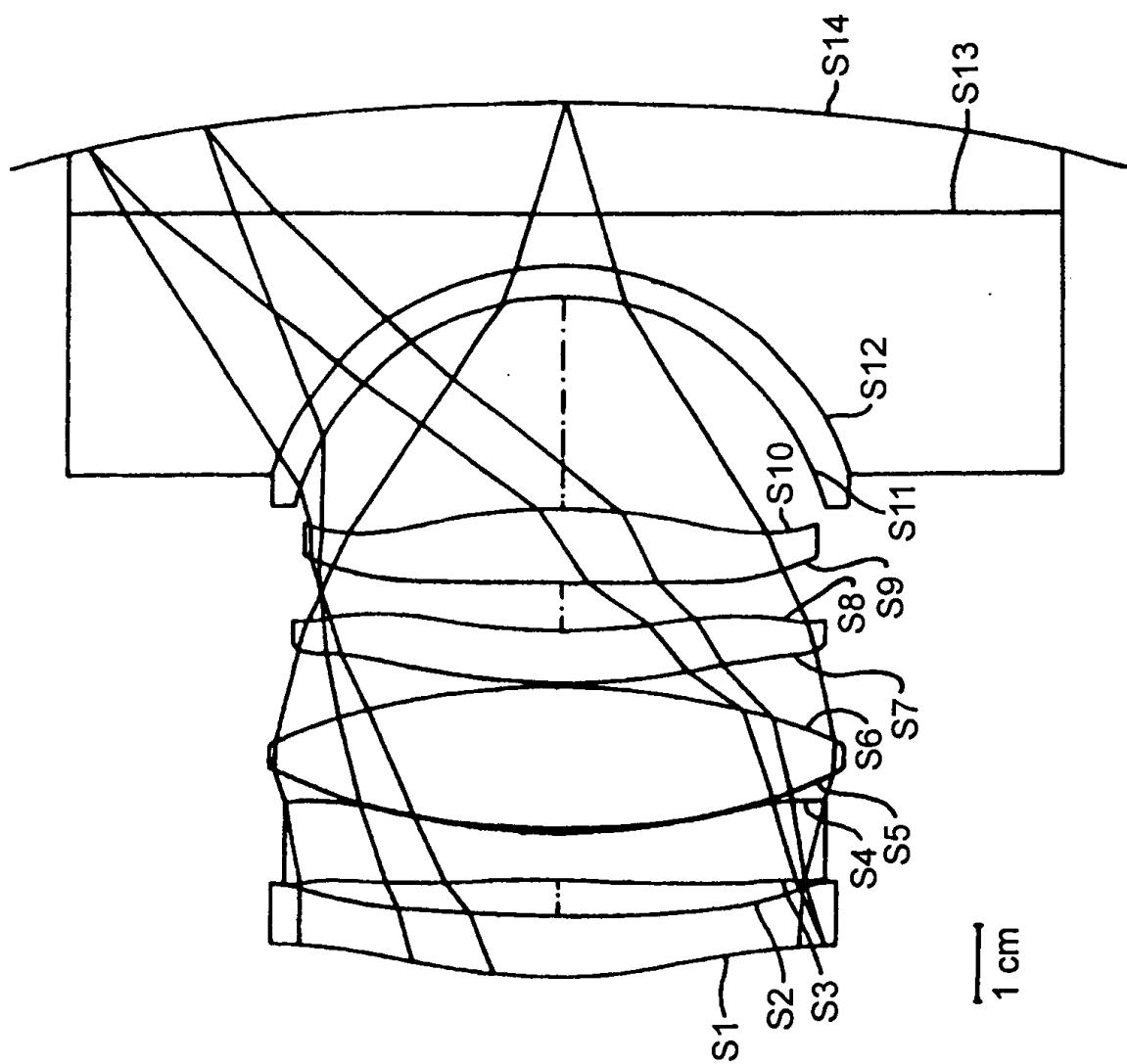
Kronglas zusammensetzt.

7. Projektionslinsensystem nach Anspruch 1, wobei das vierte Linsenelement (S7, S8) eine positive Brechkraft hat.

8. Projektionsfernseher (**10**) mit einer Kathodenstrahlröhre (**10**), einem Schirm (**14**) und einem Projektionslinsensystem zum Projizieren von Licht von der Kathodenstrahlröhre auf den Schirm, um ein Bild zu erzeugen, wobei das Projektionslinsensystem das Projektionslinsensystem nach Anspruch 1, 2 oder 4 aufweist.

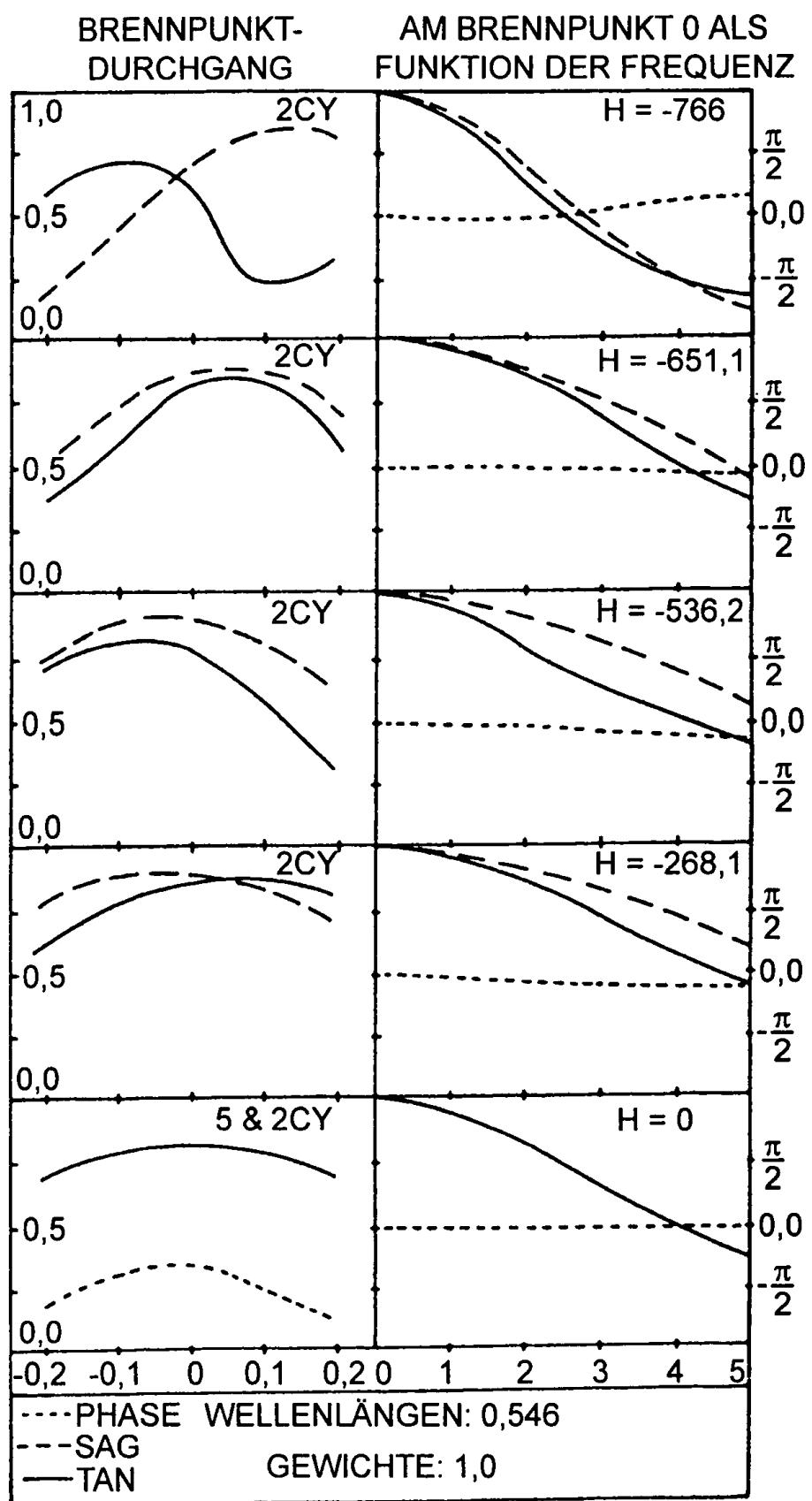
9. Projektionsfernseher mit drei Kathodenstrahlröhren, einem Schirm und drei Projektionslinsensystemen, wobei ein Projektionslinsensystem jeder der Kathodenstrahlröhren zum Projizieren von Licht von dieser Röhre auf den Schirm zugeordnet ist, um ein Bild zu erzeugen, wobei jedes Projektionslinsensystem das Projektionslinsensystem nach Anspruch 1, 2 oder 4 aufweist.

Es folgen 14 Blatt Zeichnungen

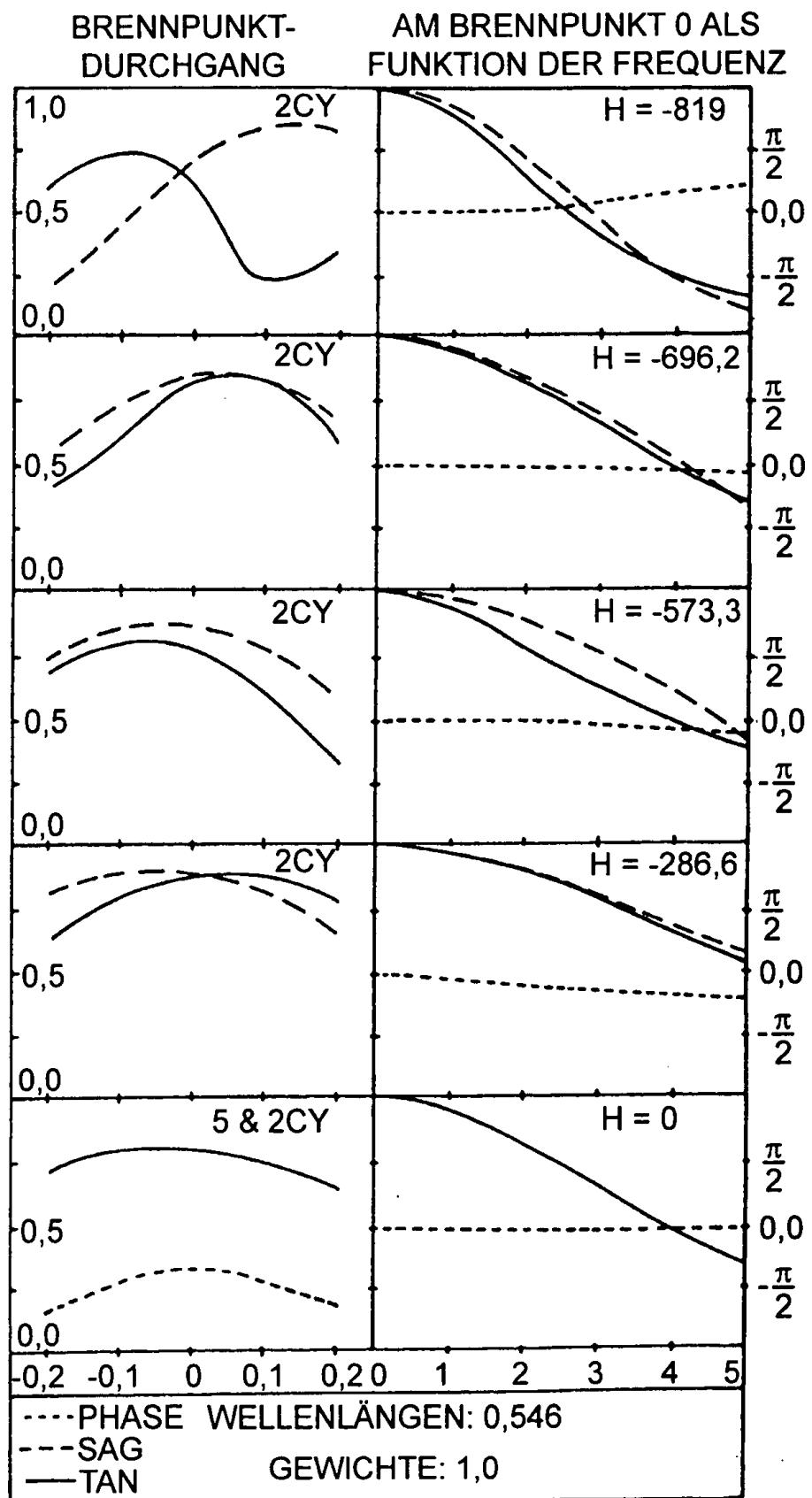


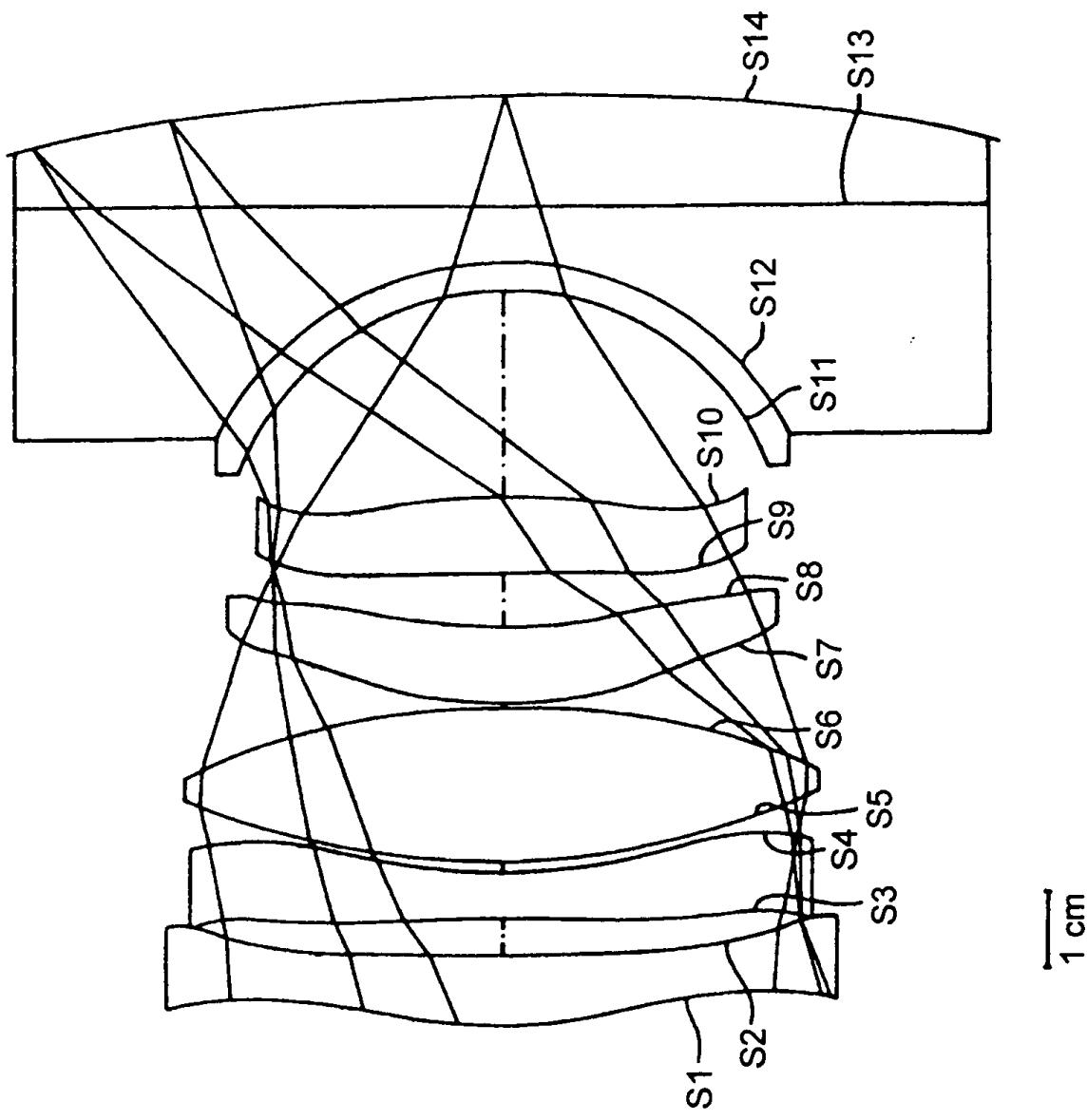
Figur 1A

Figur 1B



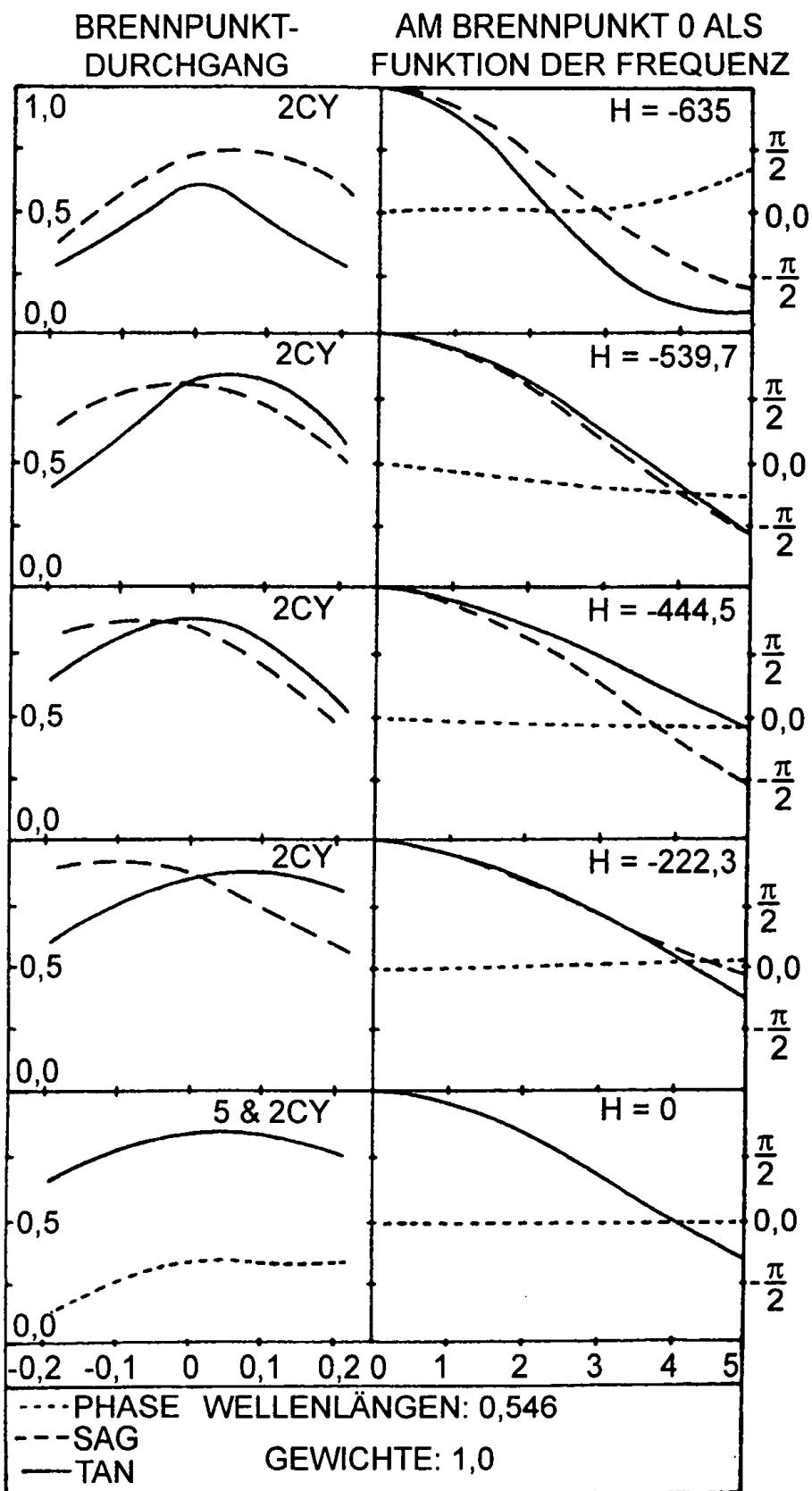
Figur 1C



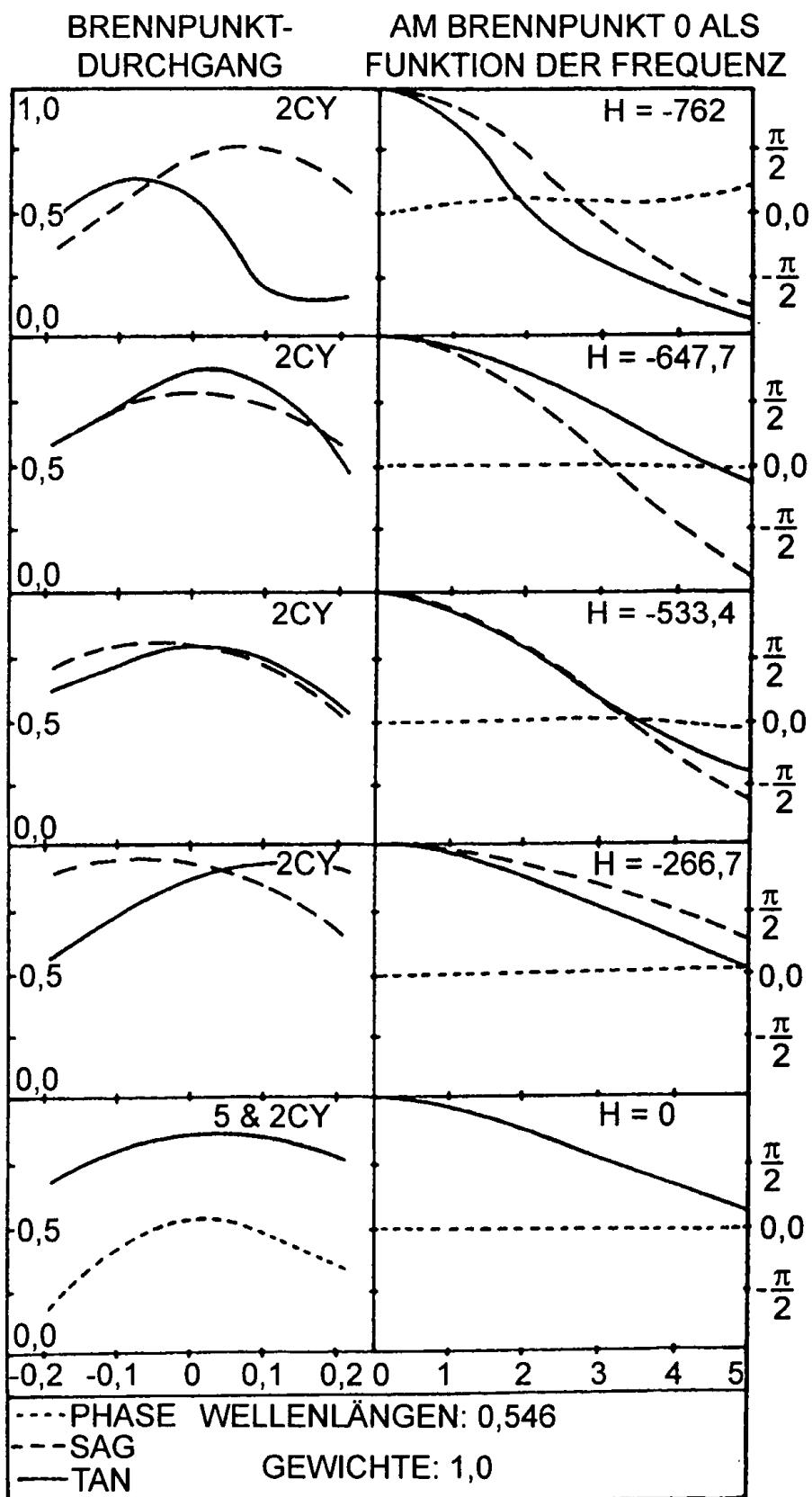


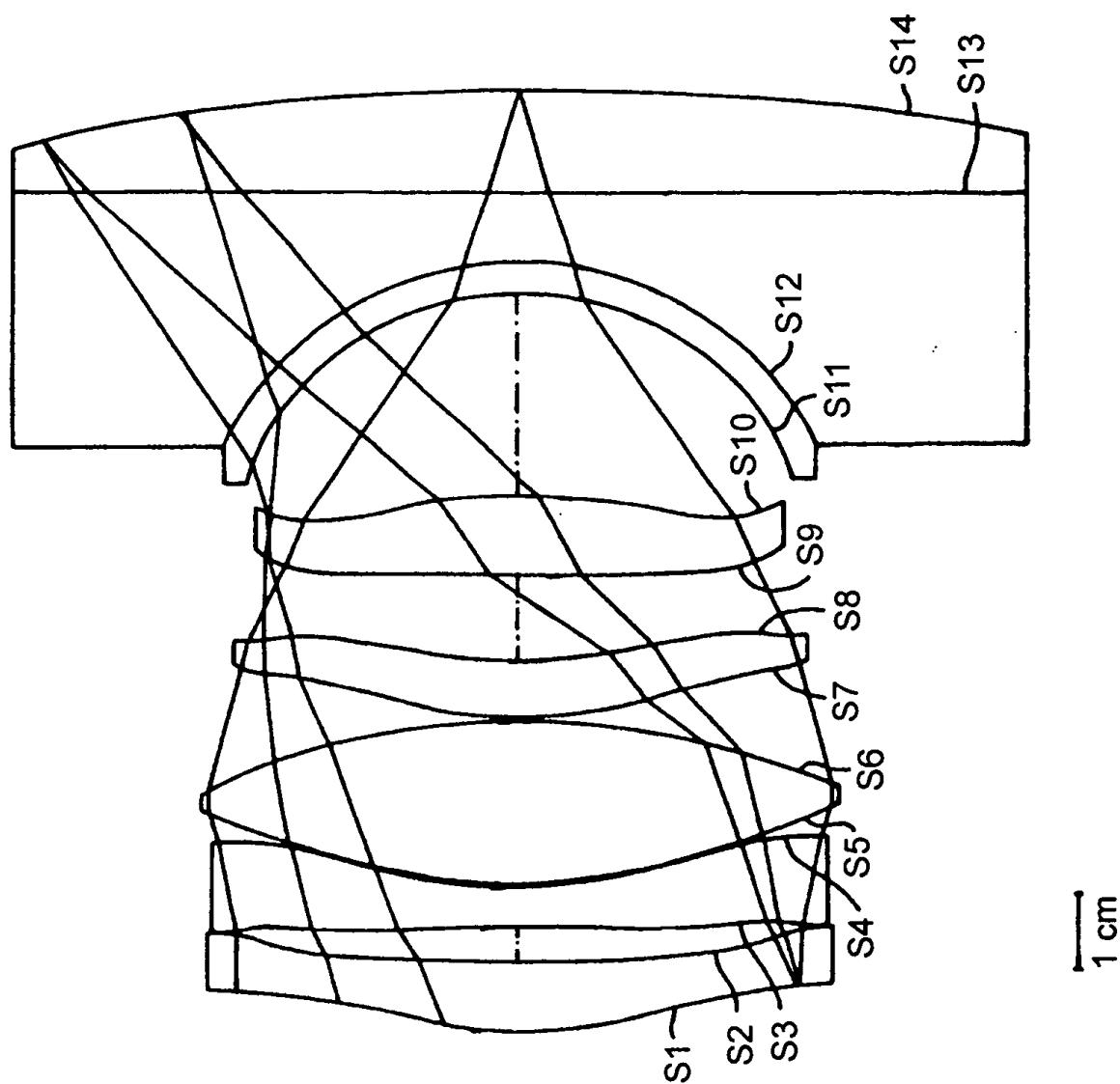
Figur 2A

Figur 2B



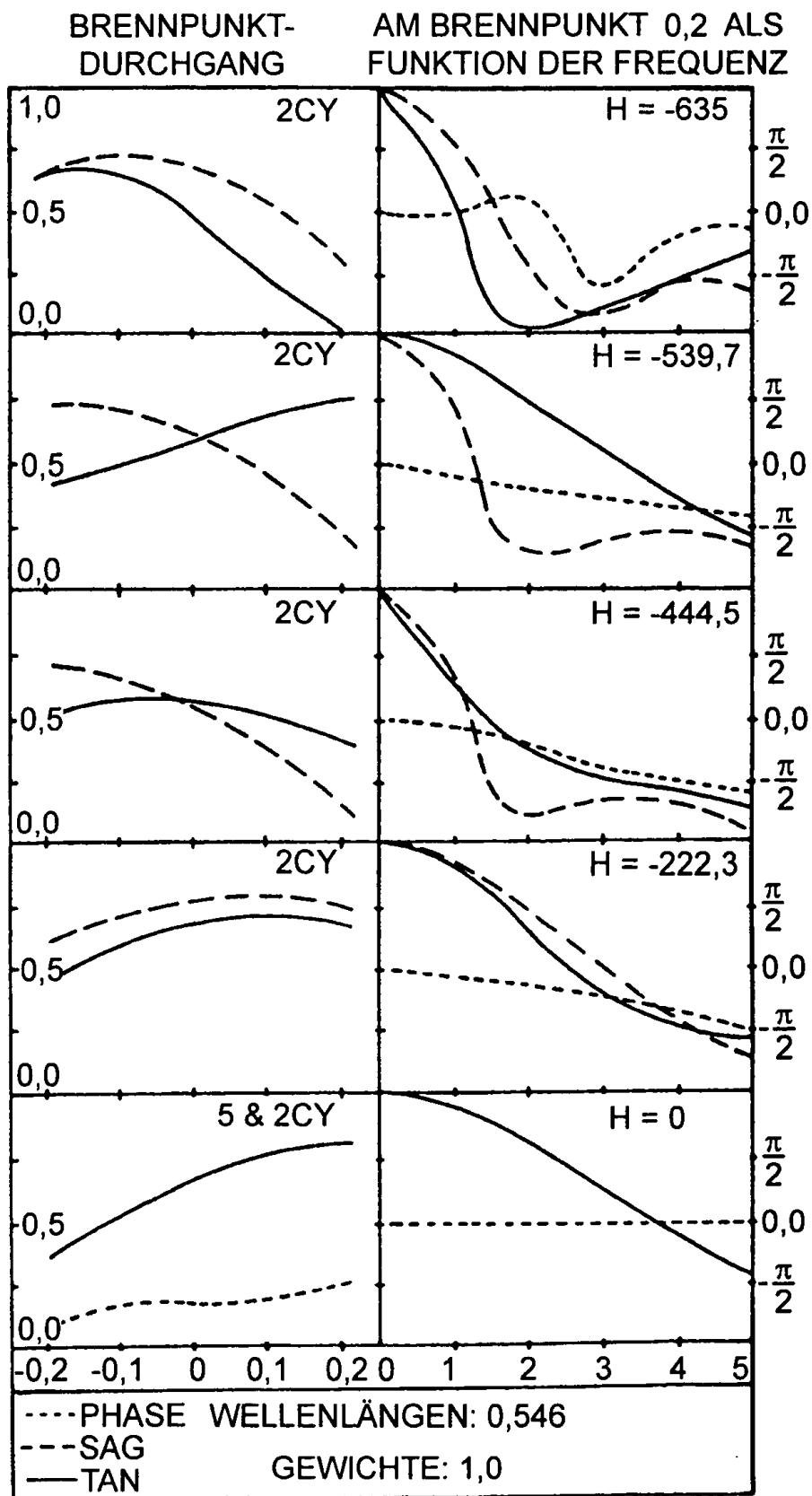
Figur 2C

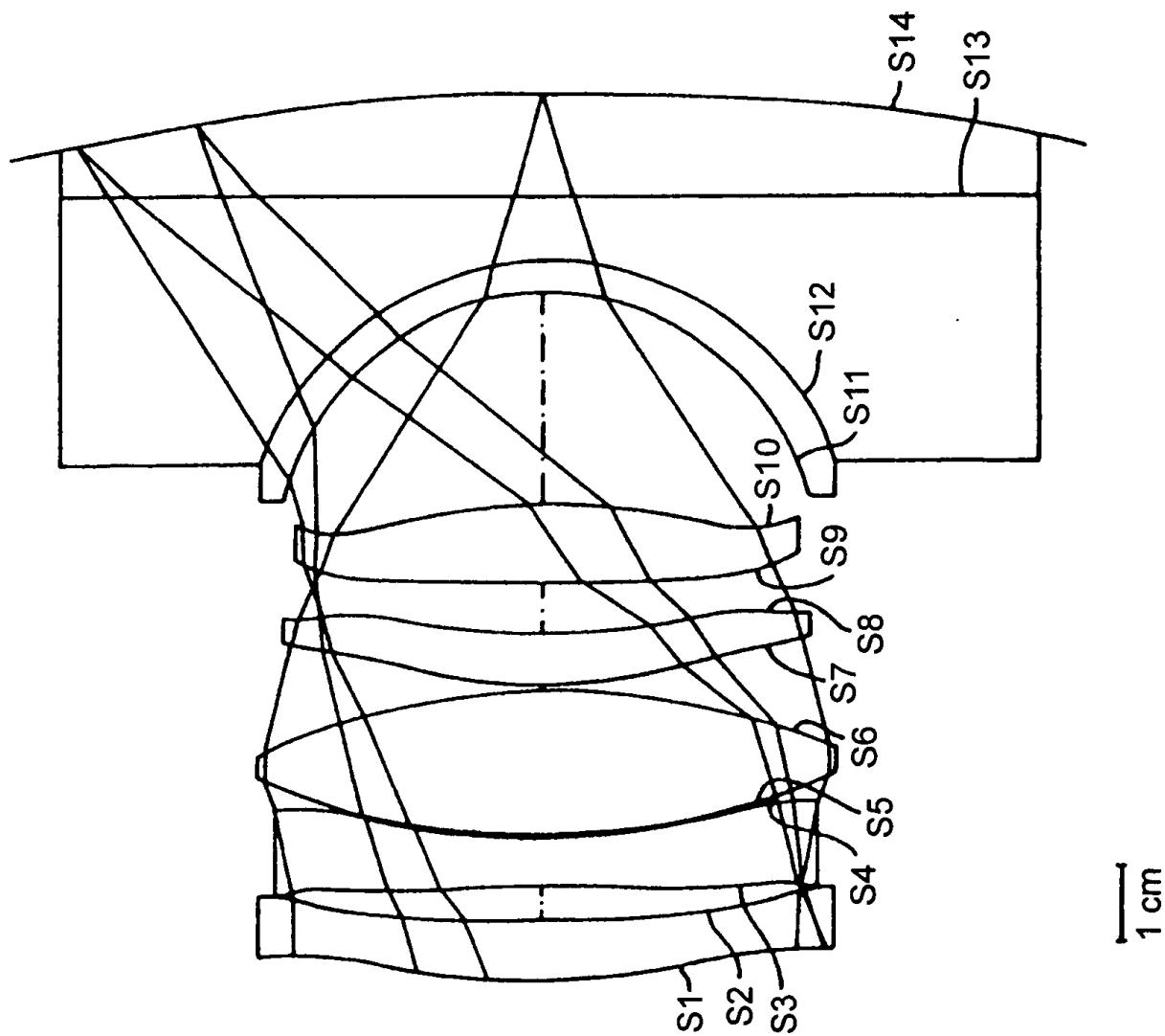




Figur 3A

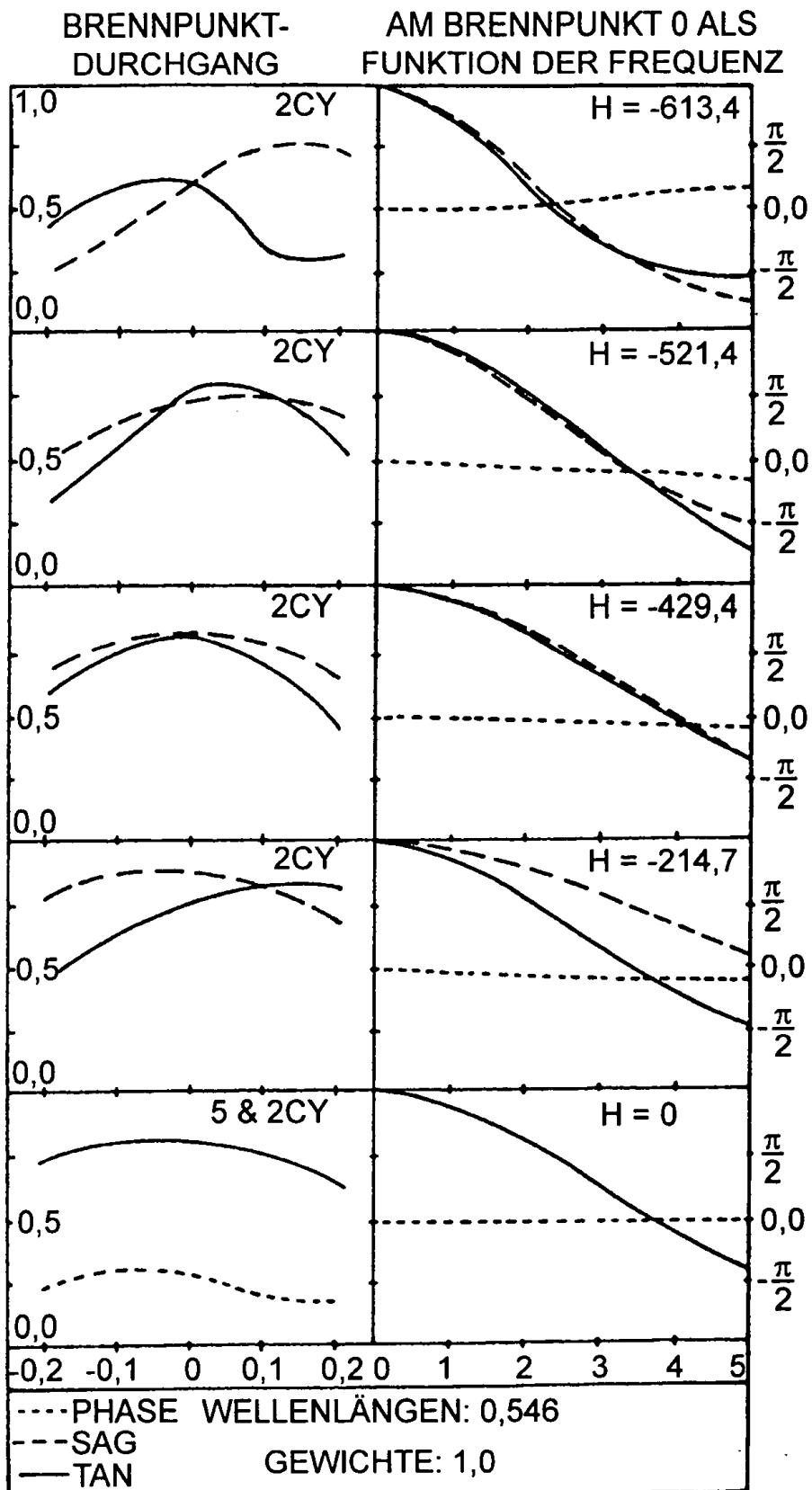
Figur 3B



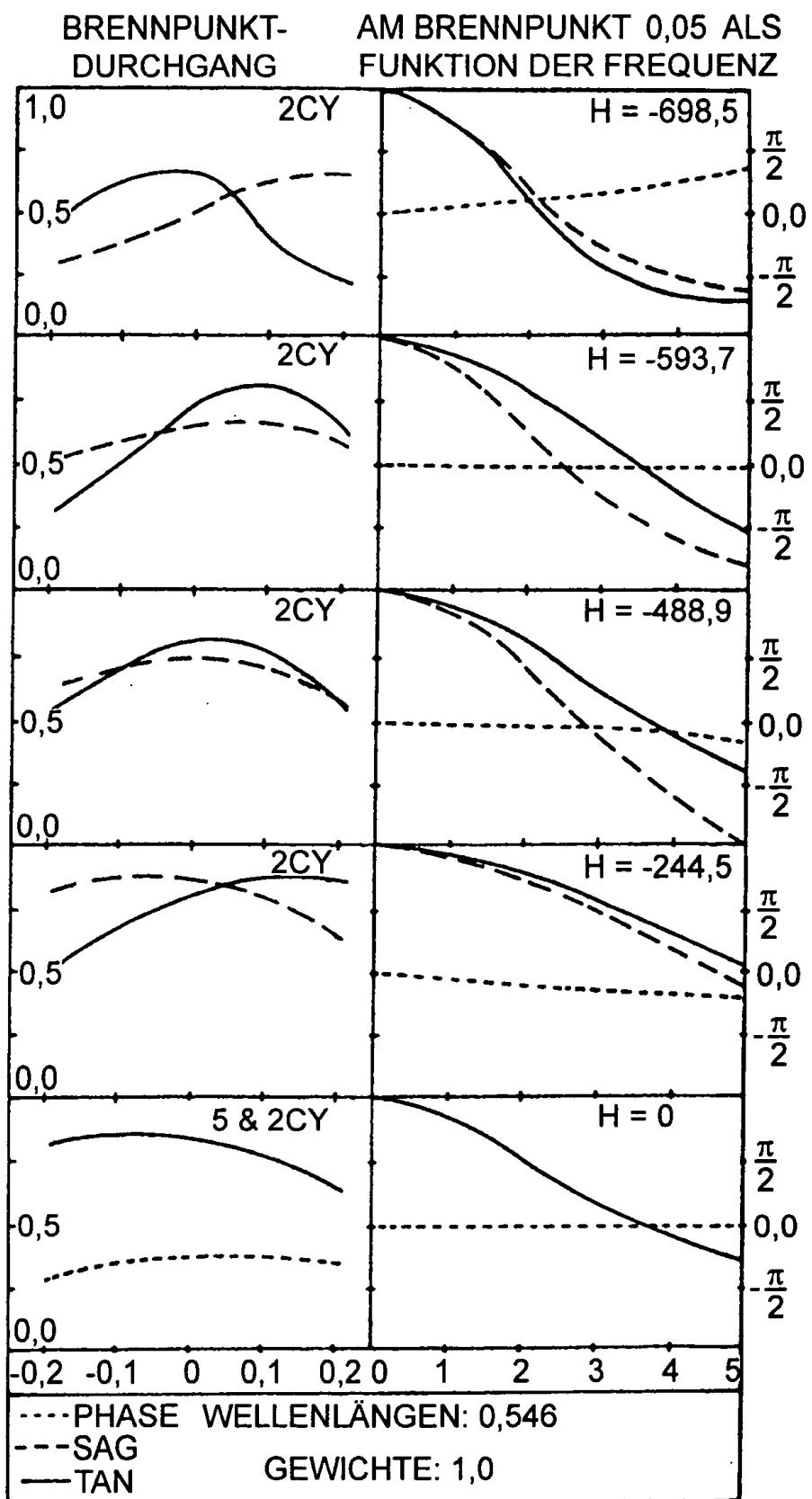


Figur 4A

## Figur 4B

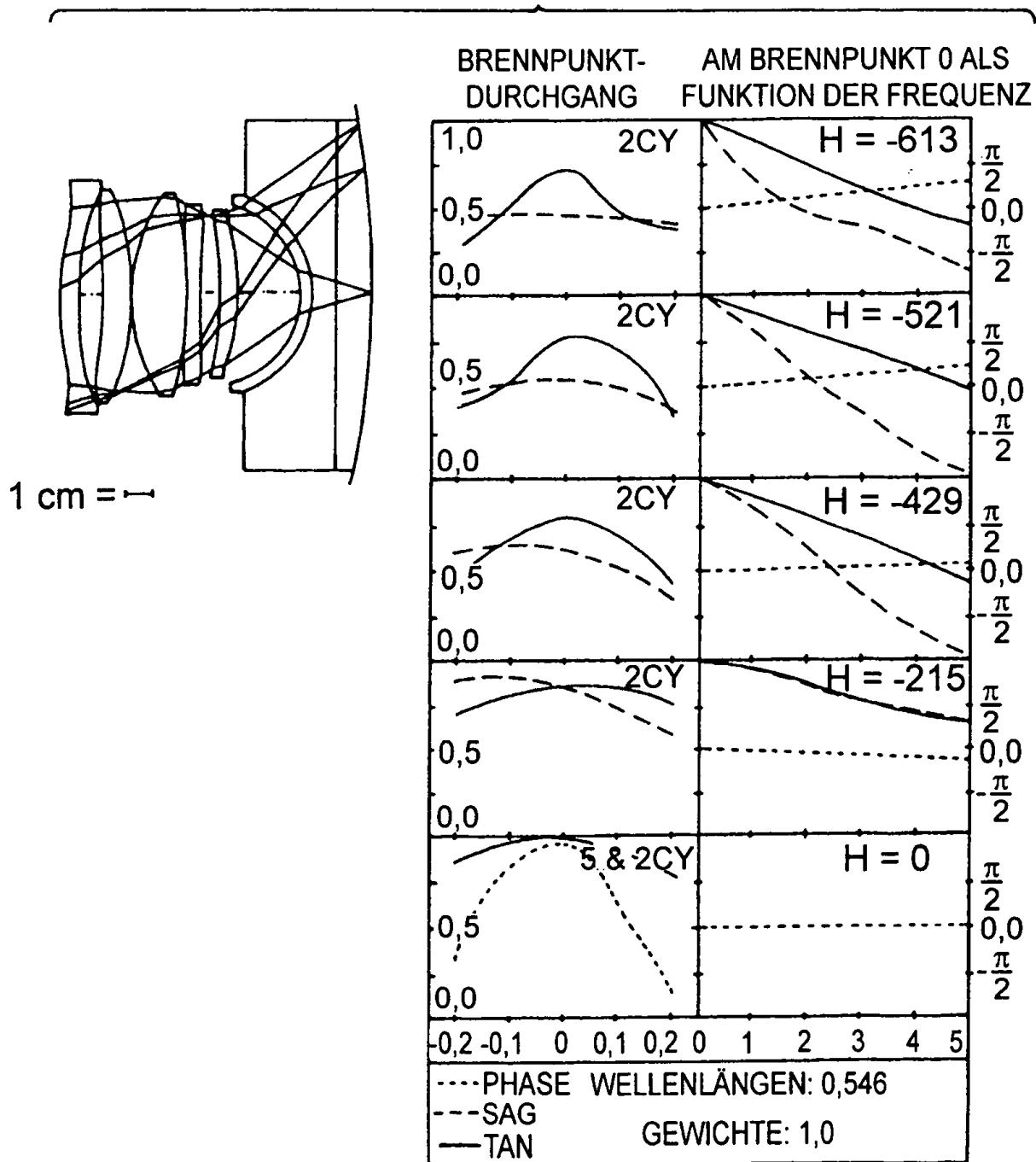


**Figur 4C**



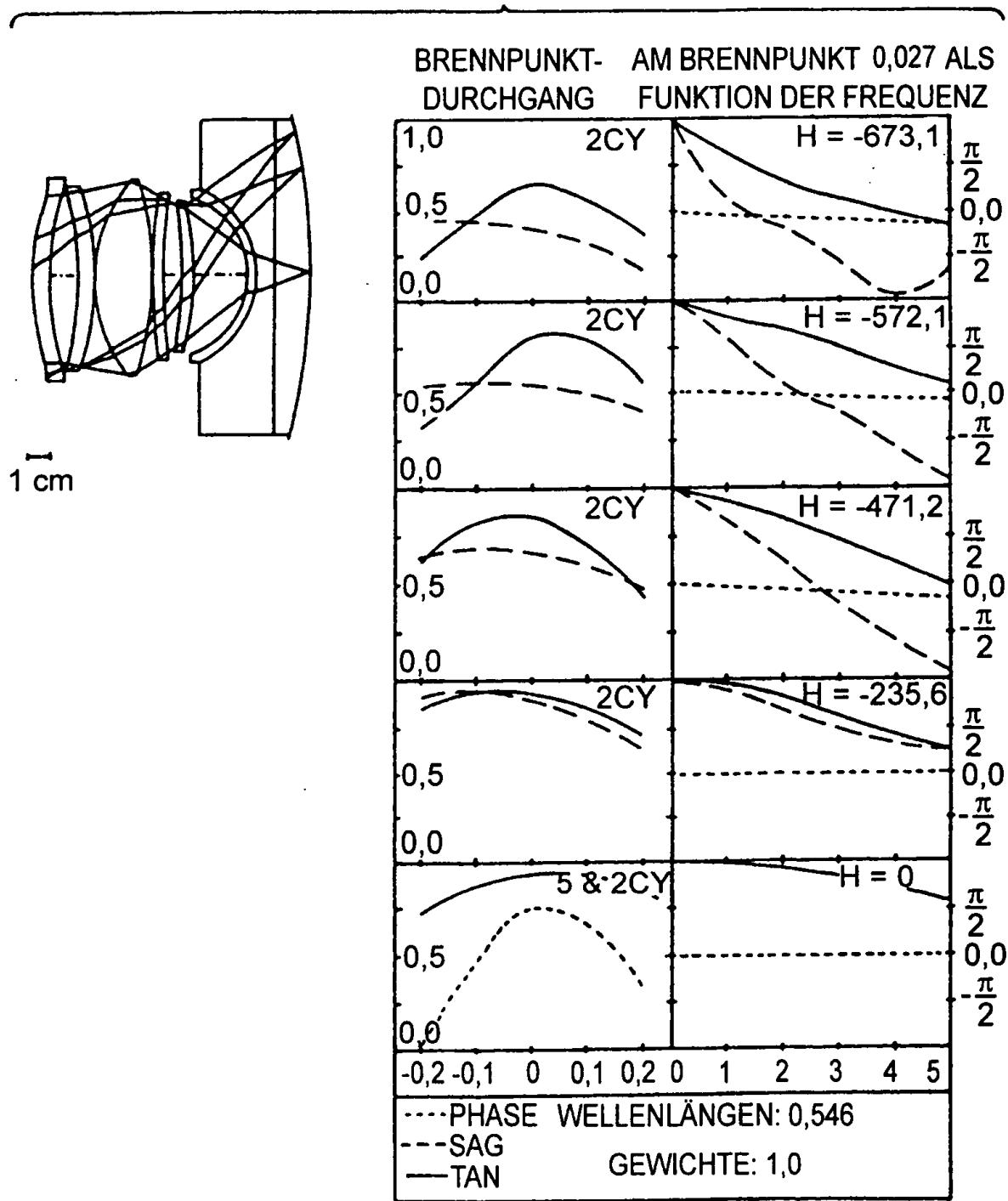
# Figur 5

## STAND DER TECHNIK



# Figur 6

## STAND DER TECHNIK



Figur 7

