

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. September 2003 (25.09.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/079095 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G02C** 16, 81247 München (DE). **ESSER, Gregor** [DE/DE]; Madelsederstrasse 17, 81735 München (DE). **AL-THEIMER, Helmut** [DE/DE]; An der Halde 2, 87650 Lauchdorf (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE03/00825
- (22) Internationales Anmeldedatum: 13. März 2003 (13.03.2003) (74) **Anwalt: MÜNICH, Wilhelm**; c/o Anwaltskanzlei Dr. Munich & Kollegen, Wilhelm-Mayr-Strasse 11, 80689 München (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) **Bestimmungsstaaten (national)**: AU, JP, US.
- (30) Angaben zur Priorität: 102 11 033.6 13. März 2002 (13.03.2002) DE (84) **Bestimmungsstaaten (regional)**: europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): RODENSTOCK GMBH** [DE/DE]; Isartalstrasse 43, 80469 München (DE). **Veröffentlicht:** — ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts
- (72) **Erfinder; und** Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): HAIMERL, Walter** [DE/DE]; Thalkirchnerstrasse 78a, 80337 München (DE). **PFEIFFER, Herbert** [DE/DE]; Georg Hann-Strasse

(54) **Title:** PROGRESSIVE SPECTACLE LENS WITH TWO NON-SPHERICAL SURFACES, MORE PARTICULARLY TWO PROGRESSIVE SURFACES

(54) **Bezeichnung:** PROGRESSIVES BRILLENGLAS MIT ZWEI ASPHÄRISCHEN UND INSBESONDERE PROGRESSIVEN-FLÄCHEN

(57) **Abstract:** The invention relates to a progressive spectacle lens comprising two non-spherical surfaces, more particularly two progressive surfaces, which contribute to the enhancement of the effectiveness (addition add) of the long distance vision part to the reading distance part. The invention is characterized in that the sagittas $z_i = z_i(x, y)$ of at least one (i) progressive surface (i=1,2) are selected in such a way that the sagittas (z) of the respective surface have predetermined values in the edge of the glass spectacles defined by $y_i = f_{i1}(x)$ for $y = 0$ or $Y_i = f_{i2}(x)$ for $y < 0$ without this surface (i) or the other surface (j) having a curvature inversion serving to form a margin, etc.

(57) **Zusammenfassung:** Beschrieben wird ein progressives Brillenglas mit zwei asphärischen und insbesondere progressiven, d. h. zum Wirkungsanstieg (Addition Add) vom Fernteil zum Nahteil beitragenden Flächen. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Pfeilhöhen $z_i = z_i(x, y)$ wenigstens einer (i) progressiven Fläche (i=1,2) so gewählt sind, dass die Pfeilhöhen z dieser jeweiligen Fläche an dem durch $y_i = f_{i1}(x)$ für $y \geq 0$ bzw. $Y_i = f_{i2}(x)$ für $y < 0$ gegebenen Rand des Brillenglases vorgegebene Werte annehmen, ohne dass diese Fläche (i) oder die andere Fläche (j) eine zur Bildung eines Tragrandes etc. dienende Krümmungsumkehr aufweisen.

WO 03/079095 A2

Progressives Brillenglas mit zwei asphärischen
und insbesondere progressiven Flächen

5

BESCHREIBUNG

10 **Technisches Gebiet**

Die Erfindung bezieht sich auf ein progressives Brillenglas mit zwei asphärischen und insbesondere progressiven Flächen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

15

Unter progressiven Brillengläsern (auch als Gleitsichtgläser, Multifokalgläser bzw. -linsen etc. bezeichnet) versteht man üblicherweise Brillengläser, die in dem Bereich, durch den der Brillenträger einen in größerer Entfernung befindlichen Gegenstand betrachtet - i.f. als Fernteil bezeichnet -, eine andere (geringere) Brechkraft haben als in dem Bereich (Nahteil), durch den der Brillenträger einen nahen Gegenstand betrachtet. Zwischen dem Fernteil und dem Nahteil ist die sog. Progressionszone angeordnet, in der die Wirkung des Brillenglases von der Wirkung des Fernteils kontinuierlich auf die des Nahteils ansteigt. Den Wert des Wirkungsanstiegs (in dpt) zwischen dem sog. Fernbezugspunkt und dem sog. Nahbezugspunkt bezeichnet man auch als Addition (Add). Typische Werte der Addition liegen zwischen (ca.) 0,75 dpt und (ca.) 3,5 dpt.

30

In der Regel ist der Fernteil im oberen Teil des Brillenglases angeordnet und für das Blicken „ins Unendli-

che" ausgelegt, während der Nahteil im unteren Bereich angeordnet und insbesondere zum Lesen (Entfernungen 0,33 bis 0,4 m) ausgelegt ist. Für Spezialanwendungen - genannt werden sollen hier exemplarisch Pilotenbrillen
5 oder Brillen für Bildschirmarbeitsplätze - können der Fern- und/oder der Nahteil auch anders angeordnet sein und/oder für andere Entfernungen ausgelegt sein. Ferner ist es möglich, dass mehrere Nahteile und/oder Fernteile und entsprechend mehrere Progressionszonen vorhanden
10 sind.

Bei progressiven Brillengläsern mit konstantem Brechungsindex ist es für die Zunahme der Brechkraft zwischen dem Fernteil und dem Nahteil erforderlich, dass
15 sich die Krümmung einer oder beider Flächen vom Fernteil zum Nahteil kontinuierlich ändert. Dies bedeutet, dass die Fläche(n) zumindest zweimal stetig differenzierbar sein muss (müssen):

20 Die Flächen von Brillengläsern werden üblicherweise durch die sogenannten Hauptkrümmungsradien R1 und R2 in jedem Punkt der Fläche charakterisiert. (Manchmal werden anstelle der Hauptkrümmungsradien auch die sogenannten Hauptkrümmungen $K1 = 1/R1$ und $K2 = 1/R2$ angegeben.) Die Hauptkrümmungsradien bestimmen zusammen mit dem Brechungsindex n des Brillenglas-Materials in jedem Punkt der Fläche die für die augenoptische Charakterisierung einer Fläche häufig verwendeten Größen:

30 Flächenbrechwert = $0,5 * (n-1) * (1/R1 + 1/R2)$
Flächenastigmatismus = $(n-1) * (1/R1 - 1/R2)$

Der Flächenbrechwert ist die Größe, über die die Zunahme der Wirkung vom Fernteil zum Nahteil erreicht wird. Der Flächenastigmatismus (anschaulich Zylinderwirkung) ist eine „störende Eigenschaft“, da ein Astigmatismus - so-
5 fern das Auge nicht selbst einen zu korrigierenden Astigmatismus aufweist -, der einen Wert von ca. 0,5 dpt übersteigt, zu einem als unscharf wahrgenommenen Bild auf der Netzhaut führt.

10 **Stand der Technik**

Die zur Erzielung des Flächenbrechwert-Zuwachses erforderliche Änderung der Krümmung der Fläche ohne das Sehen "störenden" Flächenastigmatismus ist zwar relativ einfach längs einer (ebenen oder gewundenen) Linie zu
15 erreichen, seitlich dieser Linie ergeben sich jedoch starke „Verschneidungen“ der Fläche, die zu einem großen Flächenastigmatismus führen, der das Glas in den Bereichen seitlich der genannten Linie mehr oder weniger schlecht macht.

20

Aus flächentheoretischen Gründen ist es also nicht möglich, bei einer Fläche, deren Flächenbrechkraft vom Fernteil zum Nahteil zunimmt, die Bereiche seitlich einer (astigmatismusfreien oder mit einem vorgegebenen
25 Astigmatismus behafteten) Linie frei von physiologisch störendem Flächenastigmatismus „zu halten“. Hierzu wird auch auf den sog. Satz von Minkwitz verwiesen.

Da sich im Fernteil die optische Wirkung und damit die
30 Hauptkrümmungsradien (praktisch) nicht ändern sollen, ist es relativ einfach, den Fernteil einer progressiven Fläche so zu gestalten, dass der Fernteil in einem gro-

ßen Bereich einen sehr kleinen Flächenastigmatismus
($< 0,5$ dpt) oder sogar den Flächenastigmatismus-Wert
„0“ aufweist, also sphärisch gestaltet ist. Anderer-
seits ist die „Qualität“ der Gestaltung der seitlichen
5 Bereiche des Übergangsbereichs von entscheidender Be-
deutung für die Verträglichkeit des Brillenglases für
den jeweiligen Brillenträger.

Die grundsätzliche Aufgabe bei der Konstruktion jedes
10 progressiven Brillenglases besteht damit darin, - ohne
unzumutbare Verschlechterung des Fernteils bzw. dessen
Größe - die Seitenbereiche in der Übergangszone sowie
gegebenenfalls die Seitenbereiche des Nahteils so zu
gestalten, dass das Brillenglas möglichst gut verträg-
15 lich für den Brillenträger und insbesondere für einen
Jung-Presbyopen ist, der erstmals ein progressives
Brillenglas benutzt.

Zur Lösung dieser grundsätzlichen Aufgabe ist in der
20 Vergangenheit bei der Konstruktion einer zur Brech-
kraftänderung beitragenden Fläche eines progressiven
Brillenglases von einer in einer Ebene liegenden oder
gewunden verlaufenden Linie - auch als Hauptmeridian
oder als Hauptlinie bezeichnet - als „Konstruktions-
25 rückgrad der Fläche“ ausgegangen worden. Diese Linie
bzw. dieses Konstruktionsrückgrad verläuft (üblicher-
weise) in etwa zentral auf der Fläche von oben nach un-
ten und folgt mit ihrem Verlauf in etwa dem Durchstoß-
punkt der Sehstrahlen durch die (jeweilige) Brillen-
30 glasfläche bei einer Blickbewegung und insbesondere bei
einer Blicksenkung. Die Hauptkrümmungen eines jeden
Punktes dieser Linie sind derart gewählt, dass die ge-

wünschte Zunahme des Flächenbrechwertes vom Fernteil zum Nahteil erreicht wird. Ausgehend von dieser Linie sind dann die Seitenbereiche der Fläche (mehr oder weniger) geeignet berechnet worden.

5

Für die Gestaltung der Seitenbereiche sind eine Vielzahl von Lösungen bekannt geworden. In der Anfangszeit der Berechnung progressiver Brillengläser ist eine rein flächentheoretische Optimierung ausschließlich der progressiven Fläche durchgeführt worden, bei der eine möglichst weitgehende Reduzierung des störenden Flächenastigmatismus bzw. ein „Abdrängen“ des Flächenastigmatismus in die seitlichen unteren Bereiche des Brillenglases im Vordergrund gestanden hat.

15

Seit einigen Jahren optimieren die meisten großen Hersteller von progressiven Brillengläsern die progressive Fläche nicht unter rein flächentheoretischen Gesichtspunkten, sondern für die so genannte Gebrauchsstellung, d.h. insbesondere unter Berücksichtigung des Astigmatismus schiefer Bündel, so dass nicht der Flächenastigmatismus, sondern der Gesamtastigmatismus als (eine) relevante, zu optimierende Größe betrachtet wird:

25 Zur Berechnung einer progressiven Fläche in der Gebrauchsstellung wird eine Gebrauchssituation festgelegt. Diese bezieht sich entweder auf einen konkreten Nutzer, für den die einzelnen Parameter - wie Pupillenabstand, Vorneigung, Hornhaut-Scheitelabstand usw. - in
30 der jeweiligen Gebrauchssituation eigens ermittelt werden und die progressive Fläche gesondert berechnet und gefertigt wird, oder auf Durchschnittswerte, wie sie

beispielsweise in der DIN 58 208 Teil 2 beschrieben sind. Ergänzend insbesondere zu den zu berücksichtigenden Parametern wird auf die WO 01/57584 A2 verwiesen.

5 Gleichgültig ob bei einem progressiven Brillenglases mit nur einer progressiven Fläche diese Fläche (nur) unter flächentheoretischen Gesichtspunkten oder für eine konkrete Gebrauchsstellung optimiert worden ist, ergeben sich dadurch, dass nur eine Fläche zum Bechkraft-
10 Anstieg beiträgt, Einschränkungen hinsichtlich der Eigenschaften der optimierten Fläche und damit des gesamten Brillenglases.

Deshalb sind bereits seit langem - zumindest in der Patentliteratur - Brillengläser mit zwei progressiven
15 Flächen vorgeschlagen worden. Nur exemplarisch wird hierzu auf die DE 33 31 757 A1 oder die DE 33 31 763 A1 (Anmelder: Optische Werke G. Rodenstock) verwiesen, auf die im übrigen wie auch auf alle hier genannten Veröffentlichungen zur Erläuterung und zur Ergänzung der
20 vorliegenden Anmeldung ausdrücklich Bezug genommen wird.

Die Verwendung von zwei progressiven, d. h. zum Anstieg
25 der optischen Wirkung vom Fernteil zum Nahteil beitragenden Flächen hat in jedem Falle den Vorteil, dass jede der Flächen nur einen Teil der Addition aufbringen muss. Da die Bildfehler einer Fläche, wie beispielsweise der Flächenastigmatismus oder die Verzeichnung bei
30 den üblichen Flächendesigns stärker als linear mit der Zunahme der Addition Add ansteigen, ergeben sich bereits durch die Aufteilung der Addition auf zwei Flä-

chen bessere optische Eigenschaften verglichen mit einem Progressivglas gleicher Fernteil-Wirkung und gleicher Addition, das nur eine progressive Fläche aufweist, und dessen andere Fläche eine sphärische oder
5 torische Fläche ist.

Diese Aussage gilt auch dann, wenn die andere Fläche eine asphärische oder atorische Fläche ist, die individuell zur Anpassung einer progressiven Fläche, die für
10 eine durchschnittliche Gebrauchssituation optimiert worden ist, an eine bestimmte, von der Auslegungs-Gebrauchssituation abweichende Gebrauchssituation berechnet worden ist.

15 Zudem addieren sich die Flächenastigmatismus-Werte der augenseitigen Fläche und der Vorderfläche geometrisch bzw. nach der Kreuzzylinder-Methode, d. h. nicht betragsmäßig, sondern unter Berücksichtigung ihrer Achslage. Da außerdem bei der Vorderfläche und der augen-
20 seitigen Fläche, die nacheinander oder gleichzeitig unter Berücksichtigung der bereits optimierten bzw. der jeweils anderen Fläche optimiert werden, die Maximalwerte des Flächenastigmatismus in der Regel an Stellen liegen, die nicht von ein- und demselben Sehstrahl
25 „durchstoßen“ werden, und zudem die Achslagen des Flächenastigmatismus ebenfalls in der Regel unterschiedlich sind, erreichen die (geometrisch) addierten Flächenastigmatismus-Werte der progressiven Vorderfläche und der progressiven augenseitigen Fläche nicht die
30 Flächenastigmatismus-Werte eines Brillenglases mit nur einer progressiven Fläche. Zudem ist es sogar möglich, die Flächen so zu gestalten, dass sich die Bildfehler,

wie beispielsweise die unerwünschten Flächenastigmatismus-Werte der beiden Flächen zumindest teilweise kompensieren. Hierzu wird auf die bereits erwähnten DE-Offenlegungsschriften der Optischen Werke G. Rodenstock
5 verwiesen.

Bei den aus dem Stand der Technik bekannten progressiven Brillengläsern mit zwei progressiven Flächen sind die beiden Flächen ausschließlich unter dem Gesichtspunkt der Verbesserung der optischen Eigenschaften verglichen mit progressiven Brillengläsern mit nur einer progressiven Fläche berechnet worden.
10

Eine Optimierung der beiden progressiven Flächen unter anderen Gesichtspunkten, wie insbesondere geometrischen Gesichtspunkten, wie zum Beispiel dem einem Gläsering einer Brillenfassung angepassten Verlauf des Randes der Vorderfläche eines gerandeten Brillenglases, ist in der Vergangenheit nicht in Betracht gezogen worden. Auch
15 der in der DE 33 31 757 A1 angesprochene Abbau der Verschneidung dient lediglich einem Abbau des Flächenastigmatismus und damit einer Verbesserung der optischen Eigenschaften und nicht einer Optimierung eines progressiven Brillenglases mit zwei progressiven Flächen unter Berücksichtigung von geometrischen und insbesondere kosmetischen Gesichtspunkten.
20
25

Darstellung der Erfindung

Die Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein progressives Brillenglas gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 derart weiterzubilden, dass es nicht nur gute optische Eigenschaften aufweist, sondern auch bestimmte
30

Vorgaben insbesondere bezüglich seiner äußeren Formgestaltung erfüllt. Die Vorgaben können dabei unter kosmetischen Gesichtspunkten, z.B. Durchbiegung des Brillenglases und/oder hinsichtlich des Verlaufs des Brillenglasrandes gemacht werden.

Erfindungsgemäße Lösungen dieser Aufgabe sind in den unabhängigen Ansprüchen gekennzeichnet. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

10

Gemäß Anspruch 1 sind die Pfeilhöhen

$$z_i = z_i(x, y)$$

wenigstens einer (i) progressiven Fläche (i=1,2) so gewählt, dass die Pfeilhöhen z dieser Fläche an dem durch

15

$$y_i = f_{i1}(x) \text{ für } y \geq 0 \text{ bzw.}$$

$$y_i = f_{i2}(x) \text{ für } y < 0$$

gegebenen Rand des Brillenglases vorgegebene Werte annehmen, ohne dass diese Fläche (i) oder die andere Fläche (j) eine zur Bildung eines Tragrandes etc. dienende Krümmungsumkehr aufweisen.

20

Ein Tragrand wird beispielsweise bei Star-Brillen verwendet, um des Brillenglas bei nicht zu großer Mittendicke in eine vergleichsweise große Brillenfassung einschleifen zu können.

25

Insbesondere kann dabei nicht nur der Verlauf des Randes, sondern sogar die Gestaltung des peripheren Bereichs einer oder beider Flächen weitgehend frei - beispielsweise unter kosmetischen Gesichtspunkten - vorgegeben werden.

30

Unter Pfeilhöhe wird gemäß der üblichen Definition in der Brillenoptik im Rahmen der vorliegenden Anmeldung der Abstand eines Punktes mit den Koordinaten (x,y) auf einer der beiden Flächen des Brillenglases von der Tangentialebene an den Scheitel der Vorderfläche in Richtung der Flächennormale (z -Achse) der Tangentialebene verstanden. Der Ursprung des x,y,z -Koordinatensystems liegt dabei im Flächenscheitel der Vorderfläche, der in der Regel - aber nicht unbedingt - mit dem Mittelpunkt des rohrunden Brillenglases zusammenfällt. Die x -Achse verläuft in der Gebrauchsstellung, d.h. bei einem vor dem Auge des Brillenträgers angeordneten Brillenglas, horizontal, die y -Achse vertikal.

Erfindungsgemäß ist erkannt worden, dass es bei einem progressiven Brillenglas mit zwei asphärischen und insbesondere progressiven Flächen möglich ist, den Verlauf des Randes (und sogar des peripheren, nur zum orientierenden Sehen dienenden Bereichs) wenigstens einer Fläche weitgehend frei vorzugeben, wobei der Randbereich in gleicher Weise wie bei einem herkömmlichen progressiven Brillenglas mit nur einer progressiven Fläche, die ohne Rücksicht auf den Verlauf des Randes optimiert worden ist, für das (direkte und indirekte) Sehen genutzt werden kann. Insbesondere ist der Randbereich damit nicht als sogenannter Tragrand ausgestaltet, wie er beispielsweise bei Brillengläsern hoher Wirkung für Star-operierte Brillenträger eingesetzt wird; derartige Brillengläser sind z. B. in der DE 32 25 270 C2 beschrieben, auf die insbesondere zu Erläuterung der Begriffe „Krümmungsumkehr“ und „Tragrand“ ausdrücklich Bezug genommen wird.

Vor allem aber hat - anders als bei Brillengläsern mit nur einer progressiven Fläche - die im wesentlichen durch geometrische Vorgaben bestimmte Vorgabe des Verlaufs des Randes praktisch keine Auswirkungen auf die optischen Eigenschaften des Brillenglases im zentralen, d.h. für das direkte unmittelbare Sehen entscheidendem Bereich. Bei Brillengläsern mit nur einer progressiven Fläche stellt man dagegen fest, dass Randbedingungen für die Peripherie die Optimierung des zentralen Bereichs spürbar beeinflussen.

So ist es bei dem erfindungsgemäßen Brillenglas insbesondere möglich, dass wie bei bekannten progressiven Brillengläsern mit nur einer progressiven Fläche der Gesamtastigmatismus an keiner Stelle des Brillenglases einen Wert von $1,5 \cdot \text{Add}$ und insbesondere $1,1 \cdot \text{Add}$ oder sogar $1,0 \cdot \text{Add}$ überschreitet. Unter Gesamtastigmatismus wird der Astigmatismus in Gebrauchsstellung verstanden, der im wesentlichen durch den Flächenastigmatismus der beiden Flächen sowie den Astigmatismus schiefer Bündel bestimmt ist. Bei Brillengläsern mit geringer optischer Wirkung ist der Gesamtastigmatismus im wesentlichen durch den Flächenastigmatismus der beiden Flächen bestimmt.

Diese Einhaltung von Bedingungen für den Gesamtastigmatismus muss insbesondere nicht zu Lasten anderer optische Eigenschaften, wie der Verzeichnung und/oder des Refraktionsfehlers gehen. Insbesondere ist es möglich, dass der Refraktionsfehler an keiner Stelle des Brillenglases einen Wert von $1 \cdot \text{Add}$ und insbesondere von

0,7*Add überschreitet. Weiterhin können auch bestimmte Vorgaben für die prismatischen Wirkungen an bestimmten Stellen des Brillenglases gemacht werden.

- 5 In der Praxis sind sogar noch wesentlich geringere Werte für den Gesamtastigmatismus und den Refraktionsfehler möglich !

Bei der erfindungsgemäßen Vorgabe des Verlaufs des Randes können die verschiedensten Gesichtspunkte der be-
10 rücksichtigt werden:

Insbesondere kann der Rand der durch eine gewählte Brillenfassung vorgegebene Rand des gerandeten Brillen-
15 glases sein. Dies bedeutet, dass auch bei extrem gestalteten Brillenfassungen der (individuell berechnete) Randverlauf beispielsweise so ausgebildet sein kann, dass der Rand der Vorderfläche an keiner Stelle über den so genannten Gläsering der Brillenfassungen „vor-
20 springt“.

Selbstverständlich ist es aber nicht nur möglich, den Randverlauf unter Berücksichtigung des Verlaufs der Gläserringe der Brillenfassungen, in die die progressi-
25 ven Brillengläsern eingesetzt werden sollen, vorzugeben.

Insbesondere dann, wenn die beiden progressiven Flächen nicht für eine individuelle Gebrauchssituation, sondern
30 für eine durchschnittliche Gebrauchssituation, also nicht individuell berechnet werden, ist es von Vorteil,

wenn der Randverlauf für das rohrunde Brillenglas vorgegeben wird.

Alternativ oder zusätzlich kann der Randverlauf bzw.
5 die Gestaltung des peripheren Bereichs einer oder beider Flächen auch so vorgegeben werden, dass die kritische Dicke des Brillenglases - die Mittendicke bei Brillengläsern mit positiver Wirkung bzw. die Randdicke bei Brillengläsern mit negativer Wirkung - minimiert
10 wird.

Weiter ist es möglich, die Verläufe der Ränder der beiden Flächen so zu wählen, dass die Variation der Randdicke längs des Umfangs des Brillenglases deutlich geringer als bei einem progressiven Brillenglas mit nur
15 einer asphärisch-progressiven Fläche ist. Die Reduzierung der Randdicke kann dabei ausgewogen mit einer Verbesserung der optischen Eigenschaften verglichen mit einem Brillenglas mit nur einer progressiven Fläche erfolgen:
20

Insbesondere ist es bei einer ausgewogenen Gestaltung möglich, dass die Variation der Randdicke längs des Umfangsrandes um wenigstens 30% geringer als bei einem
25 progressiven Brillenglas mit gleicher Fernteilwirkung und Addition und mit nur einer progressiven Fläche ist. Absolut ausgedrückt kann die Randdicke längs des Umfangs eines rohrunden Brillenglases weniger als 40% und insbesondere weniger als 25% variieren.

30 Das erfindungsgemäße Brillenglas kann dabei ansonsten ähnlich wie herkömmliche progressiven Brillengläser und

insbesondere individuell für einen bestimmten Patienten bzw. eine bestimmte Gebrauchsstellung berechnete Brillengläser mit nur einer progressiven Fläche ausgebildet sein:

5

Beispielsweise ist es im Falle einer astigmatischen Verordnung möglich, dass wenigstens eine der beiden Flächen einen Flächenastigmatismus aufweist, dessen Betrag und Achslage den Astigmatismus des Auges - gegebenenfalls unter Berücksichtigung des Astigmatismus schiefer Bündel - zumindest annähernd korrigiert.

Dennoch hat das erfindungsgemäße Brillenglas eine Vielzahl von Gestaltungsmöglichkeiten, die in der veröffentlichten Patentliteratur nicht beschrieben bzw. bei den bekannten progressiven Brillengläsern mit zwei progressiven Flächen nicht realisiert sind:

Eine, beim Stand der Technik nicht erkannte Gestaltungsmöglichkeit bei Brillengläsern mit zwei progressiven Flächen ist die Aufteilung der Addition zwischen der Vorderfläche und der augenseitigen Fläche:

Damit ist zum einen gemeint, dass die Vorderfläche und die augenseitige Fläche nicht den gleichen Betrag zum Anstieg der Wirkung vom Fernteil (Fernbezugspunkt) zum Nahteil (Nahbezugspunkt) beitragen müssen. Zum anderen ist damit gemeint, dass der Anstieg der Wirkung auf der Vorderfläche und der augenseitigen Fläche örtlich, d.h. längs und/oder senkrecht zur (jeweiligen) Hauptlinie unterschiedlich sein kann.

Beispielsweise kann der durch das jeweilige Rezept vorgegebene Wirkungsanstieg Add vom Fernteil zum Nahteil (Addition) derart zwischen der Vorderfläche ($i=1$) und der augenseitigen Fläche ($i=2$) aufgeteilt sein, dass
5 die Pfeilhöhen z_i der wenigstens einen Fläche (i) die vorgegebenen Werte aufweisen.

Daneben ist es aber auch möglich, dass der Wirkungsanstieg in der Progressionszone beginnend vom Fernbezugs-
10 punkt zunächst (im wesentlichen) durch die Krümmungsänderung der einen Fläche und im unteren Teil der Progressionszone (im wesentlichen) durch die Krümmungsänderung der anderen Fläche erzeugt wird. Anders ausgedrückt ist der Gradient des Wirkungsanstiegs auf der
15 Vorderfläche und der augenseitigen Fläche in der Progressionszone längs der Hauptlinien örtlich unterschiedlich. Hiermit ergeben sich vollständig neue Gestaltungsmöglichkeiten der Peripherie der erfindungsgemäßen Brillengläser.

20 Ferner ist es auch möglich, dass nicht nur der Verlauf des Progressionsanstiegs längs der Hauptlinie, sondern auch die Länge der Progressionszone auf der Vorderfläche und der augenseitigen Fläche unterschiedlich ist.

25 Eine weitere Möglichkeit, die auch unabhängig von den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 eingesetzt werden kann, ist, dass in Abhängigkeit von der Achslage und/oder des Betrages des Astigmatismus und insbesondere im Falle unterschiedlicher Astigmatismus-Beträge und/oder Achslagen für die Ferne und die
30 Nähe, d.h. im Fern- bzw. Nahteil die eine Fläche (i)

zumindest im wesentlichen die astigmatistische Verordnung im Fernteil und die andere Fläche (j) zumindest im wesentlichen die astigmatistische Verordnung im Nahteil aufbringt.

5

Beispielsweise kann einer bestimmten Achslage zunächst der Flächenastigmatismus im Fernteil der Vorderfläche den Astigmatismus erzeugen, der den Astigmatismus des Auges (zumindest teilweise) kompensiert. In der Progressionszone nimmt dann der zur Kompensation erforderliche Flächenastigmatismus der Vorderfläche kontinuierlich ab, während der Flächenastigmatismus auf der augenseitigen Fläche kontinuierlich zunimmt. Im Nahteil trägt dann (nahezu) ausschließlich der Flächenastigmatismus der augenseitigen Fläche zur Kompensation des Astigmatismus des Auge bei. Selbstverständlich sind die verschiedensten "Übergangsformen" bzw. "Mischformen" oder die umgekehrte Gestaltung möglich.

20 Weiterhin ist es möglich, dass der Fernteil und der Nahteil auf der Vorderfläche und der augenseitigen Fläche eine unterschiedliche Erstreckung aufweisen:

Die Begrenzungen des Fernteils und des Nahteils sind
25 üblicherweise durch eine ISO-Flächenastigmatismus-Linie mit einem bestimmten Absolutwert gegeben. Diese Linien können dann auf der Vorderfläche und auf der augenseitigen Fläche unterschiedlich verlaufen.

30 Im Falle einer Astigmatismus-freien Verordnung ist die den Fernteil bzw. den Nahteil begrenzende ISO-Astigmatismus-Linie üblicher Weise die 0,5 dpt-Linie des

Flächenastigmatismus. Selbstverständlich sind aber auch andere Definitionen für die Begrenzung des Fernteil des bzw. des Nahteils möglich.

- 5 Wie bereits gesagt, ist das erfindungsgemäße Brillenglas in bestimmten Teilen in herkömmlicher Weise ausgebildet:

10 So ist es insbesondere möglich, dass die Wirkung vom Fernteil zum Nahteil in an sich bekannter Weise längs einer zur Nasenseite hin gewundenen Kurve (Hauptlinie) ansteigt.

15 Die Hauptlinien können auf der Vorderfläche und der augenseitigen Fläche unterschiedlich verlaufen. Dies ist zum einen auf Grund der prismatischen Ablenkungen des Sehstrahles im Brillenglas erforderlich. Der Unterschied im Verlauf der Hauptlinien kann aber auch größer oder kleiner sein als zur Kompensation der prismatischen
20 Ablenkungen erforderlich und so eine weitere Gestaltungsmöglichkeit darstellen.

Damit ist bei dem erfindungsgemäßen Brillenglas häufig der Versatz der Hauptlinien zwischen dem Fernteil und
25 dem Nahteil auf der Vorderfläche und der augenseitigen Fläche unterschiedlich. Zudem kann der Versatz eine Funktion der Addition und/oder der Wirkung sein.

30 Die Hauptlinie auf der Vorderfläche und der augenseitigen Fläche muss insbesondere nicht die Mitte zwischen zwei ISO-Astigmatismus-Linien sein:

So ist es möglich, dass auf den Hauptlinien der Flächenastigmatismus im Falle einer Astigmatismus-freien Verordnung ein Minimum und im Falle einer astigmatischen Verordnung die größte Annäherung an den Wert der
5 astigmatischen Verordnung im zentralen Bereich des Brillenglases aufweist.

Alternativ ist es auch möglich, dass insbesondere im Falle einer astigmatischen Verordnung der Flächenastigmatismus sich senkrecht zur Hauptlinie in einem Streifen
10 beidseits der Hauptlinie zumindest annähernd linear ändert.

Das erfindungsgemäße Brillenglas kann in an sich bekannter Weise unter Berücksichtigung der vorstehenden technischen Lehre berechnet werden, so dass auf die Beschreibung eines konkreten Ausführungsbeispiels verzichtet werden kann. Insbesondere ist es möglich, dass zur Berechnung eines erfindungsgemäßen Brillenglases in
15 an sich bekannter Weise eine Zielfunktion vorgegeben wird. Dabei werden die Anfangsbedingungen für den Doppelstreifen beidseits der Hauptlinien der Vorderfläche und der augenseitigen Flächen derart geeignet gewählt, dass bei einer Flächengestaltung, die die vorgegebene
20 Zielfunktion erfüllt, der vorgegebene Verlauf der Pfeilhöhen z des Randes der Fläche(n) erhalten wird.

Als Zielfunktion F , mit der nicht nur ein Wert des Flächenastigmatismus, sondern auch die Achslage des Flächenastigmatismus längs der Hauptlinie und der Wert der
30 Flächenbrechkraft vorgegeben werden können, kann beispielsweise verwendet werden:

$$F = \int_{Y_{\min}}^{Y_{\max}} [(A - A_v)^2 + (D - D_v)^2 + (\varepsilon - \varepsilon_v)^2] dy$$

5 wobei $A_v(y)$, $D_v(y)$ und $\varepsilon_v(y)$ die jeweils vorgegebenen Flächeneigenschaften entlang der Hauptlinie und

10 $A(y)$ der Flächenastigmatismus,
 $D(y)$ der Flächenbrechwert, und
 $\varepsilon(y)$ die Achslage des Flächenastigmatismus bezüglich der Horizontalebene sind.

Durch Minimierung dieser Zielfunktion können die Haupt-
 15 linie und der sie umgebende Bereich (Doppelstreifen)
 nach Vorgabe der Projektion $f_1(y)$ der Hauptlinie auf die
 x,y -Ebene unter physiologischen Gesichtspunkten erhalten werden. Dabei können auch erforderliche oder aus
 gestalterischen Gründen vorgegebene Prismen berücksich-
 20 tigt werden. Ergänzend wird hierzu auf die DE 43 37 369
 A1 verwiesen.

Insbesondere ist es dabei möglich, dass sich bei einer
 Flächengestaltung, die die vorgegebene Zielfunktion er-
 25 füllt, eine Variation der Randdicke ergibt, die deut-
 lich geringer als bei einem progressiven Brillenglas
 mit nur einer progressiven Fläche ist. Die vorgegebene
 Zielfunktion entspricht dabei der eines progressiven
 Brillenglases mit nur einer progressiven Fläche, das
 30 ohne Berücksichtigung des Randverlaufs optimiert wird.

In jedem Falle erhält man ein Brillenglas mit zwei pro-
 gressiven Flächen, bei dem der periphere Randbereich
 nicht nur unter optischen, sondern auch unter geometri-
 35 schen und insbesondere kosmetischen Gesichtspunkten

gestaltet ist, ohne dass die Verträglichkeit des Brillenglases leiden würde.

Zusätzlich oder alternativ können auch andere Vorgaben
5 hinsichtlich des Flächenverlaufs eingehalten werden,
die unter „nicht-optischen“ Gesichtspunkten, beispielsweise kosmetischen Gesichtspunkten, wie Durchbiegung
des Brillenglases in einer oder zwei zueinander senkrechten Richtungen, kritische Dicke etc. gemacht werden,
10 den, ohne dass die Verträglichkeit des Brillenglases
leiden würde.

PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Progressives Brillenglas mit zwei asphärischen und insbesondere progressiven, d. h. zum Wirkungsanstieg (Addition Add) vom Fernteil zum Nahteil beitragenden Flächen,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Pfeilhöhen
- 10
$$z_i = z_i(x,y)$$
 wenigstens einer (i) progressiven Fläche (i=1,2) so gewählt sind, dass die Pfeilhöhen z dieser jeweiligen Fläche an dem durch
- $$y_i = f_{i1}(x) \text{ für } y \geq 0 \text{ bzw.}$$
- 15
$$y_i = f_{i2}(x) \text{ für } y < 0$$
 gegebenen Rand des Brillenglases vorgegebene Werte annehmen, ohne dass diese Fläche (i) oder die andere Fläche (j) eine zur Bildung eines Tragrandes etc. dienende Krümmungsumkehr aufweisen.
- 20 2. Brillenglas nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Gestaltung des peripheren Bereichs einer oder beider Flächen weitgehend frei gestaltet ist.
- 25 3. Brillenglas nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass die vorgegebenen Werte der Pfeilhöhen z der jeweiligen Fläche(n) am Rand im wesentlichen durch geometrische Vorgaben
- 30 bestimmt sind, und dass trotz der Einhaltung dieser Vorgaben die optischen Eigenschaften des Brillenglases weder im zentralen Bereich noch im Rand-

bereich spürbar schlechter als bei einem herkömmlichen Brillenglas mit einer progressiven Fläche sind, bei dem der Randverlauf nicht vorgegeben ist.

- 5
4. Brillenglas nach Anspruch 3,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Gesamtastigmatismus an keiner Stelle des Brillenglases einen Wert von $1,5 \cdot \text{Add}$ und insbesondere $1,1 \cdot \text{Add}$ überschreitet.
- 10
5. Brillenglas nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Refraktionsfehler an keiner Stelle des Brillenglases einen Wert von $1 \cdot \text{Add}$ und insbesondere von $0,7 \cdot \text{Add}$ überschreitet.
- 15
6. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Rand der durch eine (individuell) gewählte Brillenfassung vorgegebene Rand des gerandeten Brillenglases ist.
- 20
7. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Rand der Rand eines rohrunden Brillenglases ist.
- 25
8. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der durch das jeweilige Rezept vorgegebene Wirkungsanstieg Add vom Fernteil zum Nahteil (Addition) derart zwischen der Vorderfläche ($i=1$) und der augenseitigen Fläche ($i=2$) aufgeteilt ist, dass die Pfeilhöhen z_i
- 30

der wenigstens einen Fläche (i) die vorgegebenen Werte aufweisen.

- 5 9. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Pfeilhöhen $z_{j \neq i}$
der anderen Fläche (j) am Rand derart gewählt
sind, dass die Variation der Randdicke längs des
Umfangs des Brillenglases deutlich geringer als
10 bei einem progressiven Brillenglas mit nur einer
asphärisch-progressiven Fläche ist.
- 15 10. Brillenglas nach Anspruch 9,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Variation der
Randdicke längs des Umfangsrandes um wenigstens
30%, bevorzugt 50% geringer als bei einem progres-
siven Brillenglas mit gleicher Fernteilwirkung und
Addition und mit nur einer progressiven Fläche
ist.
- 20 11. Brillenglas nach Anspruch 9,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Randdicke längs
des Umfangs eines rohrunden Brillenglases weniger
als 40% und insbesondere weniger als 25% variiert.
- 25 12. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch **gekennzeichnet**, dass im Falle einer astig-
matischen Verordnung wenigstens eine der beiden
Flächen einen Flächenastigmatismus aufweist, des-
sen Betrag und Achslage den Astigmatismus des Au-
30 ges zumindest annähernd korrigiert.

13. Brillenglas nach Anspruch 12,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Flächenastigmatismus derart gewählt ist, dass der Flächenastigmatismus unter Berücksichtigung des Astigmatismus
5 schiefer Bündel den Astigmatismus des Auges zumindest annähernd korrigiert.
14. Brillenglas nach Anspruch 12 oder 13 oder nach dem
Oberbegriff des Patentanspruchs 1 i. V. m. An-
10 spruch 12 oder 13,
dadurch **gekennzeichnet**, dass in Abhängigkeit von der Achslage und/oder des Betrages des Astigmatismus und insbesondere im Falle unterschiedlicher
Astigmatismus-Beträge und/oder Achslagen im Fern-
15 bzw. Nahteil die eine Fläche (i) zumindest im wesentlichen die astigmatistische Verordnung im Fern-
teil und die andere Fläche (j) zumindest im wesentlichen die astigmatistische Verordnung im Nahteil
aufbringt.
- 20 15. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 14 oder nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Begrenzungen des Fernteils und des Nahteils, die durch eine ISO-
25 Flächenastigmatismus-Linie mit einem bestimmten Absolutwert gegeben sind, auf der Vorderfläche (i=1) und der augenseitigen Fläche (i=2) unterschiedlich verlaufen.
- 30 16. Brillenglas nach Anspruch 15,
dadurch **gekennzeichnet**, dass im Falle einer Astigmatismus-freien Verordnung die den Fernteil bzw.

den Nahteil begrenzende ISO-Astigmatismus-Linie die 0,5 dpt-Linie des Flächenastigmatismus ist.

17. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
5 dadurch **gekennzeichnet**, dass die Wirkung vom Fern-
teil zum Nahteil in an sich bekannter Weise längs
einer zur Nasenseite hin gewundenen Kurve (Haupt-
linie) ansteigt.
- 10 18. Brillenglas nach Anspruch 17 oder nach dem Oberbe-
griff des Anspruchs 1 i. V. m. Anspruch 17,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Versatz der
Hauptlinien zwischen dem Fernteil und dem Nahteil
auf der Vorderfläche und der augenseitigen Fläche
15 unterschiedlich ist.
19. Brillenglas nach Anspruch 17 oder 18,
dadurch **gekennzeichnet**, dass auf den Hauptlinien
der Flächenastigmatismus im Falle einer Astigma-
20 tismus-freien Verordnung ein Minimum und im Falle
einer astigmatischen Verordnung die größte Annähe-
rung an den Wert der astigmatischen Verordnung im
zentralen Bereich des Brillenglases aufweist.
- 25 20. Brillenglas nach Anspruch 17 oder 18,
dadurch **gekennzeichnet**, dass im Falle einer astig-
matischen Verordnung der Flächenastigmatismus sich
senkrecht zur Hauptlinie in einem Streifen beid-
seits der Hauptlinie zumindest annähernd linear
30 ändert.

21. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 20 oder nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Länge der Progressionszone und/oder der Verlauf des Progressionsanstieges längs der Hauptlinie auf der Vorderfläche und der augenseitigen Fläche unterschiedlich ist.
22. Verfahren zur Berechnung eines progressiven Brillenglases nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch **gekennzeichnet**, dass in an sich bekannter Weise eine Zielfunktion vorgegeben wird, und dass die Anfangsbedingungen für den Doppelstreifen beidseits der Hauptlinien der Vorderfläche und der augenseitigen Flächen derart geeignet gewählt werden, dass bei einer Flächengestaltung, die die vorgegebene Zielfunktion erfüllt, der vorgegebene Verlauf der Pfeilhöhen z des Randes der Fläche(n) erhalten wird.
23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch **gekennzeichnet**, dass sich bei einer Flächengestaltung, die die vorgegebene Zielfunktion erfüllt, eine Variation der Randdicke ergibt, die deutlich geringer als bei einem progressiven Brillenglas mit nur einer progressiven Fläche ist.
24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23, dadurch **gekennzeichnet**, dass die vorgegebene Zielfunktion der eines progressiven Brillenglases mit nur einer progressiven Fläche entspricht, das ohne Berücksichtigung des Randverlaufs optimiert wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 24,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Optimierung der-
art erfolgt, dass die kritische Dicke des Brillen-
5 glasses minimiert wird.