



(12) **Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 927 377 B2**

(51) Int Cl.: **G02C 7/02 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 14 273.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/FR97/01583**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 94 0198.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1998/012590**

(86) PCT-Anmeldetag: **09.09.1997**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **26.03.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.07.1999**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **24.07.2002**

(97) Veröffentlichungstag
des geänderten Patents beim EPA: **05.12.2018**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **18.04.2019**

Das Patent wurde im Einspruchsverfahren geändert.

(30) Unionspriorität:

9611478 20.09.1996 FR

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, FR, GB, IE, IT, NL

(73) Patentinhaber:

Essilor International, Charenton-le-Pont, FR

(72) Erfinder:

BAUDART, Thierry, F-94340 Joinville-le-Pont, FR; BOURDONCLE, Bernard, F-75012 Paris, FR; LALOUX, Thierry, F-75020 Paris, FR; PEDRONO, Claude, F-91640 Briis-sous-Forges, FR; ROSSIER, Claire, F-75012 Paris, FR

(74) Vertreter:

24IP Law Group Sonnenberg Fortmann, 80331 München, DE

(54) Bezeichnung: **SERIE PROGRESSIVER OPHTALMISCHER MULTIFOKALER LINSEN**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Satz an ophthalmischen multifokalen Progressiv- oder Gleitsichtlinsen; sie betrifft auch ein Verfahren zur Bestimmung eines Ergoramas für einen Satz an ophthalmischen multifokalen Gleitsichtlinsen, wobei das Ergorama für jede Linse jeder Blickrichtung unter den Tragebedingungen einen Zielpunkt zuordnet. Schließlich betrifft die Erfindung auch ein Verfahren zur Definition einer ophthalmischen Gleitsichtlinse.

[0002] Ophthalmische multifokale Gleitsichtlinsen sind heutzutage wohl bekannt. Sie werden verwendet zur Korrektur der Fehlsichtigkeit und ermöglichen es dem Brillenträger, Gegenstände in einem großen Bereich an Entfernungen zu beobachten, ohne dass es erforderlich wäre, die Brille abzunehmen. Solche Linsen umfassen üblicherweise eine Fernsichtzone, befindlich im oberen Abschnitt der Linse, eine Nahsichtzone, befindlich im unteren Bereich der Linse, eine Mittelsichtzone oder Mittelzone, die die Nahsichtzone und die Fernzone verbindet, sowie einen Hauptprogressionsmeridian, der diese drei Zonen durchquert.

[0003] Das Dokument FR-A-2 699 294 beschreibt in seiner Einleitung die unterschiedlichen Elemente einer solchen ophthalmischen multifokalen Gleitsichtlinse, sowie die von der Anmelderin durchgeführten Arbeiten zum Zwecke der Verbesserung des Komforts von Trägern solcher Linsen. Für mehr Informationen oder Präzisionen bezüglich dieser unterschiedlichen Punkte wird auf das genannte Dokument Bezug genommen.

[0004] Die Anmelderin hat ebenfalls vorgeschlagen, z. B. in den Patenten US-A-5 270 745 oder US-A-5 272 495, den Meridian zu verändern, und zwar insbesondere die Dezentrierung bei einem Steuer- oder Referenzpunkt der Nahsicht, in Abhängigkeit von der Addition und der Ametropie.

[0005] Die Anmelderin hat auch zum besseren Zufriedenstellen der visuellen Bedürfnisse von Fehlsichtigen und zum Verbessern des Komforts von multifokalen Gleitsichtlinsen verschiedene Verbesserungen vorgeschlagen. (FR-A-2 683 642, FR-A-2 699 294, FR-A-2 704 327). Die FR-A-2 683 642 schlägt vor für die Definition des Meridians der Linse, die Positionen des Auges im Orbit zu berücksichtigen; diese Positionen sind abhängig von der Sehentfernung und der Kopfniegung in der Sagittalebene.

[0006] Üblicherweise umfassen solche multifokalen Gleitsichtlinsen eine vordere asphärische Fläche, die die Fläche ist, die dem Brillenträger abgewandt ist, und eine hintere sphärische oder thoroidale Fläche, die hin zu dem Brillenträger gerichtet ist. Die sphärische oder thoroidale bzw. thorusartige Fläche ermöglicht es, die Linse an die Kurzsichtigkeit des Benut-

zers anzupassen, so dass eine multifokale Gleitsichtlinse generell lediglich definiert wird über ihre asphärische Fläche. Wie es wohl bekannt ist, wird solch eine asphärische Fläche generell definiert durch die Erscheinung oder Höhe von sämtlichen ihrer Punkte. Man verwendet auch die Parameter, die durch die minimalen und maximalen Krümmungen an jedem Punkt gebildet sind, oder auch üblicherweise deren entsprechende Halbsumme und deren Differenz. Diese Halbsumme und diese Differenz, multipliziert mit einem Faktor $n-1$, wobei n der Brechungsexponent des Materials der Linse ist, werden üblicherweise genannt mittlere Flächenbrechkraft oder mittlerer Hauptschnitt bzw. Leistung oder Stärke und Zylinder bzw. Flächenastigmatismus.

[0007] Man definiert multifokale Gleitsichtlinsenfamilien, bei denen jede Linse sich durch eine Addition auszeichnet, die der Veränderung der Stärke oder Leistung entspricht, zwischen der Fernsichtzone und der Nahsichtzone. Insbesondere entspricht die Addition, mit A gekennzeichnet, der Stärken- oder Leistungsveränderung oder - Variation zwischen einem Punkt L der Fernsichtzone und einem Punkt P der Nahsichtzone, die jeweils Messpunkt der Fernsicht bzw. Referenzpunkt der Fernsicht und Messpunkt oder Referenzpunkt der Nahsicht genannt werden, und die Punkte repräsentieren, bei denen die Fläche der Linse für eine Sicht im Unendlichen und für eine Sicht beim Lesen durchdrungen bzw. geschnitten wird.

[0008] Bei einer Linsenfamilie verändert sich die Addition von einer Linse zur nachfolgenden Linse der Familie zwischen einem minimalen Additions Wert und maximalen Additions Wert. Üblicherweise betragen die Minimal- und Maximalwerte der Addition jeweils 0,75 Dioptrie und 3,5 Dioptrien, wobei sich die Addition jeweils um 0,25 Dioptrie von einer Linse zu einer anderen der Familie verändert.

[0009] Linsen mit entsprechender Addition unterscheiden sich durch den Wert der mittleren Flächenbrechkraft bzw. des Hauptschnittes bei einem Referenz- oder Bezugspunkt, auch Basis genannt. Man kann z.B. wählen, die Basis am Referenzpunkt L für die Fernsicht zu messen.

[0010] Man definiert somit durch die Auswahl eines Paares (Addition, Basis) eine Gesamtheit oder einen Satz an asphärischen Front- oder Vorderflächen für multifokale Gleitsichtlinsen. Üblicherweise kann man somit 5 Basiswerte und 12 Additions Werte definieren, was 60 Frontflächen entspricht. Bei jeder der Basen führt man eine Optimierung für eine gegebene Stärke oder Leistung durch.

[0011] Die Verwendung einer dieser Frontflächen, mit einer asphärischen oder thorusartigen hinteren Fläche, benachbart bzw. ähnlich zu der hinteren oder

Heckfläche, die verwendet wird zur Optimierung, ermöglicht es, die gesamten Bedürfnisse von Trägern von multifokalen Gleitsichtlinsen zu befriedigen. Dieses bekannte Verfahren ermöglicht es, ausgehend von halb fertig gestellten Linsen, von denen lediglich die Frontfläche vorgebildet ist, Linsen bereitzustellen, die für jeden Träger angepasst sind, und zwar durch einfache Bearbeitung einer sphärischen oder thorusartigen Hinter- oder Heckfläche.

[0012] Dieses Verfahren hat den Nachteil, dass lediglich eine Annäherung dargestellt ist; demzufolge sind die mit einer anderen hinteren oder Heckfläche erhaltenen Ergebnisse, verglichen mit einer Verwendung der zur Optimierung genutzten Fläche, nicht so gut wie diejenigen, die erhalten werden mit diesbezüglich entsprechender hinterer - oder Heckfläche, wie für die Optimierung verwendet.

[0013] Es wurde in dem Dokument US-A-5.444.503 eine multifokale Gleitsichtlinse vorgeschlagen, bei welcher die hintere Fläche angepasst ist auf einen jeweiligen Träger und gebildet ist aus einer asphärischen Fläche. Die asphärische Fläche ist nicht multifokal und erscheint in solch einer Weise berechnet, dass die nötige optische Leistung an bestimmten Referenz- oder Bezugspunkten bereit gestellt wird. Entsprechend diesem Dokument ermöglicht es diese Lösung, die Unzulänglichkeiten abzuschwächen, herührend aus der Ersetzung der hinteren Fläche, die zur Optimierung gedient hat, durch eine diesbezüglich ähnliche oder benachbarte hintere oder Heckfläche.

[0014] Diese Lösung hat zum Nachteil, dass deutlich die Herstellung der Linsen erschwert wird: Sie impliziert die Messung der Position der Linsen bezüglich des Trägers mit einer anschließenden Bestimmung und Bearbeitung der asphärischen hinteren Fläche bzw. der asphärischen Heckfläche oder Rückseite.

[0015] Die Erfindung schlägt eine ophthalmische multifokale Gleitsichtlinse vor, deren Ästhetik verbessert ist, und die exakte Leistungen aufweist mit Bezug auf bekannte Linsen, bei der gegebenen Möglichkeit die Adaptionseinfachheit an halbfertiggestellten Linsen für einen Träger auszunutzen. Bei Beibehaltung der Umsetzungseinfachheit gewährleistet die Erfindung, dass die Adaptation der Linsen durch einfache Bearbeitung der hinteren Fläche oder Rückseite keine Sichtbeeinträchtigungen induziert, selbst wenn die hintere Fläche oder Rückseite unterschiedlich ist von der hinteren Seite, die zur Optimierung verwendet wurde.

[0016] Die Erfindung ist in Anspruch 1 definiert und weitere Merkmale erscheinen in den abhängigen Ansprüchen.

[0017] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden deutlich beim Lesen der folgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung, welche lediglich beispielhaft angegeben ist, wobei auf die beiliegenden Zeichnungen Bezug genommen wird, in denen gilt:

Fig. 1 zeigt ein Schema eines optischen Systems aus Auge und Linse.

Fig. 2 ist ein Flußdiagramm von unterschiedlichen Schritten der Definition des Referenzpunktes oder Bezugspunktes für die Nahsicht und die Berechnung der Donderskurve des Trägers.

Fig. 3 ist eine schematische Darstellung von zwei Augen und der Blickrichtung.

Fig. 4 ist eine graphische Darstellung der Donders-Gesetzmäßigkeit.

Fig. 5 ist ein Flußdiagramm von unterschiedlichen Berechnungsschritten des Ergoramas bzw. für das Ergorama außerhalb des Referenz- oder Bezugspunktes für die Nahsicht.

Fig. 6 zeigt die typische Erscheinung eines Ergoramas in Dioptrien.

Fig. 7 ist ein Beispiel einer Basisunterschneidung bzw. -unterteilung, die verwendbar ist zur Darstellung von erfindungsgemäßen Linsen.

Fig. 8 zeigt die optische Stärken- oder Leistungsveränderung entlang des Meridians für unterschiedliche Additionen, und zwar von 0,75 - 3,5 Dioptrien.

Fig. 9 zeigt graphische Darstellungen, entsprechend jenen von **Fig. 8**, für eine Linse gemäß dem Stand der Technik.

Fig. 10 ist eine Darstellung analog zu jener von **Fig. 8**, wobei jedoch zusätzlich graphische Repräsentationen von optischen Trägerstärken für Linsen dargestellt sind, entsprechend optischen Extrem- oder Endstärken oder -Leistungen für jede Basis.

Fig. 11 zeigt graphische Repräsentationen, entsprechend jenen von **Fig. 10**, für eine Linse gemäß dem Stand der Technik.

Fig. 12 zeigt erfindungsgemäß erhaltene Ergebnisse angesichts einer Variation mit Bezug auf das Ergorama.

Fig. 13 zeigt Ergebnisse, entsprechend jenen von **Fig. 12**, für die Astigmatismusaberration für dieselbe oder eine entsprechende Linse.

Fig. 14-16 sind Darstellungen der optischen Leistung oder Stärke, der Astigmatismusaberration und der optischen Stärke oder Leistung entlang des Meridians für eine bekannte Linse.

Fig. 17-19 sind Darstellungen der optischen Stärke oder Leistung, der Astigmatismusaberration und der optischen Stärke oder Leistung entlang des Meridians für eine erste erfindungsgemäße Linse.

Fig. 20-22 sind Darstellungen der optischen Leistung oder Stärke, der Astigmatismusaberration und der optischen Stärke oder Leistung entlang des Meridians für eine zweite erfindungsgemäße Linse.

[0018] In an und für sich bekannter Weise definiert man bei jedem Punkt einer asphärischen Fläche eine mittlere Flächenbrechkraft oder einen mittleren Hauptschnitt D mittels der Gleichung:

$$D = \frac{n - 1}{2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

wobei R_1 und R_2 maximale und minimale Krümmungsradien, ausgedrückt in Metern sind, und wobei n der Index des die Linse bildenden Materials ist.

[0019] Man definiert ferner einen Zylinder oder Astigmatismus C, angegeben durch die Gleichung:

$$C = (n - 1) \left| \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right|$$

[0020] Die Erfindung schlägt vor, die Merkmale der Linse nicht mehr ausschließlich bezüglich der mittleren Flächenbrechkraft bzw. des Hauptschnittes oder des Zylinders bzw. Astigmatismus zu definieren, sondern die Situation des Trägers von Linsen zu berücksichtigen. **Fig. 1** zeigt zu diesem Zweck ein Schema eines optischen Systems Auge Linse.

[0021] In der schematischen Darstellung von **Fig. 1** ist die mediane oder Mittelebene der Linse mit Bezug auf die Vertikale um einen Winkel geneigt, entsprechend der üblichen Neigung oder Schrägstellung von Brillengestellen. Dieser Winkel beträgt beispielhaft 12°.

[0022] Man nennt **Q'** die Rotationsmitte des Auges, wobei man einen Schnitt- oder Hauptschnitt bzw. eine Sphäre an Scheiteln bezüglich der Mitte **Q'** und mit einem Radius **q'** definiert, tangential zu der hinteren oder Heckfläche der Linse bei einem Punkt der horizontalen Achse.

[0023] Beispielhaft stellt ein Radiuswert **q'** von 27 mm einen üblichen Wert da und stellt zufriedenstellende Ergebnisse während des Tragens von Linsen bereit.

[0024] Eine gegebene Blickrichtung entspricht einem Punkt **J** des Schnittes oder Hauptschnittes bzw. der Sphäre an Scheiteln bzw. Gipfeln und kann ebenfalls angegeben werden in Kugelkoordinaten durch zwei Winkel alpha und beta. Der Winkel alpha ist der Winkel, der gebildet ist zwischen der Geraden **Q' J** und der horizontalen Ebene, die durch den Punkt **Q'** tritt, während der Winkel beta der Winkel ist, der gebildet ist zwischen der Geraden **Q' J** und der vertikalen Ebene, die durch den Punkt **Q'** tritt.

[0025] Eine gegebene Blickrichtung entspricht einem Punkt **J** der Sphäre oder dem Hauptschnitt bzw. dem Schnitt an Scheiteln oder Gipfeln bzw. dem Scheitelhauptschnitt oder einem Paar (alpha, beta). In dem Objektraum oder -feld definiert man für einen Punkt **M** an dem entsprechenden Leucht- oder Lichtstrahl, eine Objektnähe oder -entfernung **PO** als das Inverse des Abstandes oder der Entfernung **MJ** zwischen dem Punkt **M** und dem Punkt **J** des Scheitelhauptschnittes bzw. der Höhensphäre:

$$PO = 1/MJ$$

[0026] Dies ermöglicht eine Berechnung der Objektentfernung oder Objektnähe in dem Rahmen einer Dünnlinsenannäherung bei jedem Punkt der Scheitelsphäre bzw. des Scheitelhauptschnittes, verwendet zur Bestimmung des Ergoramas, wie dies später erläutert wird. Für eine reale Linse kann man unter Einsatz eines Strahlverfolgungsprogrammes bzw. Ray-Tracing-Programmes die Objektnähe oder -entfernung bzw. den Objektabstand erachten als das Inverse des Abstandes zwischen dem Objektpunkt und der vorderen Fläche oder Frontfläche der Linse auf dem entsprechenden Strahl. Dies wird im größeren Detail später beschrieben, während der Beschreibung des Optimierungsverfahrens.

[0027] Unter Beibehaltung der entsprechenden Blickrichtung (alpha, beta) bildet ein Punkt **M**, der über eine gegebene Objektnähe verfügt, sich aus zwischen zwei Punkten **S** und **T**, entsprechend jeweils fokalen Minimal- und Maximalabständen (dies wären sagittale und tangentiale fokale Abstände in dem Fall von Rotationsflächen). Man nennt die Bildnähe oder den Bildabstand des Punktes **M** das Ausmaß:

$$PI = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{JT} + \frac{1}{JS} \right)$$

[0028] In einer Analogie zu dem Fall von einer dünnen Linse definiert man somit in einer gegebenen Blickrichtung für eine gegebene Objektentfernung oder Objektnähe, das heißt für einen Punkt des Objektraumes, an dem entsprechenden Lichtstrahl eine optische Stärke oder Leistung als die Summe der

Bildnähe bzw. -entfernung und der Objektnähe oder -entfernung.

[0029] Unter Verwendung derselben Nomenklatur definiert man bei jeder Blickrichtung und für eine gegebene Objektnähe eine Astigmatismusaberration AA als:

$$AA = \left| \frac{1}{JT} - \frac{1}{JS} \right|$$

[0030] Diese Astigmatismusaberration entspricht dem Astigmatismus des Strahlenbündels, welches von der vorderen asphärischen Fläche und der hinteren sphärischen Fläche erzeugt wird.

[0031] Man erhält somit erfundungsgemäß zwei mögliche Definitionen der optischen Stärke oder Leistung und der Astigmatismusaberration der Linse unter den Tragebedingungen. Man könnte ebenfalls andere Definitionen verwenden, die vorgenannte hat jedoch den Vorteil, dass eine Definition einfach möglich ist, wobei eine Berechnung einfach erfolgen kann unter Einsatz eines Ray-Tracing-Programmes bzw. eines Strahlverfolgungsprogrammes für eine gegebene Linse.

[0032] Man definiert ferner gemäß der vorliegenden Erfindung ein Ergorama, welches für jede Blickrichtung eine Objektnähe oder eine Objektentfernung und eine Trägerstärke bzw. -leistung angibt. Das Ergorama wird für eine gegebene Situation des Trägers definiert, das heißt für ein Paar gebildet aus Ametropie bzw. Fehlsichtigkeit und Addition.

[0033] Das Ergorama ist somit eine Funktion mit vier Variablen - Fehlsichtigkeit, Addition, und Blickrichtung in der Form von Winkeln alpha und beta, zwei Werten zugeordnet - einer Objektnähe und einer Trägerstärke.

[0034] Das so definierte Ergorama kann bestimmt werden durch Studien und physiologische, ergonomische und statistische Tests und Erkenntnis von optischen Gesetzmäßigkeiten. Man kann insbesondere berücksichtigen:

Die präzisen Abweichungen, induziert durch die an dem Glas angetroffene Stärke oder Leistung, bestimmt durch die Prentice-Regel (Prisma = H * Puis). Diese präzisen Abweichungen führen zu einer Modifikation der Position der Augen und des Kopfes in unterschiedlicher Weise in Abhängigkeit der Fehlsichtigkeit oder Ametropie;

die subjektive Akkommodation, verwendet in Abhängigkeit der verschriebenen Addition, der Ametropie bzw. Fehlsichtigkeit und der Objektnähe oder -entfernung. Diese Akkommodation

wird berechnet entsprechend der Donders-Regel, verbessert bezüglich der Konvergenz (oder erscheinenden Objektnähe) und der Akkommodation, zum Gewährleisten einer normalen binokularen Sicht; bezüglich weiterer Details betreffend dieser Gesetzmäßigkeit kann Bezug genommen werden auf die **Fig. 4**, die im folgenden noch beschrieben wird;

die Abnahme oder Absenkung der funktionsmäßigen Spitzheit des Winkels, die sich darstellen kann durch eine Annäherung des Nahsichtabstandes, wenn die Addition zunimmt;

die angegebenen Vorzüge von Trägern in einer gegebenen Umgebung, die eine Position des Kopfes und der Augen für eine Nahsichtaufgabe bestimmen und die sichtmotorische Strategie, die zum Einsatz kommt, um diese Umgebung zu beschreiben.

[0035] Beispielhaft wird nachfolgend ein Modus zur Bestimmung des Ergoramas beschrieben, für eine gegebene Ametropie oder Fehlsichtigkeit, zum Beispiel mittels einer Stärke oder Leistung am Punkt L der Fernsicht und für eine gegebene Addition.

[0036] Erfundungsgemäß kann man in der folgenden Weise verfahren: Zuerst bestimmt man die Blickrichtung und die Stärke oder Leistung beim Beobachten des Nahsichtpunktes. Man folgert hieraus die Neigung der Donders-Halbgeraden. Dies, in Verbindung mit einer Abtast- oder Überstreichungsstrategie, ermöglicht es, die Stärke oder Leistung für die anderen Blickrichtungen zu bestimmen. Es wird nunmehr im größeren Detail dieser Modus zur Bestimmung des Ergoramas erläutert, wobei auf die **Fig. 2-5** für eine linke Linse Bezug genommen wird. Die **Fig. 2** zeigt ein Flußdiagramm von unterschiedlichen Schritten der Definition des Referenzpunktes für die Nahsicht und der Berechnung der Donderskurve des Trägers.

[0037] Wie weiter oben dargelegt, beginnt man mit der Bestimmung der Blickrichtung und der Stärke oder Leistung beim Beobachten des Nahsichtpunktes.

[0038] Um dies zu tun, wählt man Charakteristiken oder Merkmale des Standardträgers im Schritt **10** von **Fig. 2**. Man kann z. B. berücksichtigen, dass der Standard- oder Normalträger die folgenden Charakteristiken oder Merkmale hat bzw. wünscht: Er ist isometrop und orthophorisch, wobei die zwei Augen dieselbe Menge an Akkommodation brauchen und sich bei demselben Ausmaß versetzen im Falle einer symmetrisch gestalteten Version bei Vergenz; der Pupillenabstand beträgt 65 mm, der Abstand Glas zur okularen Rotationsmitte beträgt 27 mm, der Abstand zwischen der okularen Rotationsmitte und der Rotationsmitte des Kopfes beträgt 100 mm, während

der pantoskopische Winkel 12° ausmacht. Die okulare Rotationsmitte ist der mit dem Punkt **Q'** in **Fig. 1** angegebene Punkt.

[0039] Die Neigung oder Schrägstellung des Kopfes wird angegeben durch die Position des „Frankfurtplanes“ bzw. der „Frankfurt-Ebene“ mit Bezug auf die Horizontale, wie dargelegt in den Patentanmeldungen FR-A-2 683 642 und FR-A-2 683 643 der Anmelderin.

[0040] Für eine Nahaufgabe erfolgt eine Absenkung normalerweise der Augen um 33° , während die Absenkung des Kopfes 35° ausmacht, so dass die Arbeitsebene parallel verläuft zum mittleren Vertikal-Horizont.

[0041] Man wählt anschließend eine Arbeitsumgebung im Schritt **20** von **Fig. 2**, um dort anschließend den Standardträger anzugeben, ausgewählt im Schritt **10**. Man wählt beispielhaft einen Arbeitsplatz im Büro, beschrieben durch ein Dokument mit bekanntem Format (z. B. A4), vorgesehen an der horizontalen Arbeitsfläche mit ebenfalls bekannten Abmessungen. Der mittlere Punkt **M** befindet sich bei 2/3 der Höhe des Dokumentes und ist der Ort, an dem der Träger seinen Blick natürlich fallen lässt und wird einen ersten Bezugspunkt für die Nahaufnahme ausbilden.

[0042] Dieser Punkt **M** wird vorgesehen bei der Nahaufnahmefernung, angegeben durch die Addition, und für eine Gesamtneigung des Standard- oder Normblattes von 68° , gebildet als die Summe von 33° und 35° mit Bezug zur Horizontalen.

[0043] Man hat somit den Standard- oder Normträger in einer gegebenen Umgebung angeordnet bzw. dessen Position definiert. Diese Positionierung ist nicht abhängig von Merkmalen des Trägers und insbesondere nicht von der Ametropie und der Addition.

[0044] Im Schritt **30** von **Fig. 2** führt man eine Linse ein, wobei man Variationen oder Veränderungen der Blickrichtung berechnet, veranlasst durch das Vorhandensein der Linse. Man führt diese Berechnungen durch in Entsprechung einer Dünnlinsenannahme, und zwar bei sämtlichen Punkten der Scheitelsphäre bzw. des Gipfelhauptschnittes. Anders ausgedrückt, berücksichtigt man bei jedem Punkt der Sphäre an Scheiteln eine infinitesimale dünne Linse, deren Achse durch die optische Rotationsmitte des Auges tritt.

[0045] **Fig. 3** zeigt schematisch das rechte Auge **OD** und das linke Auge **OG**, sowie in gestrichelt angegeben, die Blickrichtung, um den Referenzpunkt für die Nahaufnahme **M** zu beobachten. Es ist bekannt, dass die Trägerstärke in der Richtung, die dem Blick zum Punkt **M** entspricht, gleich ist zu der Summe aus der Nahaufnahmestärke oder -stärke und der Addition. Wenn

man auf dem Blickpfad bezüglich der Scheitelsphäre eine dünne Linse anordnet, die über eine entsprechende Leistung oder Stärke verfügt, dargestellt in gestrichelter Linie in **Fig. 3**, so werden die Strahlen abgeleitet, wie in durchgezogenen Linien von **Fig. 3** dargestellt, so dass der fixierte oder feste Punkt nicht mehr der Punkt **M**, sondern vielmehr der Punkt **M'** ist. **Fig. 3** stellt eine Aufsicht dar; es ist jedoch offensichtlich, dass die Abweichungen ebenfalls nicht nur in einer horizontalen Ebene, sondern auch in einer vertikalen Ebene bewirkt werden.

[0046] Die in Schritt **20** bestimmte Neigung oder Schrägstellung wird somit verändert oder modifiziert durch die Einführung des Glases in den optischen Weg, bedingt durch prismatische Abweichungen, induziert durch die an dem Glas angetroffene Stärke oder Leistung, die gleich sein muss zu der verschiedenen oder vorgeschriebenen Stärke oder Leistung **VL**, zuzüglich der vorgeschriebenen Addition.

[0047] Im Schritt **40** von **Fig. 2** bestimmt man die Bewegungen der Augen und gegebenenfalls des Kopfes, die es ermöglichen, diese prismatischen Abweichungen zu korrigieren.

[0048] Zum Beispiel kann man berücksichtigen, dass die prismatische Abweichung in vertikaler Richtung kompensiert wird durch eine vertikale Bewegung der Augen, sowie durch Bewegungen des Kopfes, um den Punkt fixieren zu können. Der Teil, den jedes Organ bei dieser Kompensation durchführt, ist abhängig von der Ametropie oder Fehlsichtigkeit des Trägers. Für die Stärke oder Leistung **VL** von weniger als -2 Dioptrien erachtet man, dass die Kompensation vollständig gewährleistet wird durch die Augen. Für Fehlsichtigkeit und von $+2$ Dioptrien und darüber hinaus wird die Kompensation vollständig durch den Kopf durchgeführt, das heißt dass sich die Augen nicht bewegen. Für Stärken oder Leistungen **VL** zwischen -2 Dioptrien und $+2$ Dioptrien nimmt man an, dass der Teil, den der Kopf bei der Kompensation erfüllt, in linearer Weise zunimmt: Anders ausgedrückt, wird für eine Stärke oder Leistung **VL** von -1 Dioptrien die prismatische Vertikalabweichung zu 75% kompensiert, mittels Okularbewegungen, und zu 25% durch Bewegungen des Kopfes.

[0049] Man nimmt an, dass die horizontale prismatische Abweichung vollständig kompensiert wird durch Okularbewegungen, die eine Konvergenzmodifikation mit sich bringen.

[0050] Man führt erneut die Berechnungen unter Dünnlinsenannahme durch, und zwar bei jedem Punkt der Sphäre an Scheiteln oder Gipfeln bzw. an jedem Punkt der Scheitelsphäre bzw. des Gipfelhauptschnittes, wie erläutert unter Bezugnahme auf den Schritt **30**.

[0051] Am Ende vom Schritt **40** hat man die Bewegungen der Augen und gegebenenfalls des Kopfes ermittelt, wodurch es ermöglicht ist, die präzisen Abweichungen zu korrigieren, und somit die Blickrichtung zum Betrachten des Referenz- oder Bezugs- punktes für die Nahsicht.

[0052] Man kennt somit die Punkte an den Gläsern, an denen die Stärke oder Leistung gleich sein muss zu der vorgenannten Stärke oder Leistung VL, zuzüglich der vorgeschriebenen Addition. Man kennt ebenfalls die exakte Positionierung des Trägers, bedingt durch die Okularen- und Kopfbewegungen, die dieser zur Kompensation einsetzt. Man kann somit Positionen von Rotationsmitteln der Augen und des Kopfes mit Bezug auf das Dokument und somit der Arbeitsfläche bestimmen.

[0053] Im Schritt **50** von **Fig. 2** berechnet man ausgehend von der somit bestimmten Position, die subjektive Akkommodation des Trägers. Hieraus kennt man die Stärke an dem Glas, die Position des Glases vor dem Auge und die Objektentfernung zum Beobachten des Nahsichtbezugs- oder -Referenzpunktes.

[0054] Die subjektive Akkommodation lässt sich unter Einsatz der folgenden Gleichung herleiten:

$$\text{Trägerstärke} = \text{Objektnähe} - \text{Akkommodation},$$

entsprechend der bei jedem Punkt der Scheitelsphäre durchgeführten Dünnlinsennäherung bzw. -Approximation.

[0055] Im Schritt **60** von **Fig. 2**, unter Kenntnis der Akkommodation und der Blickrichtung, bestimmt man die für den Träger anwendbare Donders-Gesetzmäßigkeit. Diese Gesetzmäßigkeit stellt in Abhängigkeit des Alters eine Beziehung bereit zwischen der Konvergenz und der Akkommodation.

[0056] **Fig. 4** zeigt eine graphische Darstellung der Donders-Gesetzmäßigkeit. Es sind abszissenmäßig dargestellt die Konvergenz in m^{-1} und an der Ordinate die Akkommodation in Dioptrien. Die in unterbrochenen Linien dargestellte Kurve zeigt die Beziehung zwischen diesen zwei Größen für einen jungen Träger (**25** Jahre). Die Kurven in durchgezogenen Linien und in strichpunkteten Linien zeigen jeweils die Beziehung zwischen diesen zwei Größen für Träger mit **41** bzw. **50** Jahren.

[0057] Unter Kenntnis des Bezugspunktes für die Nahsicht, der Akkommodation und der Konvergenz, bestimmt man die Neigung oder Schräglage des linearen Abschnitts oder Teiles der Donderskurve. Die Grenze des horizontalen Abschnittes der Donderskurve wird angegeben durch die maximale Akkommodation des Trägers, die vom Alter abhängig ist. Das Alter ist mit der Addition verknüpft oder dies-

bezüglich abhängig, basierend auf klinischen Studien.

[0058] Man kennt somit nach dem Schritt **60** von **Fig. 2** die Dondersgerade, die es anschließend ermöglicht, die subjektive Akkommodation mit der Konvergenz in Verbindung zu bringen, für den ausgewählten Träger.

[0059] Man erhält in dieser Weise eine vollständige Definition des Trägers und seiner Position in der Umgebung. Man bestimmt anschließend für jede Richtung der Augen, und somit für jeden Punkt der Gläser, eine zugeordnete Stärke oder Leistung und eine Objektnähe oder -entfernung, in dem die Umgebung des Trägers abgetastet oder überstrichen wird, wie dies unter Bezugnahme auf **Fig. 5** erläutert wird.

[0060] Zum Zwecke dieser Abtastung der Umgebung verfolgt man eine Abtast- oder Überstreichungsstrategie, sowie Regeln zur Kompensation von präzisen Abweichungen durch Kopf- und Augenbewegungen.

[0061] Für die Abtastung oder Überstreichung des Dokumentes kann man genereller Weise feststellen, dass der Träger den Kopf nicht bewegt, um die präzisen vertikalen Abweichungen zu kompensieren, wenn man die oben angegebene Regel berücksichtigt. Der größte Teil der Überstreichung des Dokumentes wird somit gewährleistet durch Okularbewegungen.

[0062] Oberhalb des Dokuments bewegen sich der Kopf und die Augen gleichzeitig, um eine Endposition zu erreichen, so dass die Neigung der Augen Null ist, wenn die Neigung des Kopfes Null ist.

[0063] Ferner wird außerhalb der Arbeitsfläche die Objektentfernung interpoliert in linearer Weise bezüglich der vertikalen Position der Augen in Laufbahnen oder Orbits zwischen der Entfernung oder dem Abstand des Randes der Arbeitsfläche und dem Unendlichen, entsprechend der Objektentfernung in der Fernsicht (Neigung des Kopfes und der Augen Null).

[0064] Man definiert somit eine Abtast- oder Überstreichungsstrategie der Umgebung, d. h. eine Gesamtheit an in der Umgebung beobachteten oder betrachteten Punkten, sowie zugehörige Positionen der Augen und des Kopfes.

[0065] Für jeden dieser Punkte bestimmt man unter Kenntnis der Objektnähe oder des Objektabstandes die Blickrichtung und die nötige Stärke oder Leistung, wie dies nunmehr erläutert wird unter Bezugnahme auf **Fig. 5**.

[0066] Im Schritt **100** wird ein Punkt der Umgebung betrachtet. Vorteilhafterweise ist die Umgebung be-

schrieben in Winkel- oder Polarkoordinaten mit der Rotationsmitte des Auges, für dessen Linse man die Berechnungen durchführt, als Ursprung, wobei die Abtastung oder Überstreichung inkremental gradweise durchgeführt wird, ausgehend von der niedrigst möglichen Position (80°) in der Sagittalebene.

[0067] Im Schritt **110** berechnet man für diesen Punkt der Umgebung eine Konvergenz beim Fehlen der Linse: In der Tat kennt man den Abstand des Punktes zur Rotationsmitte des Auges und den Pupillenabstand des Trägers.

[0068] Im Schritt **120** bestimmt man unter Kenntnis dieser Konvergenz und der Donderskurve eine Akkommodation, wobei man die nötige Stärke oder Leistung an der Linse berechnet. Somit stellt die Donderskurve die Akkommodation bereit, in Abhängigkeit von der Konvergenz; man berechnet die Stärke in Dünnlinsenannäherung, wie weiter oben erläutert unter Bezugnahme auf den Schritt **50** von **Fig. 2**.

[0069] Der Schritt **130** von **Fig. 5** entspricht mutatis mutandis dem Schritt **30** von **Fig. 2**. Im Schritt **130** veranlasst die Einführung der Linse mit der im Schritt **120** bestimmten Stärke prismatische Abweichungen, die zum Zwecke der Kompensation Bewegungen der Augen und des Kopfes erfordern, und somit eine Veränderung oder Modifikation des Abstandes des beobachteten oder betrachteten Punktes und der Konvergenz. Wie im Schritt **30** führt man Berechnungen unter Dünnlinsenannäherung bei jedem Punkt der Scheitelsphäre durch.

[0070] Im Schritt **140** berechnet man die neue Akkommodation und die neue Stärke, bewirkt durch diese Modifikationen.

[0071] Man kehrt anschließend zum Schritt **130** mit der neu errechneten Stärke zurück.

[0072] Durch sukzessive Iterationen, das heißt durch Wiederholung der Schritte **130** und **140**, minimiert man die Zielfehler, und man erhält letztendlich eine Stärke, für die das System stabilisiert ist. In der Tat hat es sich herausgestellt, dass die Berechnungen generell nach 10 - 15 Iterationsschritten konvergieren.

[0073] Diese Stärke oder Leistung entspricht einer Position des Kopfes und einer Position der Augen in Laufbahnen oder Orbiten, den Ort an dem Glas angebend, wo diese Stärke vorzusehen ist, zum Zwecke der Beobachtung des im Schritt **100** gewählten Punktes der Umgebung.

[0074] Man hat somit für eine Blickrichtung eine Objektnähe bzw. einen Objektabstand und eine Stärke der Linse bestimmt, wodurch es ermöglicht ist, einen gegebenen Punkt der Umgebung zu beobachten.

[0075] Im Schritt **150** schreitet man zum nächsten Punkt der Umgebung fort, unter Verfolgung der weiter oben erläuterten Überstreichungs- oder Abtastungsstrategie, wobei man entsprechend zum Schritt **110** zurückkehrt.

[0076] In dieser Weise hat man am Ende der Abtastung eine Werttabelle erhalten für das rechte Auge und eine Werttabelle für das linke Auge, jeweils enthaltend für jede Winkelposition des Auges in dem Orbit, und somit für jeden Punkt eines Glases, eine Stärke und eine zugeordnete Objektentfernung bzw. einen zugeordneten Objektabstand. Man hat somit für den Standardträger in einer gegebenen Umgebung und für eine gegebene Ametropie und eine gegebene Addition die Stärke und die Nähe errechnet für jede Richtung des Blickes bzw. für jede Blickrichtung.

[0077] Man kann in dieser Weise das Ergorama bestimmen. Beispielsweise führt man die oben erwähnten Berechnungen durch für Additionsraten, schrittweise variierend um 0,25 zwischen 0,50 und 3,50 Dioptrien, und zwar für Stärke, Werte oder Leistungswerte in der Fernsicht, sich verändernd schrittweise um 0,50 zwischen -12 und +12 Dioptrien.

[0078] Somit kann man das Ergorama für unterschiedliche Ametropien oder Fehlsichtigkeiten und Additionen bestimmen. Zusammenfassend verfährt man wie folgt:

man definiert Standard- oder Normmerkmale eines Trägers, insbesondere die Ametropie oder Fehlsichtigkeit und die Addition;

man definiert eine Umgebung, das heißt eine Gesamtheit an zu beobachtenden oder anzuschauenden Punkten;

man berechnet die Blickrichtung für den Nahsichtpunkt unter Dünnlinsenannäherung bei jedem Punkt der Scheitelsphäre bzw. des Hauptschnittes an Scheiteln oder Gipfeln, für eine Stärke oder Leistung, hergeleitet aus der Ametropie und der Addition;

man folgt die Donderskurve des Trägers, die Akkommodation und die Konvergenz verbindend bzw. in Beziehung setzend;

man bestimmt die Blickrichtung und die Stärke oder Leistung für die anderen Punkte der Umgebung mittels eines iterativen Verfahrens, unter Dünnlinsenannäherung, und zwar bei jedem Punkt der Scheitelsphäre, ausgehend von der Donderskurve.

[0079] Diese Definition des Ergoramas ermöglicht es ferner, an dem Glas einen Progressionsmeridian zu definieren, durch eine Gesamtheit an Blickrichtungen. Der Hauptprogressionsmeridian ist in vorteilhafter Weise definiert ausgehend von dem Ergorama und entspricht für eine gegebene Ametropie und eine

gegebene Addition der Gesamtheit an Blickrichtungen, entsprechend Punkten der Umgebung, die sich in der Sagittalebene befinden.

[0080] Man kann selbstverständlich andere Definitionen des Hauptprogressionsmeridians verwenden.

[0081] **Fig. 6** zeigt die typische Erscheinung eines Ergoramas entlang des Meridians, angegeben in Dioptrien, und zwar als Abhängigkeit des Winkels alpha zwischen der Blickrichtung und der Horizontalebene, die durch den Punkt **Q'** tritt, für eine Fehlsichtigkeit oder Ametropie, entsprechend einer Stärke oder Leistung 0 in der Fernsicht und einer Addition von 2,00 Dioptrien. In **Fig. 6** wurden lediglich die Veränderungen des Ergoramas in Abhängigkeit des Winkels alpha angegeben. In der Tat kann man in einer ersten Annäherung realistisch annehmen, dass das Ergorama ausschließlich eine Funktion des Winkels alpha ist, und dass eine Veränderung nur geringfügig auftritt in Abhängigkeit des Winkels beta. Typischerweise ist das Ergorama 0 am Steuerpunkt oder Kontrollpunkt der Fernsicht, wobei es einen Wert hat in der Größenordnung von 2,5 - 3,5 Dioptrien am Steuer- oder Referenzpunkt der Nahsicht.

[0082] Die Erfindung schlägt vor, zum Zwecke der Optimierung der asphärischen Fläche einer Linse nicht die Werte des Hauptschnittes und des Astigmatismus zu verwenden, sondern vielmehr die Werte der optischen Stärke oder Leistung und der Astigmatismusaberration. Die Berücksichtigung dieser optischen Werte und nicht mehr der Oberflächenwerte ermöglicht eine verbesserte Definition der asphärischen Fläche von Linsen und eine bessere Beibehaltung von optischen Eigenschaften der Linsen bei konstanter Addition für unterschiedliche Stärken oder Leistungen.

[0083] **Fig. 7** zeigt ein Beispiel einer Basiszerlegung, die verwendet werden kann zur Darstellung von erfindungsgemäßen Linsen. **Fig. 7** zeigt an der Ordinate Basiswerte und an der Abszisse Werte der optischen Stärke oder Leistung, entsprechend dem Referenz- oder Bezugspunkt. Wie es die Figur zeigt, kann man zur Definition von Linsen Basenwerte von 2, 3,5, 4,3, 5,3 und 6,2 Dioptrien verwenden. Für einen optischen Stärkenwert, das heißt für einen Abszissenwert an **Fig. 7**, verwendet man den Basiswert, der graphisch bereitgestellt ist in **Fig. 7**. Die Auswahl an 5 Basiswerten ermöglicht somit, die gesamten optischen Trägerstärken zwischen -6 und 6 Dioptrien abzudecken.

[0084] Die Erfindung schlägt vor, Linsen zu definieren unter Einsatz eines Optimierungsprogrammes von optischen Parametern, von Linsen mit den folgenden Merkmalen.

[0085] Man definiert eine Wichtungsfunktion zur Nutzung bei der Optimierung durch die Auswahl eines Ziels und durch Wertung von unterschiedlichen Zonen des Ziels. Man schreibt das Ziel für eine gegebene Fehlsichtigkeit durch Auswahl an Stärke oder Leistung in der Fernsicht und für eine gegebene Addition.

[0086] Für die Stärke oder Leistung nimmt man als Ziel oder Zielwert die Trägerstärke an, bereitgestellt durch das Ergorama, und zwar für die gewählte Ametropie und Addition.

[0087] Für die Astigmatismusaberration kann man als Ziel oder Zielwert die Ergebnisse verwenden, bereitgestellt durch die Messung einer Linse gemäß dem Stand der Technik, wie zum Beispiel von Linsen, die von der Anmelderin vertrieben werden unter der Marke „COMFORT“.

[0088] Insbesondere berücksichtigt man für die gegebene Fehlsichtigkeit und Addition eine bekannte Linse mit entsprechender Addition, wobei man eine Stärke oder Leistung 0 am Fernsichtpunkt vorsieht. Man erhält somit eine bekannte Linse, die die gewählte Addition und Ametropie aufweist.

[0089] Man misst für diese Linse unter Einsatz eines Ray-Tracing-Programmes bzw. eines Strahlverfolgungsprogrammes die Astigmatismusaberration, wie weiter oben definiert, in den Tragebedingungen, und ausgehend von Näherungs- oder Nähewerten, wie durch das Ergorama angegeben. Man kann die Bedingungen des Tragens, wie in **Fig. 1** definiert, berücksichtigen. Man erhält somit bei jeder Blickrichtung, gegeben durch ein Paar (alpha, beta) einen Astigmatismusaberrationswert.

[0090] Man kann diese Werte verändern, um noch stärker die Leistungen zu verbessern, indem Astigmatismusaberrationswerte reduziert werden, erhalten in lateralen Zonen, zum Zwecke der Erweiterung oder Ausweitung der Fernsichtzone und der Nahsichtzone.

[0091] Man betrachtet also eine Ziellinse, deren optische Merkmale die folgenden sind:

an dem Meridian, definiert durch das Ergorama, sind diese durch das Ergorama angegebene Stärke und die Astigmatismusaberration 0;

außerhalb des Meridians entsprechen die von dem Ergorama angegebene Stärke oder Leistung und die an der Linse gemessene Astigmatismusaberration dem Stand der Technik, gegebenenfalls leicht modifiziert.

[0092] Man erhält somit für jede Blickrichtung einen Trägerstärken-Wert und eine Astigmatismusaberration, angegeben durch die Ziellinse.

[0093] Die Zielsetzung des Optimierungsprogrammes, ausgehend von einer zu optimierenden Linse, besteht darin, sich so weit wie möglich anzunähern an die Ziellinse. Man kann hierfür eine Wichtungs- oder Wertungsfunktion berücksichtigen, repräsentativ für Abstände zwischen der zu optimierenden Linse und der Ziellinse, definiert wie folgt. Für eine Gesamtheit an Punkten der Linse oder der Scheitelsphäre bzw. des Scheitelhauptschnittes, oder auch an Blickrichtungen, indiziert durch eine Variable I , berücksichtigt man die Wichtungs- oder Wertungsfunktion, dargestellt in der Form:

$$\sum p_i \cdot \sum w_{ij} \cdot (V_{ij} - C_{ij})^2$$

wobei p_i eine Wertigkeit des Punktes i ist;

V_{ij} der Wert des j -en Parametertypes am Punkt i ist;

C_{ij} der Zielwert des j -en Parametertypes am Punkt i ist;

w_{ij} die Wichtung oder Wertung des j -en Parametertypes am Punkt i ist.

[0094] Man kann zum Beispiel zu geeigneten Ergebnissen gelangen unter Berücksichtigung einer Gesamtheit an 700 Punkten, verteilt an dem Meridian (70 Punkten) und dem Rest der Linse mit einer beachtlicheren Konzentration in der Nähe des Meridiens.

[0095] Man kann j auf 2 festlegen und Parameter verwenden, die die Trägerstärke und die Astigmatismusaberration sind, wie weiter oben erläutert.

[0096] Die Wichtung oder Wertung p_i von Punkten i ermöglicht es, unterschiedliche Bereiche der Linse stärker oder weniger stark zu berücksichtigen. Es ist vorteilhaft, eine beachtliche Wertung oder Wichtung an dem Meridian vorzusehen und die Wichtung oder Wertung mit der Entfernung zu reduzieren, die bezüglich des Meridiens besteht.

[0097] Der Wert V_{ij} wird für den Punkt i von einem Ray-Tracing- oder Spurverfolgungs- bzw. Strahlverfolgungsprogramm gemessen, unter Verwendung von Definitionen der Trägerstärke und der Astigmatismusaberration, wie weiter oben angegeben, ausgehend von Nähe oder Näherungswerten, bereitgestellt durch das Ergorama. V_{i1} ist der Trägerstärkenwert, gemessen am Punkt i und V_{i2} ist der gemessene Astigmatismusaberrationswert am Punkt i .

[0098] Insbesondere kann man wie folgt verfahren; in der Richtung alpha, beta des Punktes i konstruiert man mittels eines Ray-Tracing-Programmes bzw. eines Strahlverfolgungsprogrammes den Strahl, ausgehend von der Rotationsmitte des Auges, welcher

die hintere Fläche der Linse, die Linse, anschließend die Vorderfläche durchquert und in dem Objektraum mündet. Man betrachtet anschließend den Objektpunkt, sich an dem so dargestellten oder verfolgten Strahl befindlich bei einem Abstand der Frontfläche des Glases gleich zu dem Inversen der von dem Ergorama angegeben Objektnähe für die Richtung alpha, beta.

[0099] Ausgehend von diesem Objektpunkt verfolgt man eine Vielzahl von Strahlen, zum Beispiel drei, hin zu der Linse, zum Zwecke der Rekonstruktion der Punkte J und T von **Fig. 1**; man verfährt somit mittels einer Exaktheitsabschätzung des erhaltenen Bildes eines gegebenen Objektpunktes. Man berechnet somit die Bildnähe oder -entfernung und die Astigmatismusaberration V_{i2} . Ausgehend von dem Ergorama und der errechneten Bildnähe, bestimmt man die Trägerstärke V_{i1} in der Richtung alpha, beta.

[0100] Die Werte C_{ij} sind Zielwerte: In dem Beispiel ist C_{i1} der Trägerstärkenwert und C_{i2} der Astigmatismusaberrationswert am Punkt i .

[0101] w_{ij} ist die Wertung des j -en Types an Parametern des Punktes i . Man kann somit für einen gegebenen Punkt die Trägerstärke oder den Astigmatismus privilegieren oder bevorzugen bzw. stärker wichten.

[0102] Man definiert somit in dieser Weise ein Ziel bzw. Zielwerte, sowie eine Wertungsfunktion, repräsentativ von Abständen bzw. Differenzen von optischen Eigenschaften einer Linse mit Bezug auf dieses Ziel. Eine solche Wertungs- oder Wichtungsfunktion ist so selbstverständlich positiv und muss während des Optimierungsverfahrens minimiert werden.

[0103] Zum Zwecke der Ausführung der Optimierung ist es somit ausreichend, eine Ausgangslinse und ein Berechnungsverfahren zu wählen, eine Minimierung ermöglicht mittels Iterationen der Werte der Wertungs- oder Wichtungsfunktion.

[0104] Man kann vorteilhafterweise als Berechnungsverfahren ein gedämpftes Verfahren der kleinsten Quadrate verwenden, oder auch jegliches andere Optimierungsverfahren, welches an und für sich bekannt ist.

[0105] Für eine gegebene Fehlsichtigkeit und Addition kann man als Ausgangslinse eine Linse gemäß dem Stand der Technik in Betracht ziehen, umfassend eine asphärische Fläche mit entsprechender Addition, wobei ein Basiswert am Steuerpunkt der Fernsicht gleich sein sollte zu jenem, welcher angegeben ist durch die Kurve von **Fig. 7**; man ordnet dieser asphärischen Fläche eine sphärische Fläche zu, die es ermöglicht, die gewünschte Fehlsichtigkeit oder Ametropie zu erhalten bzw. auszugleichen, und zwar für eine gegebene Dicke am Zentrum. Somit

verfügt für eine gegebene Stärke die erfindungsgermäße Linse über eine flachere oder ebenere Frontfläche als eine Linse gemäß dem Stand der Technik.

[0106] Zum Ausführen der Optimierung kann man, vorteilhafterweise von dieser Ausgangslinse ausgehend, der asphärischen Fläche eine zu optimierende Schicht oder Überdeckung zufügen und lediglich diese Schicht in dem Optimierungsverfahren verändern. Beispielsweise kann man als Schicht eine sogenannte Zerneke-Polynom-Modellisation verwenden; dies ermöglicht es, die Berechnungen der Strahlverfolgung bzw. des Ray-Tracing zu vereinfachen; das Zerneke-Polynom wird dargestellt in hohen Werten am Ende des Optimierungsverfahrens, so dass eine Höhenkarte erhalten werden kann von Punkten der asphärischen Fläche.

[0107] Man erreicht somit für eine gegebene Fehlsichtigkeit oder Ametropie und für eine gegebene Addition eine optimierte Linse, und zwar nach iterativen Schritten oder Iterationsschritten des Optimierungsprogramms. Indem man ein Verfahren der gedämpften kleinsten Quadrate verwendet, eine Wertungs- oder Wichtungsfunktion, wie weiter oben definiert, und eine solche Ausgangslinse, ist es ausreichend, in etwa zehn Iterationsschritte durchzuführen, um in den meisten Fällen zu einer Linse zu gelangen, die über gute Eigenschaften oder Leistungen verfügt.

[0108] Zum Zwecke der Vermeidung einer Optimierung für jedes Paar aus Ametropie und Addition, kann man wählen, die Optimierung lediglich für Hauptstärkewerte in dem Horizontalabsatz der Kurve von **Fig. 7** durchzuführen. Für benachbarte Stärken sieht man einfach zusätzlich zu der Ausgangslinse die asphärische Schicht vor, errechnet in dem Optimierungsprogramm. Anschließend überprüft man, ob die erhaltenen optischen Leistungen korrekt sind, das heißt nahe zu den entsprechenden Zielwerten. Somit verfährt man mit dem Basenunterteilungsbeispiel von **Fig. 7** mittels einer Optimierung lediglich für sämtliche optischen Trägerstärken zwischen -2,5 und 0 Dioptrien, entsprechend einer Basis von 3,5 Dioptrien.

[0109] Die Erfindung ermöglicht es, praktisch identische Ergebnisse zu erhalten, unabhängig von der optischen Trägerstärke oder Leistung des Trägers bei einer gegebenen Addition.

[0110] Die anschließenden Figuren zeigen Beispiele von Linsen gemäß der vorliegenden Erfindung und von bekannten Linsen. Im folgenden werden die folgenden Definitionen der Fernsichtzone, der Mittelsichtzone und der Nahsichtzone verwendet: Diese Zonen definieren als Gesamtheit die Blickrichtungen oder entsprechenden Punkte der Linse, in denen die Astigmatismusaberration kleiner ist als 0,5 Dioptrien. Man nennt Isoastigmatismuslinien die Linien, die gebildet sind durch Punkte, für welche die Astigma-

tismusaberration einen konstanten Wert zeigt. Der Blickverlauf in der Fernsichtzone ist somit die von dem Blick überstrichene Fläche in der Fernsichtzone, d. h. zwischen Isoastigmatismuslinien mit 0,5 Dioptrien, und zwar sowohl am Rand der Linse als auch oberhalb der geometrischen Mitte der Linse.

[0111] Die Feldbreite bzw. Sichtbreite in der Nahsicht ist somit die winkelmäßige Breite auf der Höhe des Messpunktes der Nahsicht zwischen den Isoastigmatismuslinien 0,5 Dioptrien.

[0112] **Fig. 8** zeigt die optische Stärkenvariation entlang des Meridians für die unterschiedlichen Additionen von 0,75 - 3,5 Dioptrien. An der Abszisse von **Fig. 8** sind die Blickentwicklung oder der Winkel alpha in Grad aufgetragen. An der Ordinate sind die optische Stärke, Variationen oder Veränderungen aufgetragen mit Bezug auf die optische Stärke am Referenzpunkt: Diese Variation ist 0 am Referenzpunkt, sich befindend an der Frontfläche der Linse bei 8 mm oberhalb der geometrischen Mitte oder bei einem Winkel alpha benachbart zu 8°. Für jede Addition wurden in **Fig. 8** die unterschiedlichen optischen Optimierungsstärken angegeben, welche jene sind, wie weiter oben definiert (-4,5, -1,5, 1,3 und 4,75 Dioptrien).

[0113] Man stellt fest, dass für eine gegebene Addition die optische Stärke oder Leistung entlang des Meridians praktisch identisch ist, unabhängig von der Stärke oder Leistung am Referenzpunkt in VL; anders ausgedrückt kann die Erfindung eine Monodesignoptik gewährleisten, d. h. optische Stärken oder Leistungen für den Träger im zwischengelagerten Raum, das heißt in dem Raum Glas - Auge, wobei eine Unabhängigkeit besteht bezüglich der Stärke oder Leistung in VL. Man folgert einfach aus **Fig. 8** die Zielwerte der optischen Stärke entlang des Meridians, die praktisch erreicht sind.

[0114] **Fig. 9** zeigt vergleichsweise die entsprechenden graphischen Darstellungen für eine Linse gemäß dem Stand der Technik. Man kann in **Fig. 9** eine beachtlichere Dispersion oder Streuung der Werte der optischen Stärke oder Leistung für eine gegebene Addition feststellen, und zwar in Abhängigkeit von unterschiedlichen Stärken oder Leistungen in VL. Dies zeigt sehr deutlich, wie es die Erfindung ermöglicht, die Leistungen von bekannten Linsen zu verbessern.

[0115] **Fig. 10** zeigt eine Darstellung analog zu jener von **Fig. 8**, wobei man jedoch zusätzlich graphische Darstellungen vorgesehen hat bezüglich optischen Trägerstärken oder Leistungen für Linsen entsprechend extremen optischen Stärken oder Leistungen für jede Basis, zum Beispiel -2,25 und 0 Dioptrien für die Basis 3,5 Dioptrien. Man kann in **Fig. 10** feststellen, dass die Veränderungen oder Variationen der optischen Stärke oder Leistung entlang des Meridi-

ans noch praktisch den Zielwerten von **Fig. 8** entsprechen. Anders ausgedrückt, gewährleistet die Erfindung sogar noch vergleichbare optische Eigenschaften oder Stärken bzw. Leistungen, selbst wenn die hinteren Flächen, die zur Optimierung gedient haben, ersetzt werden durch unterschiedliche bzw. andere hintere oder Heckflächen.

[0116] **Fig. 11** zeigt vergleichsweise entsprechende graphische Darstellungen für eine Linse gemäß dem Stand der Technik. Man stellt in **Fig. 11** eine deutlich erhöhte Streuung oder Dispersion von Werten der optischen Stärke fest, und zwar für eine gegebene Addition, in Abhängigkeit von unterschiedlichen Stärken oder Leistungen im VL- bzw. Fernsichtbereich.

[0117] Entsprechende Ergebnisse werden erhalten für die Astigmatismusaberration. Man gewährleistet insbesondere gemäß der Erfindung eine Astigmatismusaberration von weniger als 0,2 Dioptrien an dem Meridian, unabhängig von den Stärken oder Leistungen in VL bzw. in der Fernsicht bzw. Fernsichtzone und der Addition und für jegliche optische Stärke oder Leistung.

[0118] **Fig. 12** zeigt erfindungsgemäß erhaltene Ergebnisse bezüglich der Variation mit Bezug auf das Ergorama. Die unterschiedlichen Kurven von **Fig. 12** zeigen die Veränderung oder Variation der optischen Stärke oder Leistung entlang des Meridians, wenn man sich von dem Ergorama entfernt, und zwar bei einem Wert enthalten zwischen + 2,00 Dioptrien und - 2,00 Dioptrien, wobei eine Schrittweite von 0,25 Dioptrien gegeben ist. Die in der Figur am niedrigsten dargestellte Kurve entspricht einer Beabstandung + 2,00 Dioptrien, wobei die höchste Kurve einer Beabstandung von - 2,00 Dioptrien entspricht. An der Ordinate sind die Veränderungen oder Variationen aufgetragen mit Bezug auf die optische Zielstärke oder Leistung, wobei an der Abszisse die Blickanhebung bzw. der Blickwinkel aufgetragen ist (Winkel alpha); die Kurven von **Fig. 12** entsprechen einer erfindungsgemäß Linse mit einer Addition von 3,50 und einer optischen Stärke oder Leistung von 5 Dioptrien am Referenz- oder Bezugspunkt (Basis 6,2 Dioptrien).

[0119] Es erscheint in **Fig. 12**, dass die Variation oder Veränderung der optischen Stärke oder Leistung kleiner bleibt als 0,125 Dioptrien, wenn die Beabstandung zu dem Ergorama zwischen 0 und 0,5 Dioptrien in der Fernsichtzone ausmacht (alpha zwischen -30° und 0°). In der Nahsichtzone (alpha zwischen 20° und -40°) verbleibt die Variation oder Veränderung der optischen Stärke oder Leistung bei einem Wert von weniger als 0,125 Dioptrien, wenn die Beabstandung zu dem Ergorama bei einem Absolutwert gegeben ist als weniger als 1 Dioptrie.

[0120] Für dieselbe Linse zeigt die **Fig. 13** die entsprechenden Ergebnisse bezüglich der Astigmatis-

musaberration. Wie in **Fig. 12** verbleiben die Veränderungen oder Variationen der Astigmatismusaberration schwach, selbst wenn man sich von dem Ergorama beabstandet, welches erfindungsgemäß verwendet wird. In der Fernsicht verbleiben die Astigmatismusaberrationsveränderungen oder -variationen unterhalb von 0,125 Dioptrien für Beabstandungen zu dem Ergorama in einem Bereich von 0-0,50 Dioptrien. In der Nahsicht können die Beabstandungen zu dem Ergorama 1 Dioptrie erreichen, ohne dass sich die Astigmatismusaberration stärker ändern würde als 0,125 Dioptrien.

[0121] Man findet analoge Ergebnisse bezüglich der Feldbreite am Meßpunkt der Nahsicht: Die Feldbreite bzw. die Sichtfeldbreite verändert sich um nicht mehr als 15% bezüglich des Nominal- oder Nennwertes, wenn die Beabstandung zu dem Ergorama kleiner ist als 1 Dioptrie.

[0122] In der Fernsicht ist der Blickverlauf bzw. die Blickerscheinung (Erscheinung im Inneren des Isoastigmatismus mit 0,5 Dioptrien) nicht stärker variabel als 15%, wenn die Beabstandung zu dem Ergorama kleiner ist als 1 Dioptrie.

[0123] Anders ausgedrückt und mit Bezug auf das Zielergorama, welches verwendet wird bei der Definition der optischen Stärke oder Leistung, sind Beabstandungen oder Abweichungen möglich, wobei nichtsdestotrotz gewährleistet ist, dass die optische Stärke oder Leistung und die Astigmatismusaberration, die Feld- oder Sichtfeldbreite in der Nahsicht oder die Blickschweifung bzw. die Blickabtastung in der Fernsicht geringfügig variieren. Selbst wenn der Träger von Linsen nicht über ein entsprechendes Ergorama verfügt bezüglich jenem, welches erfindungsgemäß verwendet wird, verbleiben die Ergebnisse der erfindungsgemäß Linse zufriedenstellend: Vergleichbare optische Leistungen werden gewährleistet für jegliche Werte an Basen und an optischer Stärke für eine gegebene Addition, wobei die Einfachheit der Bearbeitung der Heck- oder hinteren Fläche der Linse beibehalten werden kann.

[0124] Die **Fig. 14-22** zeigen Ergebnisse, wie sie dank der Erfindung erhalten wurden, im Vergleich zu Ergebnissen mit Linsen gemäß dem Stand der Technik.

[0125] In den **Fig. 14-22** wurden für eine Linse gemäß dem Stand der Technik und für Linsen gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt Niveaulinien der optischen Stärke oder Leistung (oder der Astigmatismusaberration), d. h. Linien, die gebildet sind aus Punkten, welche über eine identische optische Stärke oder Leistung (oder identische Astigmatismusaberrationen) verfügen. Die Linien sind dargestellt für optische Stärken- oder Leistungswerte (oder für Astigmatismusaberration), vorgesehen für 0,25-

0,25 Dioptrien; lediglich ganze Zahlwerte oder halbe Zahlwerte der optischen Stärke (oder der Astigmatismusaberration) sind in den Figuren eingetragen, wobei die zwischengelagerten Werte (0,25, 0,75, 1,25 etc.) in den Figuren nicht eingetragen sind.

[0126] Die Linsen sind in einem sphärischen Koordinatenbezugssystem dargestellt, wobei der Winkel beta an der Abszisse und der Winkel alpha an der Ordinate aufgetragen sind.

[0127] In den **Fig. 16**, **Fig. 19** und **Fig. 22** wurde die optische Stärke oder Leistung entlang des Meridians in durchgezogenen Linien dargestellt, wobei ebenfalls in gestrichelten Linien die jeweils entsprechenden minimalen und maximalen optischen Stärken bzw. Leistungen erscheinen, und zwar:

- die Summe des Ergoramas mit 1/JS;
- die Summe des Ergoramas mit 1/JT.

[0128] In den **Fig. 16**, **Fig. 19** und **Fig. 22** wurden an der Ordinate der Winkel alpha in Grad und an der Abszisse die optische Stärke oder Leistung in Dioptrien aufgetragen.

[0129] Die **Fig. 14-16** zeigen eine Linse gemäß dem Stand der Technik mit einem Durchmesser von 70 mm; die Frontfläche dieses Glases ist eine multifokale Progressiv- oder Gleitsichtfläche, mit einer Basis von 2 Dioptrien und einer Addition von 2. Die hintere oder Heckfläche ist derart ausgewählt, dass eine optische Stärke oder Leistung in der Fernsicht von 4,5 Dioptrien gegeben ist, wobei ein Prismenwert oder ein Prisma von 1,36° vorliegt. Die Ebene des Glases ist mit Bezug auf die Vertikale um 12° geneigt, und es besteht eine Dicke im Zentrum von 1,2 mm. Man berücksichtigt als Wert von $q' 27$ mm, wie angegeben unter Bezugnahme auf **Fig. 1**.

[0130] **Fig. 14** zeigt die Niveau- oder Höhenlinien der optischen Stärke oder Leistung, wobei die **Fig. 15** die Niveau- oder Höhenlinien der Astigmatismusaberration zeigen.

[0131] **Fig. 16** zeigt die optische Stärke oder Leistung, wobei die minimalen und maximalen optischen Stärken bzw. Leistungen entlang des optischen Meridians angegeben sind. Am Mess- oder Referenzpunkt der Fernsicht, wie angegeben, beträgt die optische Stärke oder Leistung -4,5 Dioptrien. Die Astigmatismusaberration liegt bei 0,26 Dioptrien. Am Messpunkt der Nahsicht beträgt die optische Stärke oder Leistung -2,01 Dioptrien. Die Astigmatismusaberration beträgt 0,19 Dioptrien. Die optische reelle Addition beträgt somit 2,4 Dioptrien.

[0132] Die **Fig. 17-19** zeigen entsprechende Figuren für eine erste Linse gemäß der vorliegenden Erfindung, mit einem Durchmesser von 70 mm; die Front-

fläche dieses Glases ist eine multifokale Gleitsichtfläche mit einer Basis von 2,0 Dioptrien und einer Addition von 2,0. Die hintere oder Heckfläche ist derart gewählt, dass eine optische Stärke oder Leistung in der Fernsicht von -4,5 Dioptrien besteht, wobei ein prismatischer Wert oder Prisma von 1,36° besteht. Die Ebene des Glases ist mit Bezug auf die Vertikale um 12° geneigt, wobei eine Dicke am Zentrum von 1,2 mm gegeben ist. Man nimmt als Wert von $q' 7$ mm an, wie gegeben unter Bezugnahme auf **Fig. 1**.

[0133] **Fig. 17** zeigt die Höhen- oder Niveaulinien der optischen Stärke, wobei **Fig. 18** die Höhen- oder Niveaulinien der Astigmatismusaberration zeigt.

[0134] **Fig. 19** zeigt die optische Stärke oder Leistung, sowie die minimalen und maximalen optischen Stärken bzw. Leistungen entlang des optischen Meridians. Am Messpunkt der Fernsicht, wie angegeben, beträgt die optische Stärke oder Leistung -4,50 Dioptrien. Die Astigmatismusaberration beträgt 0,02 Dioptrien. Am Messpunkt der Nahsicht beträgt die optische Stärke -2,50 Dioptrien. Die Astigmatismusaberration beträgt 0,01 Dioptrien. Die optische reelle Addition beträgt somit 2,00 Dioptrien.

[0135] Die **Fig. 20-22** zeigen entsprechende Figuren für eine zweite erfindungsgemäße Linse, identisch zu der ersten, mit jedoch einer Basis von 5,3 Dioptrien, einer Addition von 2 Dioptrien und einer optischen Stärke oder Leistung von 3 Dioptrien, wobei eine Dicke im Zentrum oder der Mitte von 4,7 mm gegeben ist.

[0136] **Fig. 20** zeigt die Höhen- oder Niveaulinien der optischen Stärke, während die **Fig. 21** die Höhen- oder Niveaulinien der Astigmatismusaberration zeigt.

[0137] **Fig. 22** zeigt die optische Stärke bzw. Leistung und die minimalen und maximalen optischen Stärken bzw. Leistungen entlang des optischen Meridians. Am Messpunkt der Fernsicht beträgt, wie angegeben, die optische Stärke 3 Dioptrien. Die Astigmatismusaberration liegt bei 0,02 Dioptrien. Am Messpunkt der Nahsicht beträgt die optische Stärke oder Leistung 5,06 Dioptrien. Die Astigmatismusaberration liegt bei 0,01 Dioptrien. Die reelle optische Addition beträgt somit 2,06 Dioptrien.

[0138] Der Vergleich dieser Figuren ermöglicht es, die Vorteile der Erfindung nachzuvollziehen.

[0139] In erster Linie ermöglicht die Erfindung mit Bezug auf den Stand der Technik, sehr wohl unterschiedliche hintere oder Heckflächen zu berücksichtigen und zufriedenstellende Ergebnisse zu erhalten für den Träger, nicht mit Bezug auf die mittlere Flächenbrechkraft und den Zylinder bzw. Astigmatismus, sondern vielmehr bezüglich der optischen Stärke oder Leistung und der Astigmatismusaberration.

Man kann insbesondere eine starke Absenkung der Astigmatismusaberration entlang des Meridians feststellen, wobei die optischen Stärken- oder Leistungs- kurven der minimalen optischen Stärke oder Leistung und der maximalen optischen Stärke oder Leistung praktisch zusammenfallend sind für die erfindungsgemäßen Linsen. Insbesondere gilt für die zwei Linsen der **Fig. 17 - Fig. 22**, wie für die anderen Linsen der Erfindung, dass man gewährleistet, dass die Astigmatismusaberration bei weniger als 0,2 Dioptrien entlang des Meridians verbleibt.

[0140] Ferner ermöglicht es die Erfindung für eine gegebene Addition zu gewährleisten, dass praktisch vergleichbare Eigenschaften oder Leistungen gegeben sind: Die **Fig. 18** und **Fig. 21** zeigen analoge Erscheinungen und gewährleisten praktisch identische und stärker ausgeweitete Fernsicht- und Nahsichtzonen als bei der Linse gemäß **Fig. 15**.

[0141] Die Feldbreite oder Sichtfeldbreite in der Nahsicht ist bei den zwei Linsen gemäß der Erfindung jeweils gegeben mit 24° und 26° . Bei der Linse gemäß dem Stand der Technik beträgt diese Breite lediglich 18° . Die Feldbreite ist größer bei den zwei Linsen der **Fig. 17-22**, wie auch bei den anderen Linsen der Erfindung mit $21/A + 10^\circ$, wobei A die Addition ist.

[0142] Qualitativ schlägt die Erfindung einen Satz an Linsen vor, bei welchem die optischen Stärken bzw. Leistungen von unterschiedlichen Linsen praktisch identisch sind für eine gegebene Addition, und zwar unabhängig von der optischen Stärke am Messpunkt der Fernsichtzone: Dies entspricht einem optischen Mono- oder Einzeldesign.

[0143] Insbesondere verändert sich die Blickwahrnehmung oder Blickerscheinung in der Fernsicht, definiert wie weiter oben, um weniger als 15% für eine gegebene oder entsprechende Addition, unabhängig von der optischen Stärke oder Leistung am Messpunkt der Fernsichtzone.

[0144] Gemäß der Erfindung verändert sich die Feld- oder Sichtfeldbreite in der Nahsicht, die ebenfalls bereits weiter oben definiert wurde, um weniger als 15% für ein und dieselbe bzw. eine gegebene Addition, unabhängig von der optischen Stärke oder Leistung am Messpunkt der Fernsichtzone.

[0145] Selbstverständlich ist es möglich, die Begriffe Vorder- und Frontfläche und hintere oder Heckfläche umzukehren, d. h. man kann vorsehen, dass sich die asphärische multifokale Fläche der Linse an der Seite befindet, die hin zu dem Träger gerichtet ist, ohne dass dies einen Einfluss auf die Erfindung hätte oder eine Veränderung der Erfindung darstellen würde. Man kann ebenfalls das Optimierungsverfahren verändern bezüglich der Ausgangs- oder Startfläche, oder auch andere Definitionen verwenden bezüglich

der optischen Stärke oder Leistung und der Astigmatismusaberration.

Patentansprüche

1. Satz an ophthalmischen multifokalen Gleitsichtlinsen, bestimmt mittels Ergoramas, die jeder Blickrichtung eine Objektentfernung und eine Trägerstärke für eine gegebene Fehlsichtigkeit und eine gegebene Addition eines Standardlinsenträgers zuordnen, bei welchem für eine Linse in den Tragebedingungen für einen Standardlinsenträger eine Trägerstärke in einer Blickrichtung und für einen Objektpunkt definiert ist als die Summe der Objektentfernung und der Bildentfernung des Objektpunktes, wobei jede der Linsen aufweist, eine erste und eine zweite Fläche, wobei die erste Fläche eine multifokale Gleitsicht- oder Progressivfläche ist und die zweite Fläche eine sphärische Fläche ist; eine Fernsichtzone, eine Nahsichtzone und einen Hauptprogressionsmeridian, der diese zwei Zonen durchquert, wobei die Fern- und Nahsichtzonen und der Hauptprogressionsmeridian die Blickrichtungsgesamtheiten in den Tragebedingungen sind; eine Stärkeaddition A, gleich zu der Veränderung der Trägerstärke für den Punkt, auf den das Ergorama abzielt, zwischen einer Bezugsblickrichtung in der Fernsichtzone und einer Bezugsblickrichtung in der Nahsichtzone; und bei welchem die Veränderungen der Trägerstärke entlang des Meridians für den Punkt, auf den das Ergorama abzielt, praktisch identisch für alle Linsen des Satzes sind, die über dieselbe Addition verfügen

2. Satz an Linsen nach Anspruch 1, bei welchem die Linsen jeweils eine gewählte verschriebene Addition in einer diskreten Gesamtheit aufweisen, wobei die Differenz der Stärkeaddition A zwischen zwei Linsen des Satzes, der dieselbe vorgeschriebene Addition zeigt, kleiner oder gleich zu $0,125$ Dioptrien ist.

3. Satz an Linsen nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem für jede Linse die Astigmatismusaberration für den von dem Ergorama erfassten oder abzustellenden Punkt an dem Meridian kleiner oder gleich ist zu $0,2$ Dioptrien.

4. Satz an Linsen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welchem für jede der Linsen in den Tragebedingungen für einen Standardlinsenträger die Winkelbreite in Grad zwischen den Linien, für welche die Astigmatismusaberration für Ergoramatpunkte entsprechend $0,5$ Dioptrien, bei 25° unter einem Montagepunkt der Linse einen Wert von mehr als $15/A + 1$ aufweist, wobei A die Stärkeaddition ist.

5. Satz an Linsen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei welchem für jede der Linsen in den Tragebedingungen für einen Standardlinsenträger die Win-

kelbreite in Grad zwischen Linien, für welche die Astigmatismusaberration für Ergoramaxpunkte entsprechend 0,5 Dioptrien bei 35° unter einem Montagepunkt der Linse einen Wert von mehr als $21/A + 10$ aufweist, wobei A die Stärkeaddition ist.

6. Satz an Linsen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welchem für jede der Linsen in den Tragebedingungen für einen Standardlinsenträger der feste Winkel, begrenzt durch Linien, für welche die Astigmatismusaberration für Ergoramaxpunkte entsprechend 0,5 Dioptrien, und die Punkte, die sich bei einem Winkel von 45° bezüglich eines Montagepunktes der Linse befinden, einen Wert von mehr als 0,70 Steradians aufweist.

7. Satz an Linsen nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei welchem für jede der Linse in den Tragebedingungen für einen Standardlinsenträger in der Fernsichtzone bei jeder Blickrichtung die Trägerstärkendifferenz zwischen dem von dem Ergorama erfassten Punkt bzw. dem Punkt, auf den das Ergorama abzielt und den Objektpunkten, deren Nähe oder Entfernung eine Differenz aufweist mit der Entfernung oder Nähe des erfassten Punktes, enthalten zwischen 0 und 0,5 Dioptrien, kleiner oder gleich ist zu 0,125 Dioptrien als Absolutwert.

8. Satz an Linsen nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei welchem für jede der Linsen in den Tragebedingungen für einen Standardlinsenträger oder einen Träger einer Standardlinse in der Nahsichtzone in jeder Blickrichtung die Trägerstärkendifferenz zwischen dem von dem Ergorama erfassten Punkt bzw. dem Punkt, auf den das Ergorama abzielt, und den Objektpunkten, deren Entfernung oder Nähe eine Differenz aufweist mit der Entfernung oder Nähe des erfassten Punktes, kleiner als 1 Dioptrie als Absolutwert, kleiner oder gleich ist zu 0,125 Dioptrien als Absolutwert.

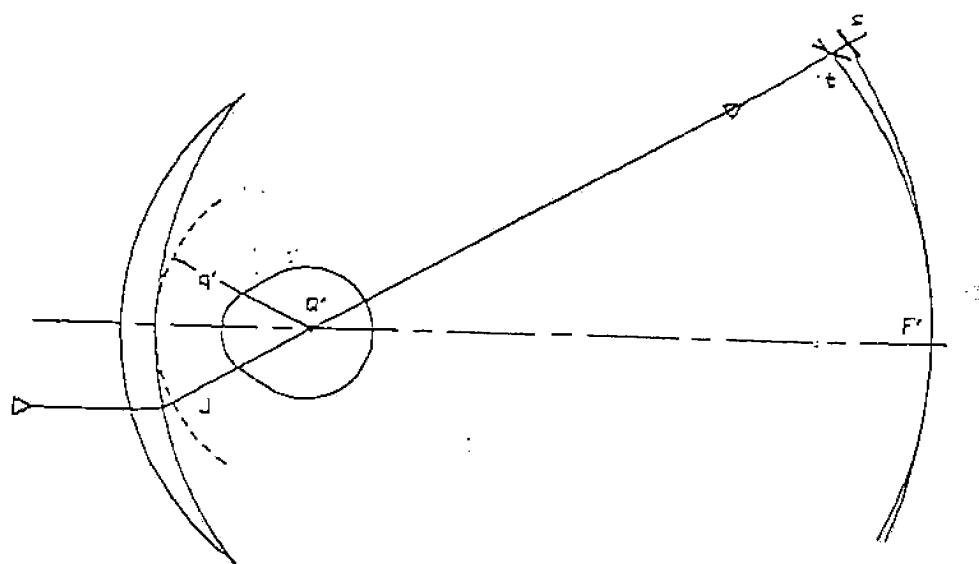
9. Satz an Linsen nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei welchem für jede der Linsen in den Tragebedingungen eines Standardlinsenträgers in der Fernsichtzone bei jeder Blickrichtung die Differenz der Astigmatismusaberration zwischen dem von dem Ergorama erfassten Punkt und den Objektpunkten, deren Nähe oder Entfernung eine Differenz mit der Entfernung oder Nähe des erfassten Punktes aufweist, enthalten zwischen 0 und 0,5 Dioptrien, kleiner oder gleich ist zu 0,125 Dioptrien als Absolutwert.

10. Satz an Linsen nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei welchem für jede der Linsen unter Tragebedingungen für einen Träger von Standardlinsen bzw. unter Tragebedingungen für einen Standardlinsenträger in der Nahsichtzone bei jeder Blickrichtung die Differenz der Astigmatismusaberration zwischen dem von dem Ergorama erfassten Punkt bzw. dem Punkt, auf den das Ergorama abzielt, und den Objektpunkten,

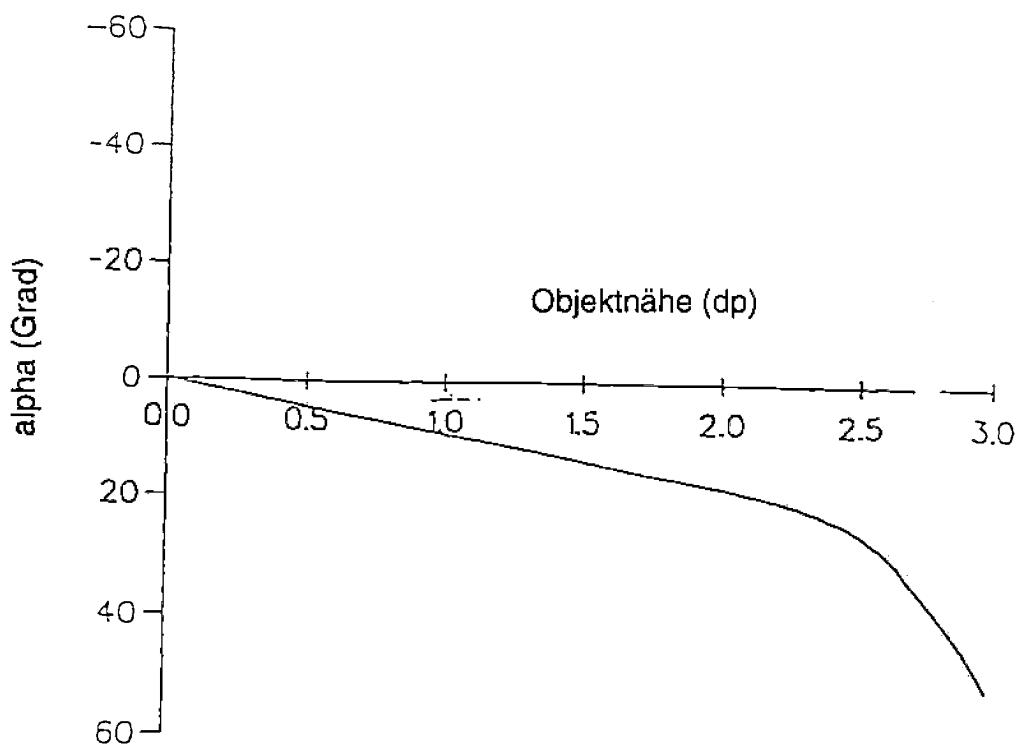
deren Nähe oder Entfernung eine Differenz aufweist mit der Entfernung oder Nähe des erfassten oder abgezielten Punktes, im Absolutwert geringer als 1 Dioptrie, kleiner oder gleich ist zu 0,125 Dioptrien als Absolutwert.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

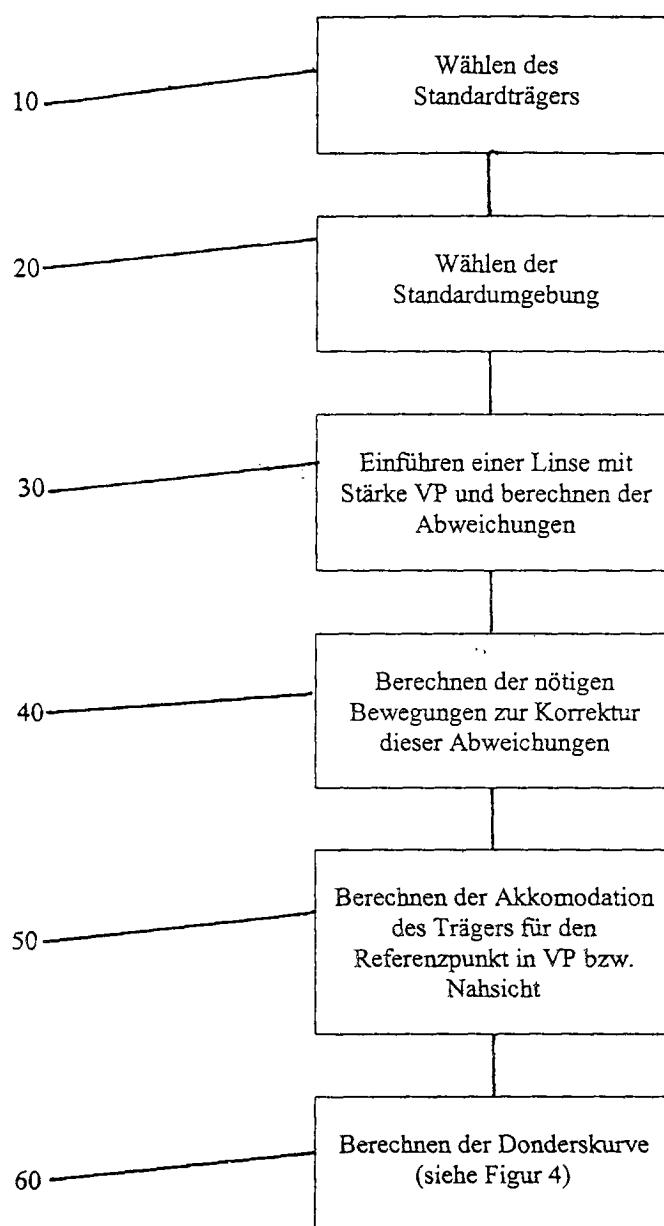
Anhängende Zeichnungen



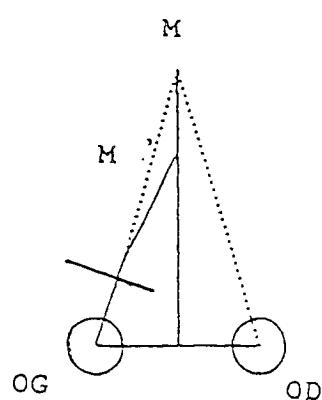
Figur 1



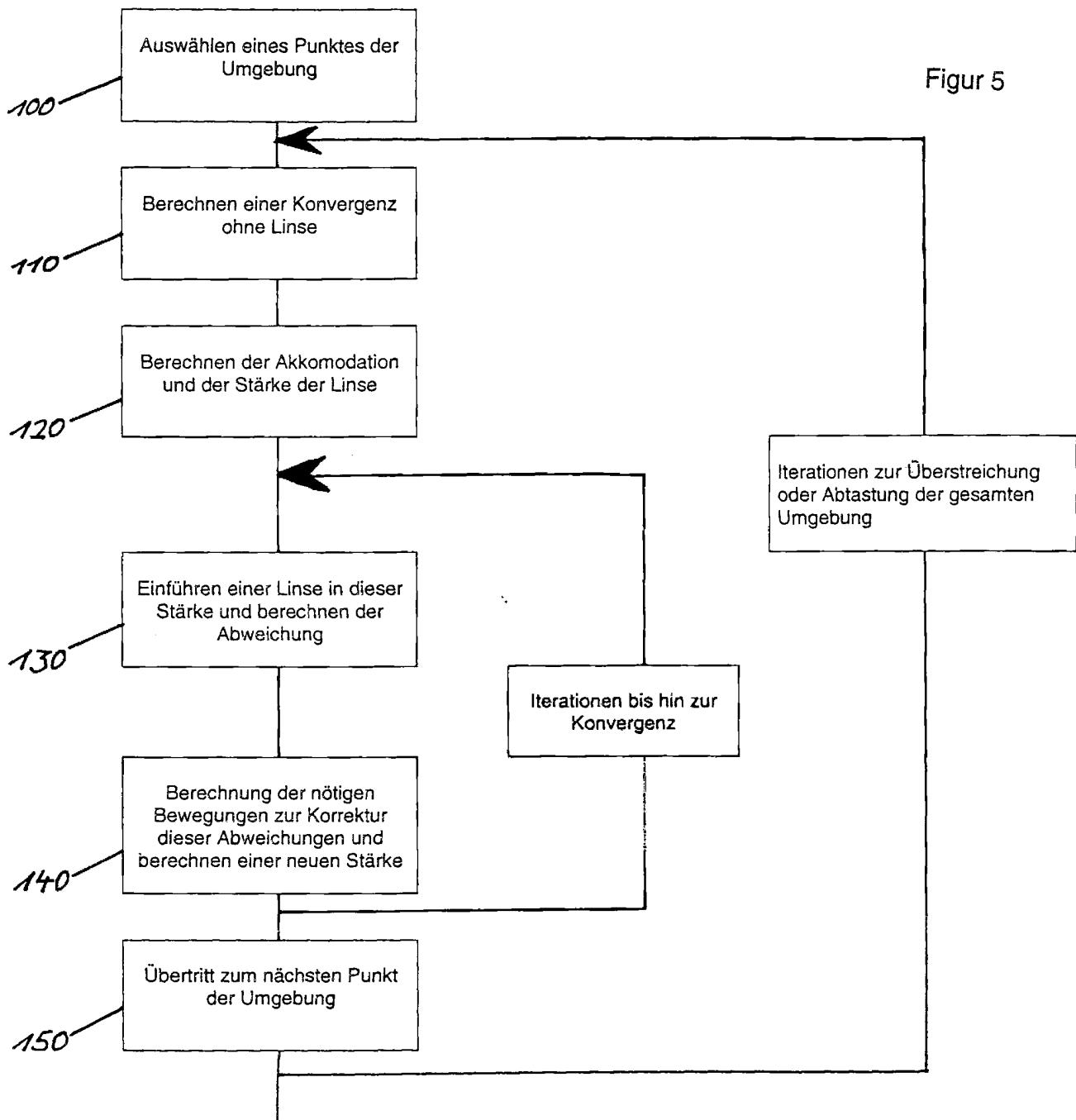
Figur 6



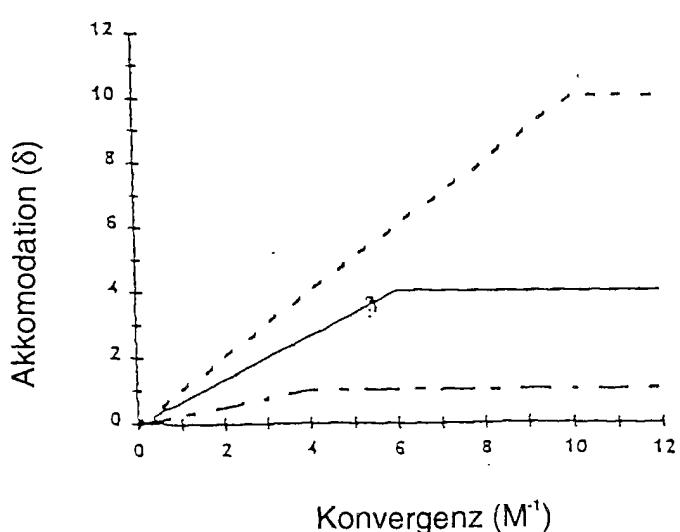
Figur 2



Figur 3

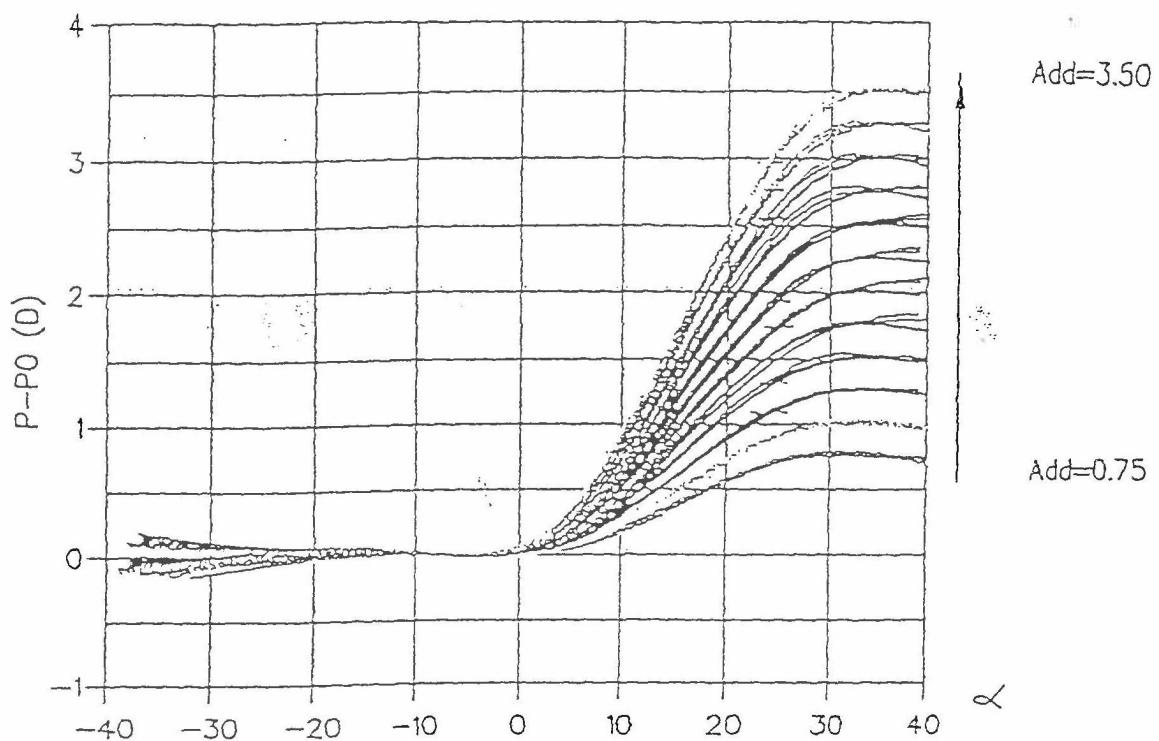


Figur 5

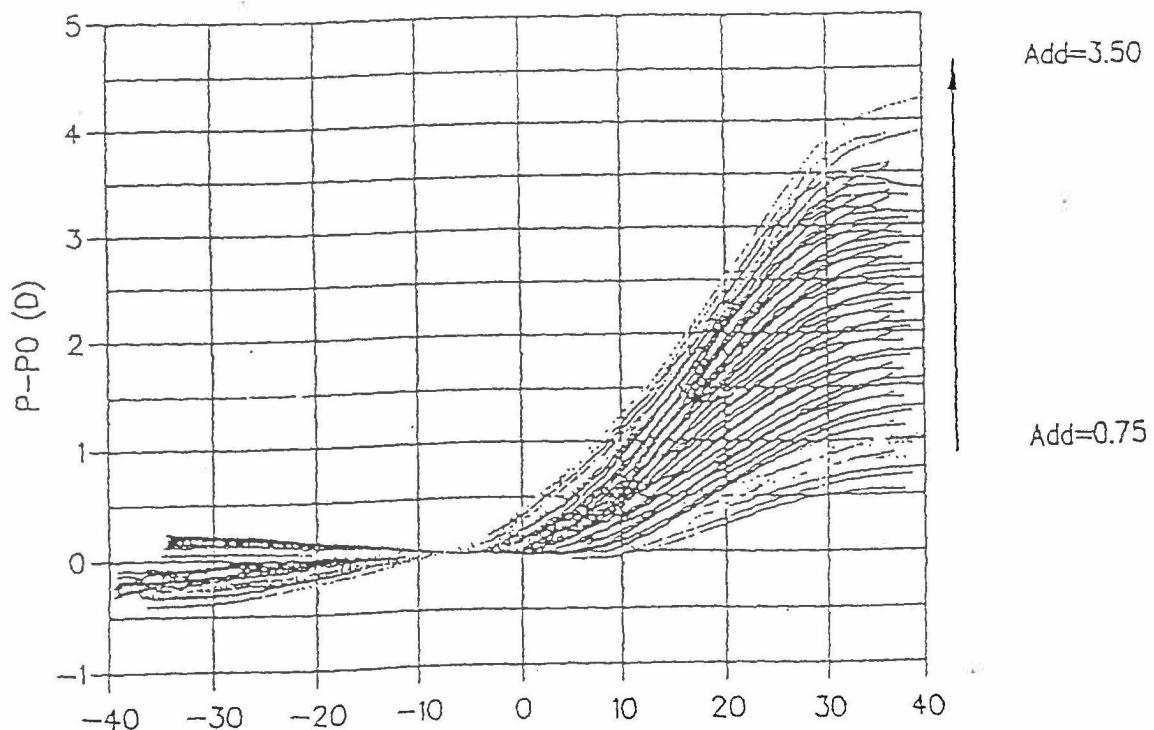


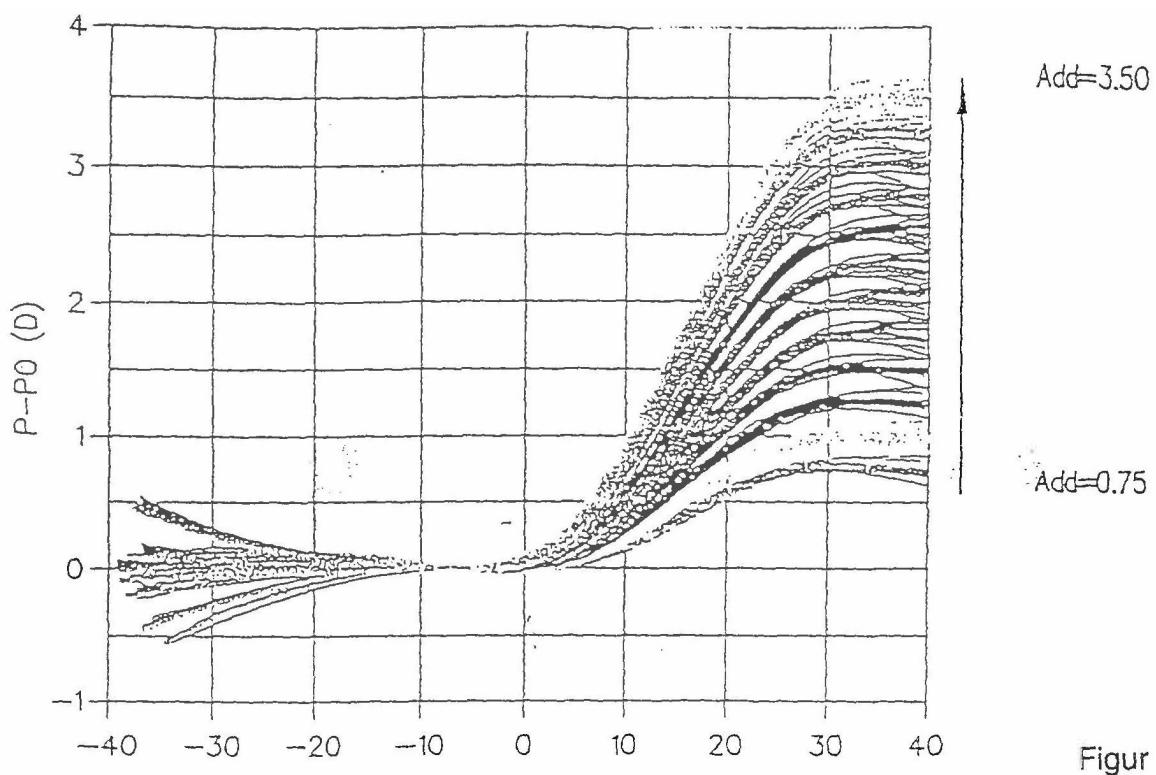
Figur 4

Figur 8

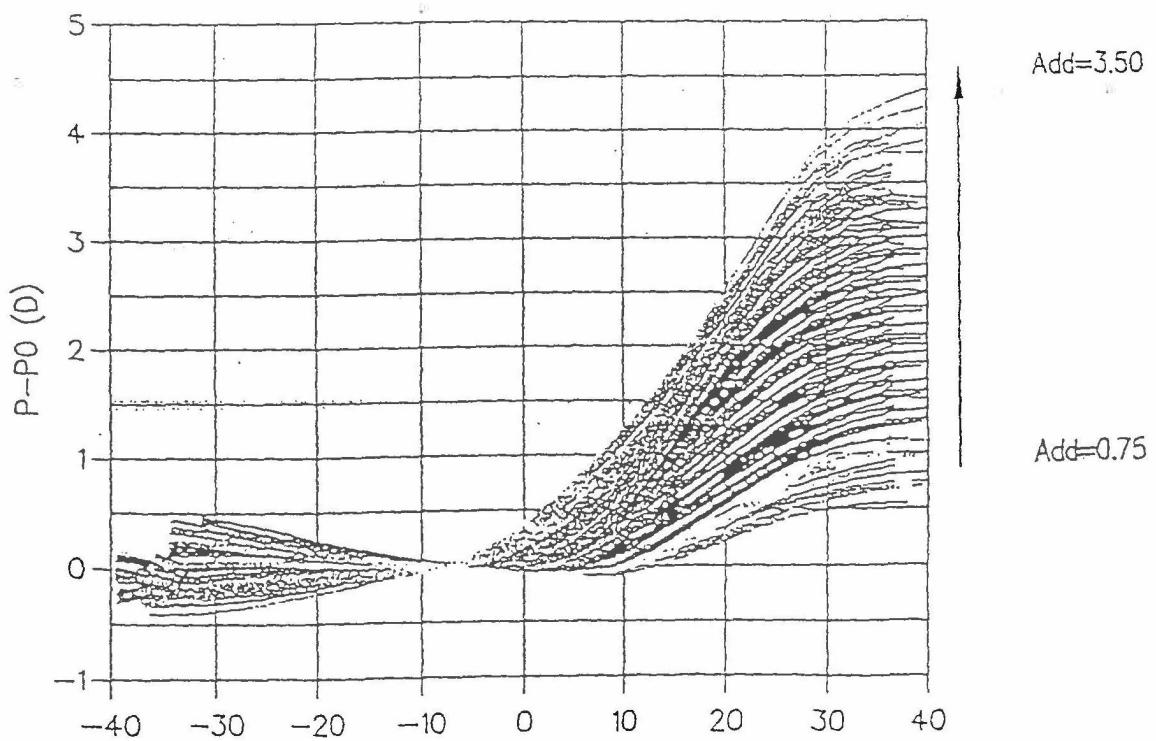


Figur 9

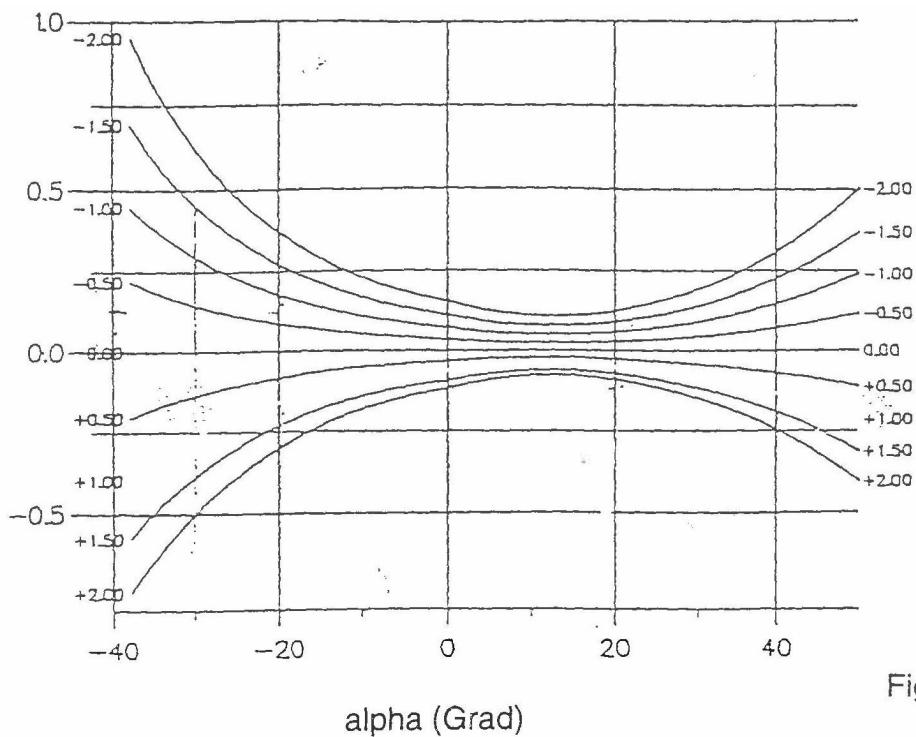




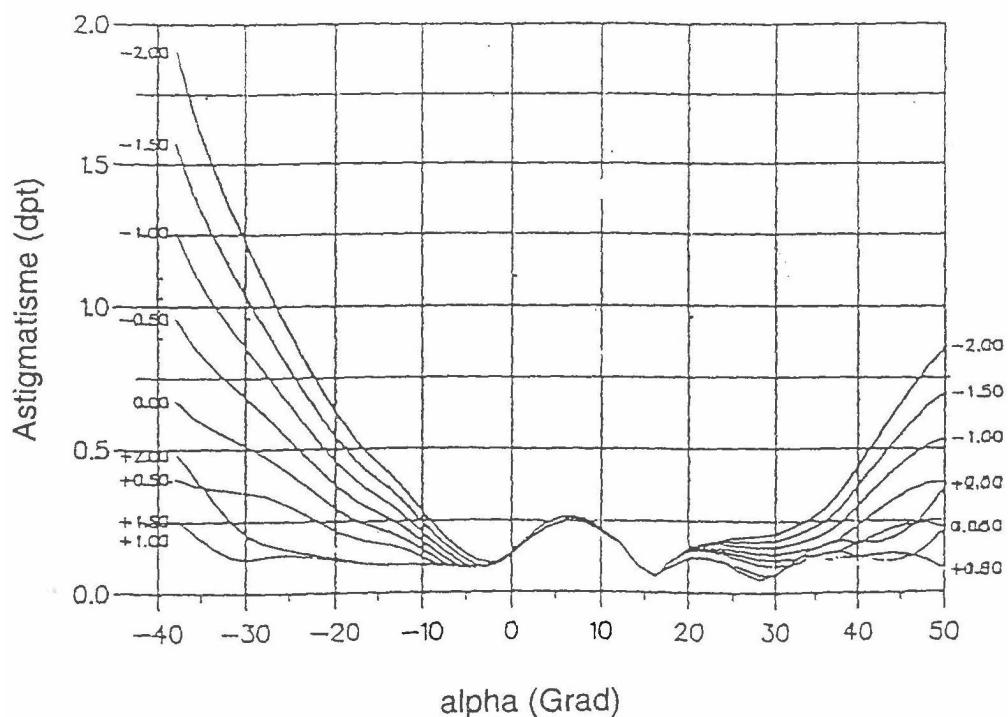
Figur 10



Figur 11

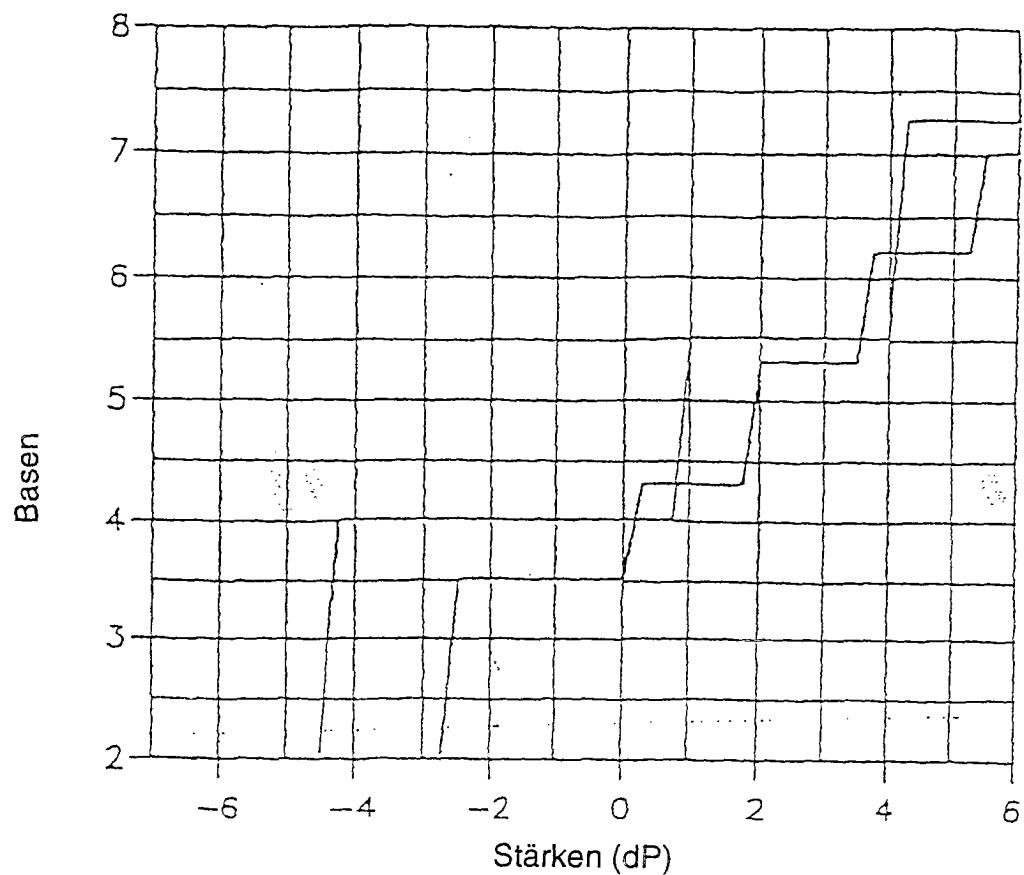


Figur 12

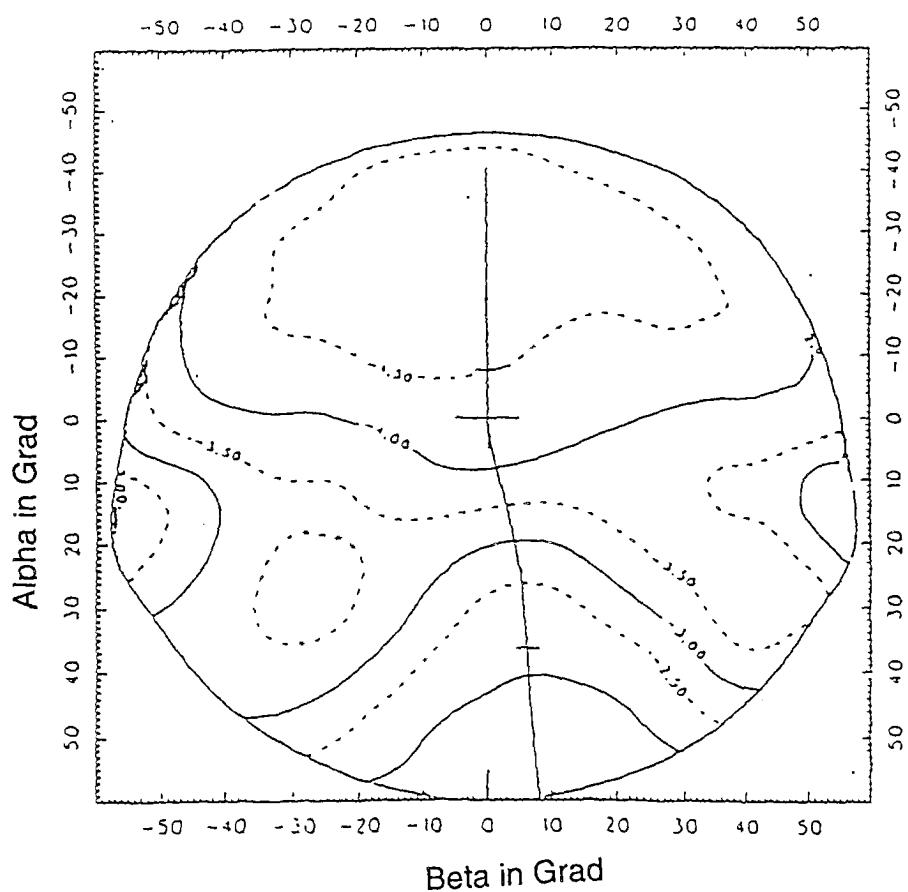


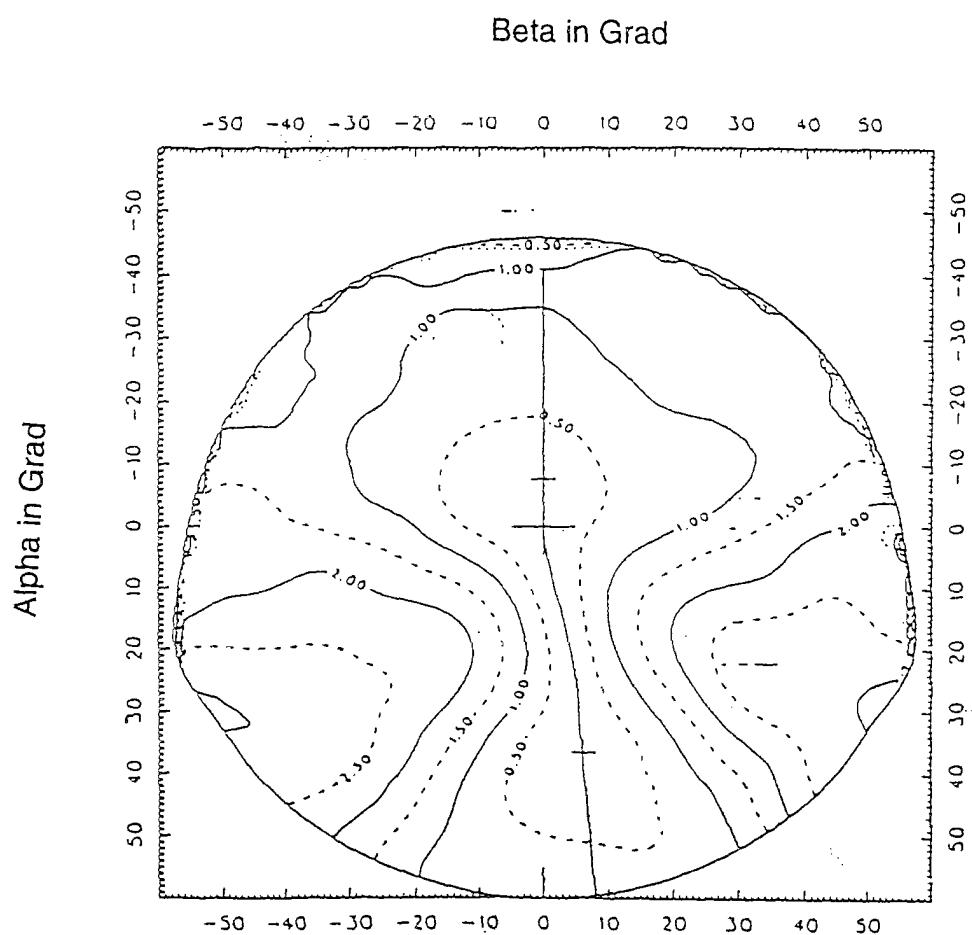
Figur 13

Figur 7



Figur 14

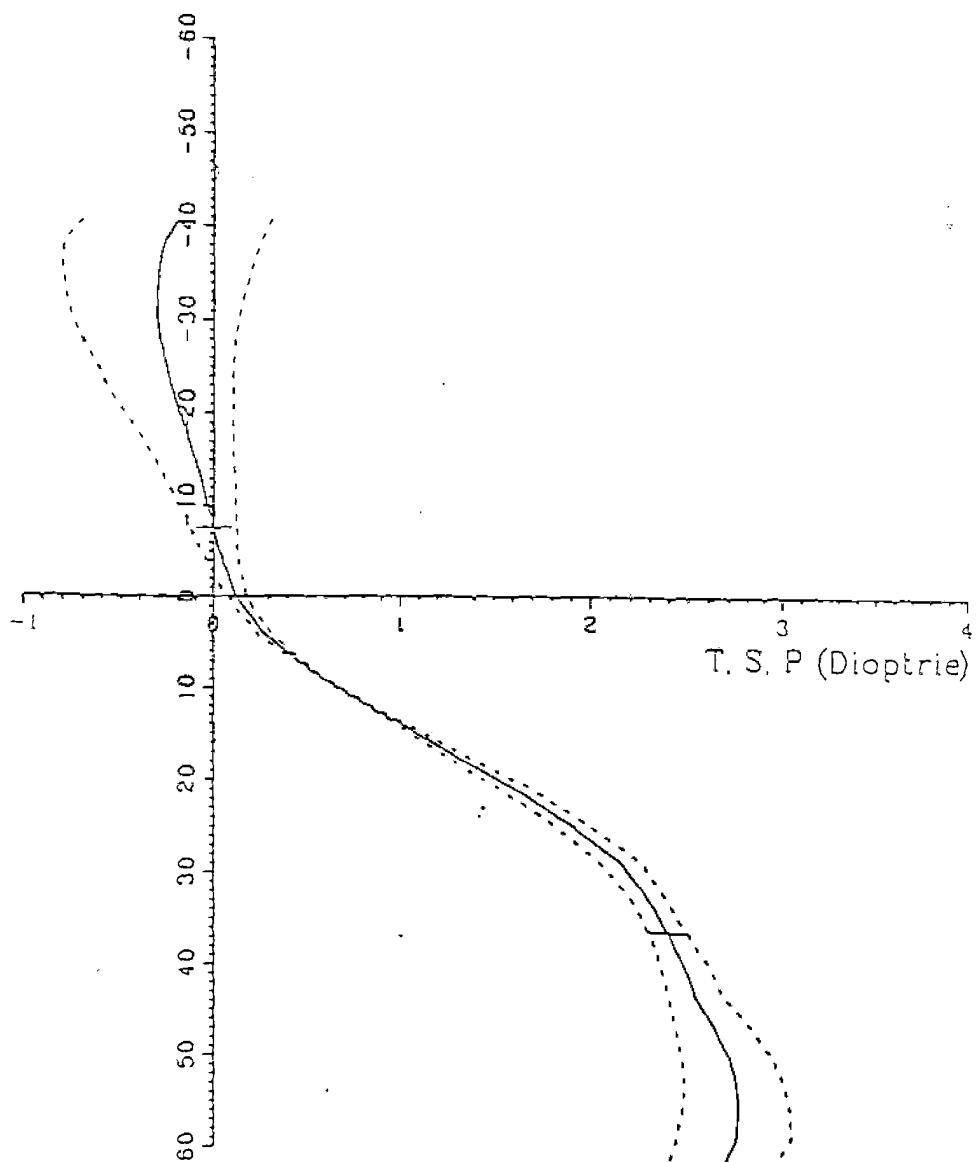




Figur 15

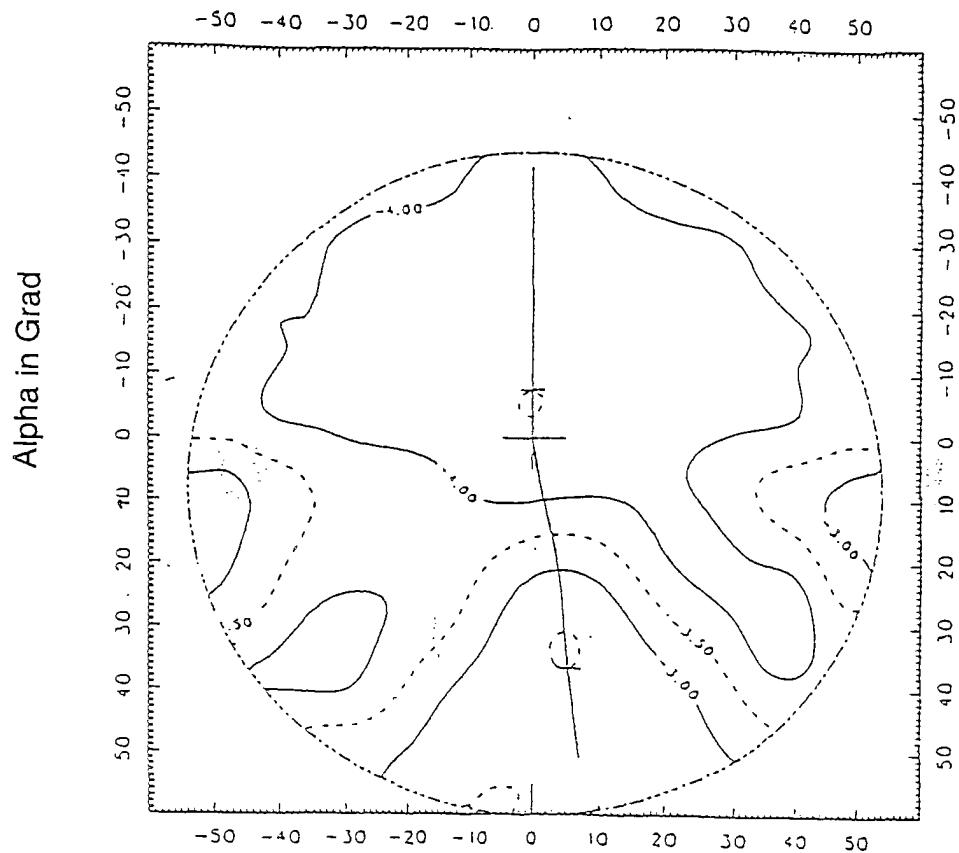
Figur 16

Höhe (Grad)



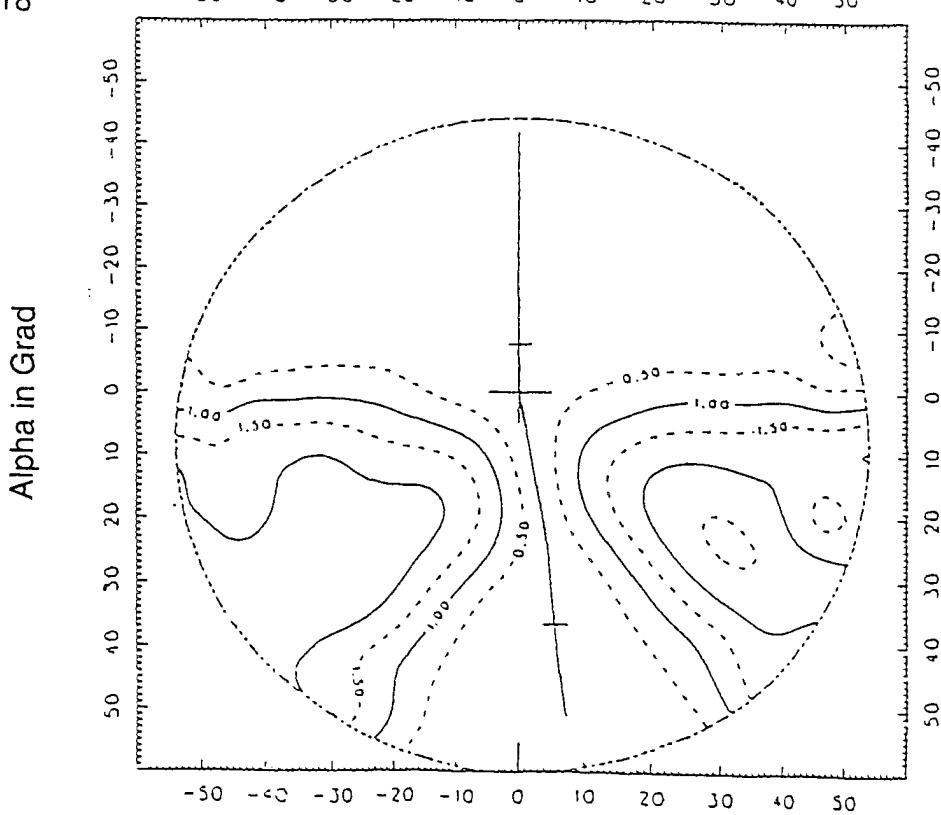
Figur 17

Beta in Grad

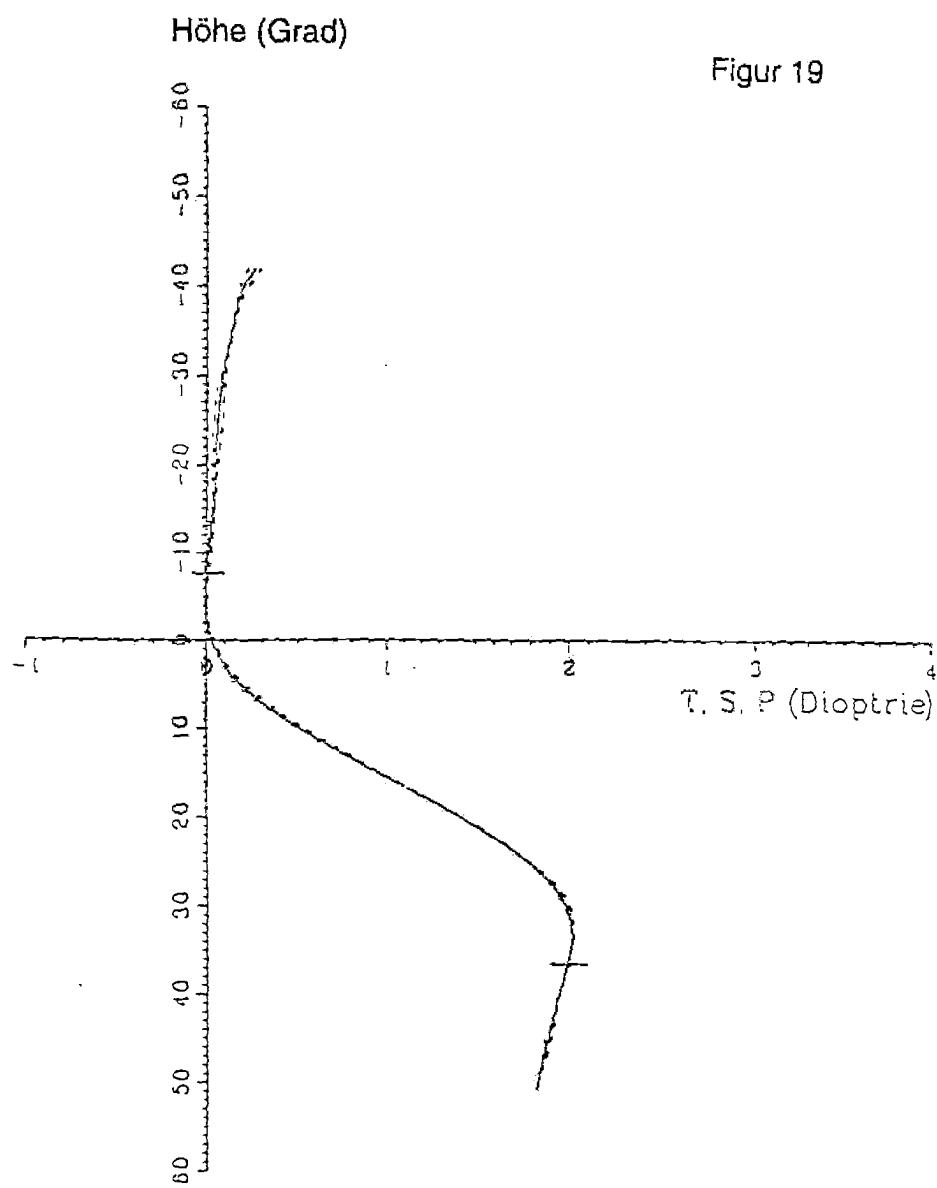


Figur 18

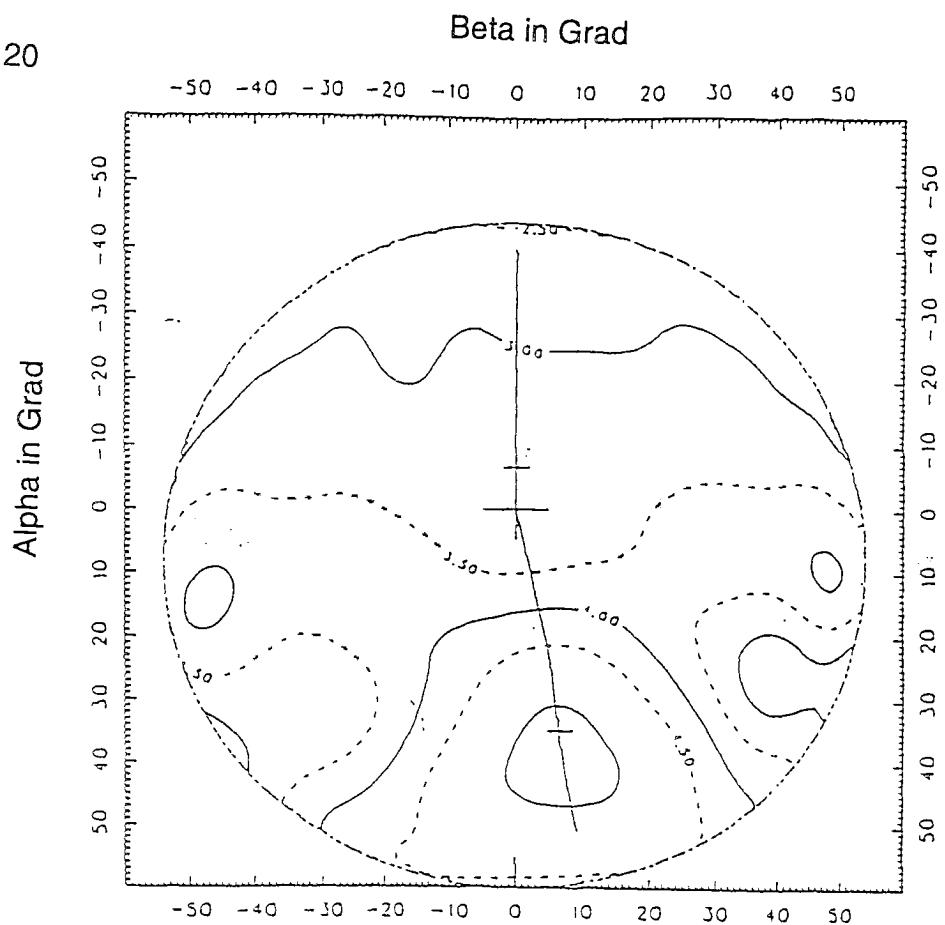
Alpha in Grad



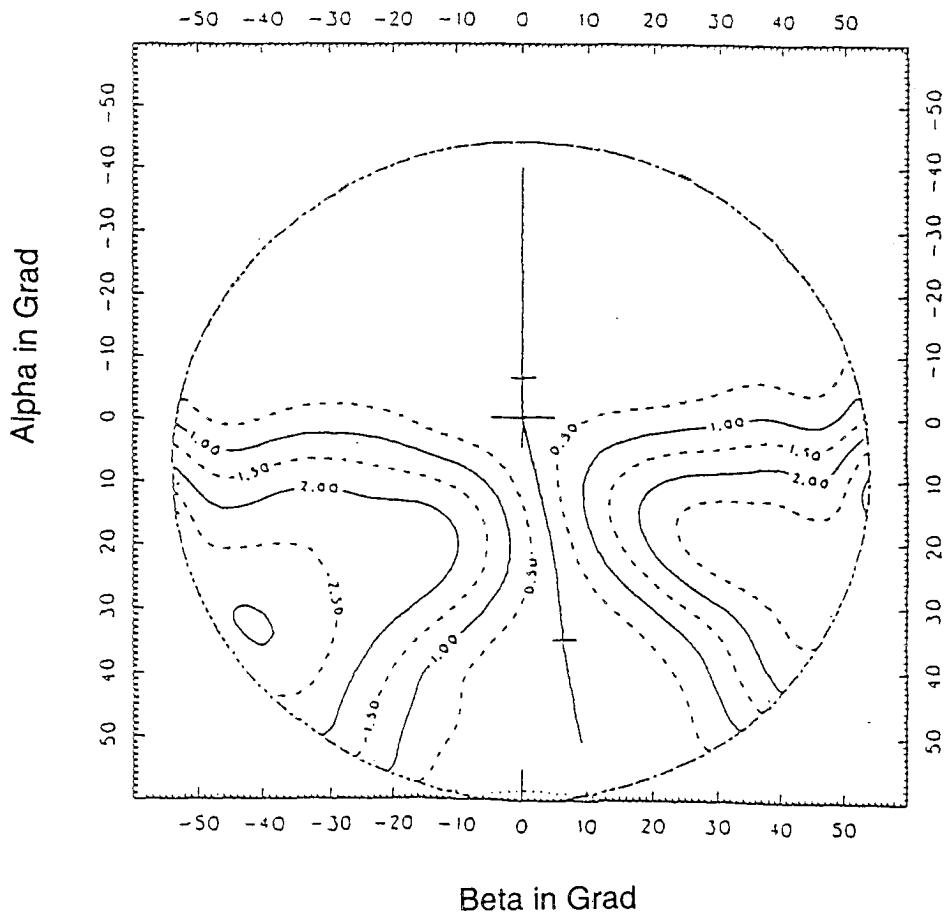
Beta in Grad



Figur 20



Figur 21



Figur 22

