

BERICHTIGTE FASSUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
3. August 2006 (03.08.2006)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/079540 A9

(51) Internationale Patentklassifikation:
G02C 13/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/000695

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Januar 2006 (26.01.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 003 699.6
26. Januar 2005 (26.01.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **RODENSTOCK GMBH** [DE/DE]; Isartalstrasse 43, 80469 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SESSNER, Rainer** [DE/DE]; Implerstrasse 87, 81371 München (DE). **SCHMID, Leonhard** [DE/DE]; Diessenerstrasse 8, 82399 Raisting (DE). **UTTENWEILER, Dietmar** [DE/DE]; Peissenbergstrasse 1, 81547 München (DE).

BROSIG, Jochen [DE/DE]; Hirtenweg 9, 82031 Grünwald (DE). **MÜLLER, Werner** [DE/DE]; Waldstrasse 17, 75443 Ötisheim (DE).

(74) Anwalt: **ROCKE, Carsten**; MÜLLER-BORE & PARTNER, Grafinger Strasse 2, 81671 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

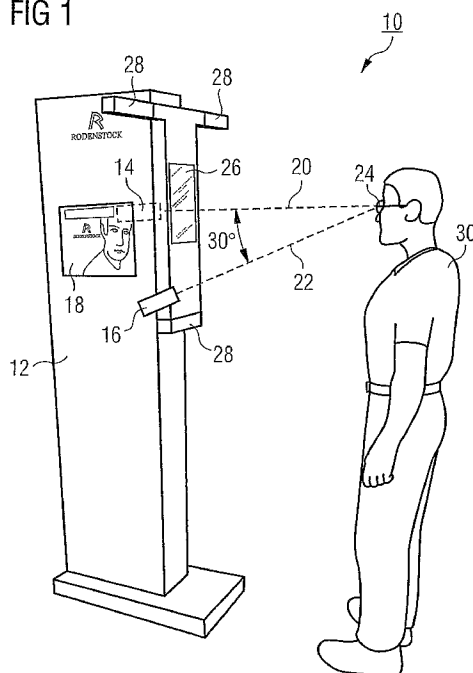
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR DETERMINING OPTICAL PARAMETERS OF A USER AND ASSOCIATED COMPUTER PROGRAM

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BESTIMMEN VON OPTISCHEN PARAMETERN EINES BENUTZERS, COMPUTERPROGRAMMPRODUKT

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a device (10) for determining the optical parameters of a user comprising: at least two image recording devices (14, 16), which are configured and arranged to respectively generate image data of at least sub-sections of the head of the user (30); a data processing unit comprising a user data determination device, which is configured to use the generated image data to determine user data relating to at least one sub-section of the head, or at least one sub-section of a system placed on the head that supports a pair of glasses (38) of the user (30) in a normal position of wear, the user data containing the three-dimensional location information of predetermined points in the head sub-section or the system sub-section and comprising a parameter determination unit, which is configured to determine at least some of the optical parameters of the user (30); a data output device, which outputs at least some of the determined optical parameters of the user (30). The invention also relates to an additional device, a corresponding method and a computer program.

(57) Zusammenfassung: Zusammenfassend betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung (10) zum Bestimmen von optischen Parametern eines Benutzers mit zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/079540 A9



LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(48) Datum der Veröffentlichung dieser berichtigten Fassung: 22. Oktober 2009

(15) Informationen zu Berichtigungen: siehe Mitteilung vom 22. Oktober 2009

Frühere Berichtigung: siehe Mitteilung vom 14. Dezember 2006

(14, 16), welche ausgelegt und angeordnet sind, jeweils Bilddaten zumindest von Teilbereichen des Kopfes des Benutzers (30) zu erzeugen; einer Datenverarbeitungseinrichtung mit einer Benutzerdatenbestimmungseinrichtung, welche ausgelegt ist, anhand der erzeugten Bilddaten Benutzerdaten zumindest eines Teilbereichs des Kopfes oder zumindest eines Teilbereichs eines Systems des Kopfes und einer daran in Gebrauchsstellung angeordneten Brille (38) des Benutzers (30) zu bestimmen, wobei die Benutzerdaten Ortsinformationen im dreidimensionalen Raum von vorbestimmten Punkten des Teilbereichs des Kopfes oder des Teilbereichs des Systems umfassen und einer Parameterbestimmungseinrichtung, welche ausgelegt ist, anhand der Benutzerdaten zumindest einen Teil der optischen Parameter des Benutzers (30) zu bestimmen; einer Datenausgabereinrichtung, welche zur Ausgabe zumindest eines Teils der bestimmten optischen Parameter des Benutzers (30) ausgelegt ist, sowie eine weitere Vorrichtung ein entsprechendes Verfahren und ein Computerprogrammprodukt.

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bestimmen von optischen Parametern eines Benutzers, ein Verfahren zum Bestimmen von optischen Parametern eines Benutzers sowie ein Computerprogrammprodukt zum Durchführen des Verfahrens.

Durch die Einführung von individuell optimierten Brillengläsern ist es möglich, auf die Ansprüche von Personen mit Sehfehlern einzugehen und beispielsweise Brillengläser mit individuell optimierten Sehbereichen bereitzustellen. Individuell angepaßte Brillengläser ermöglichen eine optimale Korrektur von optischen Sehfehlern eines Benutzers der Brillengläser. Eine individuelle Berechnung und Anpassung von Brillengläsern ist auch für Sportbrillen möglich, welche sich durch große Durchbiegungen, Fassungscheiben- und Vorneigungswinkel auszeichnen.

Um die optischen Vorteile von individuellen Brillengläsern, insbesondere von individuell angepaßten Gleitsichtgläsern, vollständig auszuschöpfen, ist es notwendig, diese Brillengläser in Kenntnis der Gebrauchsstellung des Benutzers zu berechnen und herzustellen und gemäß der zur Berechnung und Herstellung verwendeten Gebrauchsstellung zu tragen. Die Gebrauchsstellung ist von einer Vielzahl von Parametern abhängig, beispielsweise von der Pupillendistanz des Benutzers, dem Fassungscheibenwinkel, der Brillenglasvorneigung, der Brillenfassung, dem Hornhautscheitelabstand des Systems von Brille und Auge und der Einschleifhöhe der Brillengläser. Diese und weitere Parameter, welche zur Beschreibung der Gebrauchsstellung herangezogen werden können, bzw. notwendig sind, sind in einschlägigen Normen, wie beispielsweise der DIN EN ISO 1366, der

DIN 58 208, der DIN EN ISO 8624 und der DIN 5340 enthalten und können diesen entnommen werden. Ferner ist es notwendig, daß die Brillengläser entsprechend den optischen Parametern, welche zur Herstellung verwendet wurden, in einer Brillenfassung angeordnet bzw. zentriert werden, so daß die Brillengläser tatsächlich
5 entsprechend den optischen Parametern in Gebrauchsstellung getragen werden.

Um die einzelnen optischen Parameter zu bestimmen, stehen dem Optiker eine Vielzahl von Meßgeräten zur Verfügung. Beispielsweise kann der Optiker mit einem sogenannten Pupillometer Pupillenreflexe auswerten bzw. den Abstand der
10 Pupillenmitten bestimmen, um derart die Pupillendistanz zu ermitteln.

Vorneigungswinkel und Hornhautscheitelabstand können beispielsweise mit einem Meßgerät bestimmt werden, bei dem in habitueller Kopf- und Körperhaltung des Kunden das Meßgerät an eine Fassungsebene einer Brillenfassung gehalten wird.
15 Der Vorneigungswinkel kann seitlich über einen schwerkraftgetriebenen Zeiger anhand einer Skala abgelesen werden. Zur Bestimmung des Hornhautscheitelabstands wird ein eingraviertes Lineal benutzt, mit welchem der Abstand zwischen dem geschätzten Nutengrund der Brillenfassung und der Kornea ebenfalls von der Seite gemessen wird.

20 Der Fassungsscheibenwinkel der Brillenfassung kann beispielsweise mit einem Meßgerät bestimmt werden, auf welches die Brille gelegt wird. Der nasale Rand einer Scheibe muß dabei über einem Drehpunkt eines beweglichen Meßarms angeordnet werden, wobei die andere Scheibe parallel zu einer eingravierten Linie verläuft. Der
25 Meßarm wird so eingestellt, daß eine markierte Achse des Meßarms parallel zu der Fassungsebene der darüber angeordneten Scheibe verläuft. Der Fassungsscheibenwinkel kann anschließend an einer Skala abgelesen werden.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Möglichkeit bereitzustellen, in einfacher
30 Weise optische Parameter eines Benutzers präzise zu bestimmen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die Vorrichtung gemäß Anspruch 1, die Vorrichtung

gemäß Anspruch 27 das Verfahren gemäß Anspruch 28 und das Computerprogrammprodukt gemäß Anspruch 31. Bevorzugte Ausführungsformen bzw. -varianten sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

5 Gemäß einem Aspekt der Erfindung umfaßt eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Bestimmen von optischen Parametern eines Benutzers

10 - zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen, welche ausgelegt und angeordnet sind, jeweils Bilddaten zumindest von Teilbereichen des Kopfes des Benutzers zu erzeugen;

15 - eine Datenverarbeitungseinrichtung mit

- einer Benutzerdatenbestimmungseinrichtung, welche ausgelegt ist, anhand der erzeugten Bilddaten Benutzerdaten zumindest eines Teilbereichs des Kopfes oder zumindest eines Teilbereichs eines Systems des Kopfes und einer daran in Gebrauchsstellung angeordneten Brille des Benutzers zu bestimmen, wobei die Benutzerdaten Ortsinformationen im dreidimensionalen Raum von vorbestimmten Punkten des Teilbereichs des Kopfes oder des Teilbereichs des Systems umfassen und

20

- einer Parameterbestimmungseinrichtung, welche ausgelegt ist, anhand der Benutzerdaten zumindest einen Teil der optischen Parameter des Benutzers zu bestimmen;

25

- eine Datenausgabeeinrichtung, welche zur Ausgabe zumindest eines Teils der bestimmten optischen Parameter des Benutzers ausgelegt ist.

30 Vorteilhafterweise werden anhand der vorliegenden Vorrichtung vorzugsweise dreidimensionale Daten des Teilbereichs des Kopfes bzw. des Systems des Kopfes und der Brille erzeugt. Die dreidimensionalen Daten werden mittels der Bilddaten bestimmt. Die Bilddaten, welche mittels einer ersten Bildaufnahmeeinrichtung

erzeugt werden, unterscheiden sich von den Bilddaten, welche mittels einer zweiten Bildaufnahmeeinrichtung erzeugt werden. Die Unterschiede in den Bilddaten entstehen insbesondere dadurch, daß die beiden Bildaufnahmeeinrichtungen vorzugsweise an verschiedenen Positionen angeordnet sind. Aufgrund der
5 vorzugsweise verschiedenen Positionen der zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen werden die jeweiligen Bilddaten unter verschiedenen perspektivischen Ansichten des Kopfes bzw. des Teilbereiches des Kopfes erzeugt. Anhand der verschiedenen perspektivischen Ansichten bzw. der dadurch erzeugten verschiedenen Bilddaten des Teilbereichs des Kopfes können, unter Kenntnis der
10 Positionen der Kameras relativ zueinander, für vorbestimmte bzw. vorbestimmbare Punkte an dem Kopf des Benutzers bzw. an dem System des Kopfes und der Brille Koordinaten im dreidimensionalen Raum bestimmt werden.

Zwei Aufnahmeeinrichtungen im Sinne der Erfindung sind beispielsweise zwei
15 digitale Kameras, welche getrennt voneinander positioniert sind. Es ist möglich, daß eine Bildaufnahmeeinrichtung vorzugsweise eine digitale Kamera und zumindest ein optisches Umlenkelement bzw. -spiegel umfaßt, wobei die Bilddaten des Teilbereichs des Kopfes mit der Kamera mittels des Umlenkspiegels aufgezeichnet bzw. erzeugt werden. Zwei Bildaufnahmeeinrichtungen umfassen daher in gleicher Weise
20 beispielsweise zwei insbesondere digitale Kameras und zumindest zwei Umlenkelemente bzw. -spiegel, wobei jeweils eine digitale Kamera und zumindest ein Umlenkspiegel eine Bildaufnahmeeinrichtung darstellen. Weiterhin vorzugsweise können zwei Bildaufnahmeeinrichtungen auch aus genau einer digitalen Kamera und zwei Umlenkelementen bzw. -spiegeln bestehen, wobei Bilddaten mittels der
25 digitalen Kamera zeitversetzt aufgezeichnet bzw. erzeugt werden. Beispielsweise werden zu einem ersten Zeitpunkt Bilddaten erzeugt, wobei der Teilbereich des Kopfes mittels des einen Umlenkspiegels abgebildet wird, und zu einem zweiten Zeitpunkt Bilddaten erzeugt, welche den Teilbereich des Kopfes mittels des anderen Umlenkspiegels abbilden. Ferner kann die Kamera auch derart angeordnet sein, daß
30 an dem ersten bzw. dem zweiten Zeitpunkt von der Kamera Bilddaten erzeugt werden, wobei kein Umlenkspiegel notwendig bzw. zwischen der Kamera und dem Kopf angeordnet ist.

Vorteilhafterweise werden mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung anhand von zweidimensionalen Bilddaten eine Darstellung zumindest des Teilbereichs des Kopfes oder zumindest eines Teilbereichs des Systems des Kopfes und der daran in
5 Gebrauchsstellung angeordneten Brille des Benutzers bestimmt. Anhand dieser dreidimensionalen Darstellung können in einfacher Weise Ortsrelationen im dreidimensionalen Raum der Benutzerdaten zueinander bestimmt werden und daraus die optischen Parameter des Benutzers bestimmt werden.

10 Insbesondere können vorteilhafterweise eine Vielzahl zur Beschreibung der Gebrauchsstellung einer Brille bzw. der Brillengläser notwendigen optischen Parameter des Benutzers präzise und einfach bestimmt werden.

Vorzugsweise werden von den zwei Bildaufnahmeeinrichtungen weiterhin Bilddaten
15 weitesgehend überlappender Teilbereiche, insbesondere desselben Teilbereichs des Kopfes des Benutzers erzeugt, wobei die Bildaufnahmeeinrichtungen derart ausgelegt und angeordnet sind, daß in den erzeugten Bilddaten zumindest eine Pupille des Benutzers vollständig abgebildet ist. Ferner werden lediglich die erzeugten Bilddaten zur Bestimmung der Benutzerdaten verwendet, in welchen
20 Pupille des Benutzers vollständig abgebildet ist. Insbesondere wird in den Bilddaten, welche von den zwei oder mehreren Bildaufnahmeeinrichtungen erzeugt werden, ein und dieselbe Pupille des Benutzers vollständig abgebildet. Weiterhin können in den Bilddaten der beiden Bildaufnahmeeinrichtungen jeweils beide Pupillen des Benutzers abgebildet sein.

25 Bei der Datenverarbeitungseinrichtung handelt es sich vorzugsweise um einen Computer bzw. Mikroprozessor. Ferner können die Benutzerdatenbestimmungseinrichtung und die Parameterbestimmungseinrichtung voneinander unabhängig arbeiten. Vorzugsweise ist die
30 Datenverarbeitungseinrichtung derart ausgelegt, daß die Benutzerdatenbestimmungseinrichtung und die Parameterbestimmungseinrichtung mittels eines Mikroprozessors betrieben werden. In anderen Worten ist die

Datenverarbeitungseinrichtung derart ausgelegt, daß ein Mikroprozessor sowohl die Aufgabe(n) der Benutzerdatenbestimmungseinrichtung als auch der Parameterbestimmungseinrichtung ausführt.

- 5 Weiterhin vorzugsweise sind die Bildaufnahmeeinrichtungen derart ausgelegt und angeordnet, daß in den erzeugten Bilddaten zumindest eine Pupille des Benutzers und ein Pupillenfassungsrand und/oder ein Brillenglasrand abgebildet ist, wobei in den erzeugten Bilddaten die zumindest eine Pupille des Benutzers von dem Brillenfassungsrand und/oder dem Brillenglasrand umgrenzt ist.

10

- In anderen Worten wird von jeder Bildaufnahmeeinrichtung eine zweidimensionale Abbildung zumindest eines Teilbereichs des Kopfes des Benutzers erzeugt. Jede der Abbildungen beinhaltet eine Pupille des Benutzers oder beide Pupillen des Benutzers. Beispielsweise können Bilddaten, welche von einer
- 15 Bildaufnahmeeinrichtung erzeugt werden, lediglich eine Pupille des Benutzers beinhalten. Bilddaten, welche von einer weiteren Bildaufnahmeeinrichtung erzeugt werden, beinhalten hingegen beide Pupillen des Benutzers. In jedem Fall wird in allen zur weiteren Auswertung benutzten Bilddaten zumindest eine Pupille abgebildet und zumindest ein Brillenfassungsrand und/oder ein Brillenglasrand abgebildet,
- 20 wobei es sich in allen diesen Bilddaten um dieselbe Pupille handelt. Ferner wird der der abgebildeten Pupille zugeordnete Brillenfassungsrand bzw. Brillenglasrand abgebildet. Die Bildaufnahmeeinrichtungen sind außerdem derart ausgelegt und angeordnet, daß in den zweidimensionalen Bilddaten die Abbildung der Pupille innerhalb der Abbildung des Brillenfassungs- bzw. Brillenglasrandes liegt. Besonders
- 25 bevorzugt liegt die Abbildung der Pupille vollständig innerhalb der Abbildung des Brillenfassungs- bzw. Brillenglasrandes.

- In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfassen die Benutzerdaten Ortsinformationen für zumindest einen der folgenden
- 30 Punkte:

- Schnittpunkte einer im Bezugssystem des Benutzers horizontalen Ebene mit

den Brillenglasrändern und/oder den Brillenfassungsrändern der Brille, wobei die horizontale Ebene des Benutzers beide Pupillen des Benutzers schneidet und parallel zu einer vorbestimmten Nullblicklinie des Benutzers verläuft;

- 5 - Schnittpunkte einer im Bezugssystem des Benutzers vertikalen Ebene mit den Brillenglasrändern und/oder den Brillenfassungsrändern der Brille, wobei die vertikale Ebene des Benutzers senkrecht zu der horizontalen Ebene des Benutzers und parallel zu der vorbestimmten Nullblicklinie des Benutzers verläuft und eine Pupille des Benutzers schneidet;

10

- zumindest einen Pupillenmittelpunkt;
- Begrenzungen zumindest eines Brillenglases des Benutzers nach einer Bemaßung im Kastenmaß;

15

- Brillenmittelpunkt der Brillenfassung der Brille.

Unter einer Bemaßung im Kastenmaß wird im Sinne dieser Erfindung das Maßsystem verstanden, wie es in einschlägigen Normen, beispielsweise in der DIN
20 EN ISO 8624 und/oder der DIN EN ISO 1366 DIN und/oder der DIN 58 208 und/oder der DIN 5340, beschrieben wird. Ferner wird hinsichtlich des Kastenmaßes und weiterer verwendeter herkömmlicher Begriffe und Parameter auf das Buch "Die Optik des Auges und der Sehhilfen" von Dr. Roland Enders, 1995 Optische Fachveröffentlichung GmbH, Heidelberg, sowie das Buch "Optik und Technik der
25 Brille" von Heinz Diepes und Ralf Blendowski, 2002 Verlag Optische Fachveröffentlichungen GmbH, Heidelberg, verwiesen. Die Normen sowie das genannte Buch stellen für die Begriffsdefinitionen insoweit einen integralen Offenbarungsbestandteil der vorliegenden Anmeldung dar.

30 Die Begrenzungen nach einer Bemaßung im Kastenmaß umfaßt beispielsweise Fassungspunkte für ein Auge oder beide Augen, welche am weitesten außen bzw. innen und/oder oben bzw. unten liegen. Diese Fassungspunkte werden

herkömmlicherweise anhand von Tangenten an die Brillenfassung bzw. den jeweiligen Augen zugeordneten Bereichen der Brillenfassung bestimmt (vgl. DIN 58 208; Bild 3).

5 Die Nullblickrichtung im Sinne dieser Erfindung ist eine Blickrichtung geradeaus bei parallelen Fixierlinien. In anderen Worten handelt es sich um eine Blickrichtung, welche durch eine Stellung des Auges relativ zum Kopf des Benutzers definiert ist, wobei die Augen ein Objekt anblicken, das sich in Augenhöhe befindet und an einem unendlich fernen Punkt angeordnet ist. Folglich ist die Nullblickrichtung im Sinne
10 dieser Erfindung lediglich durch die Stellung der Augen relativ zum Kopf des Benutzers bestimmt. Befindet sich der Kopf des Benutzers in einer normalen aufrechten Haltung, so entspricht die Nullblickrichtung im wesentlichen der Horizontalrichtung im Bezugssystem der Erde. Die Nullblickrichtung kann aber zu der Horizontalrichtung im Bezugssystem der Erde gekippt sein, falls beispielsweise der
15 Benutzer seinen Kopf, ohne weitere Bewegung der Augen, nach vorne oder zur Seite neigt. Analog wird durch die Nullblickrichtung beider Augen eine Ebene aufgespannt, welche im Bezugssystem der Erde im wesentlichen parallel zur Horizontalebene ist. Die Ebene, welche durch die beiden Nullblickrichtungen der beiden Augen aufgespannt wird, kann ebenfalls zu der Horizontalebene im Bezugssystem der Erde
20 geneigt sein, falls beispielsweise der Benutzer den Kopf vorne oder zur Seite neigt.

Vorzugsweise entspricht die horizontale Ebene des Benutzers einer ersten Ebene und die vertikale Ebene des Benutzers einer zweiten Ebene, welche senkrecht zu der ersten Ebene ist. Beispielsweise kann die horizontale Ebene im Bezugssystem
25 des Benutzers parallel zu einer horizontalen Ebene im Bezugssystem der Erde angeordnet sein und lediglich durch den Mittelpunkt einer Pupille verlaufen. Dies ist insbesondere dann der Fall, falls die beiden Augen des Benutzers beispielsweise in unterschiedlicher Höhe (im Bezugssystem der Erde) angeordnet sind.

30

Die optischen Parameter der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfassen vorzugsweise einen der folgenden Werte:

- Pupillendistanz;
- monokularer Pupillenabstand;
- Hornhautscheitelabstand nach Bezugspunktforderung und/oder nach
5 Augendrehpunktforderung;
- monokularer Zentrierpunktabstand;
- Zentrierpunktkoordinaten;
- Scheibenabstand;
- Dezentration des Zentrierpunktes;
- 10 - Scheibenhöhe und -breite;
- Scheibenmittenabstand;
- Brillenglasvorneigung;
- Fassungsscheibenwinkel;
- Einschleifhöhe.

15

Ferner umfassen die optischen Parameter weiterhin vorzugsweise einen Augendrehpunkt eines Auges und/oder Parameter, anhand welcher ein dynamisches Sehverhalten eines Benutzers bestimmt werden kann, wie beispielsweise Konvergenz einer Augenstellung und/oder Blickauslenkung.

20

Die Pupillendistanz entspricht im wesentlichen dem Abstand der Pupillenmitten.

25

Die optischen Parameter umfassen besonders bevorzugt physiologische und anatomische Parameter eines Brillenträgers, fassungsspezifische Eigenschaften sowie Merkmale eines Systems Brille-Auge des Benutzers, welches beispielsweise in der DIN 58208 beschrieben ist. Die Merkmale des Systems Brille-Auge des Benutzers können beispielsweise zur Berechnung von Brillengläsern und zur
30 genauen Zentrierung von Brillengläsern verwendet werden, Zentrierdaten gemäß der zitierten Normen exakt bzgl. einer Scheiben- bzw. einer Fassungsebene bestimmt werden. Die Scheibenebene ist hierbei die Ebene durch eine horizontale und vertikale (im Bezugssystem der Erde) Mittellinie im rechten bzw. linken Kastensystem in der Brillenfassung. Die Fassungsebene ist die Ebene durch zueinander vertikale

Mittellinien der die rechte und linke Scheibenebene der Brillenfassung festlegenden Kastensysteme.

Weiterhin vorzugsweise sind in Betriebsstellung die Bildaufnahmeeinrichtungen
5 innerhalb eines Raumbereichs angeordnet, welcher von einem Kegel mit einem
vorbestimmten Öffnungswinkel umfassen ist, wobei die Kegelspitze des Kegels in
einer Umgebung eines vorbestimmten Bezugspunktes angeordnet ist und die
Kegelachse parallel zu einer vorbestimmten Richtung angeordnet ist, wobei
10 betriebsmäßig die Nullblickrichtung des Benutzers der vorbestimmten Richtung
entspricht.

In anderen Worten sind die Bildaufnahmeeinrichtungen vorzugsweise in einem
Kegelvolumen angeordnet. Die Spitze des Kegels befindet sich in einem Abstand
von weniger als etwa 20 cm, vorzugsweise weniger als etwa 10 cm bevorzugt etwa 0
15 cm von dem Bezugspunkt entfernt.

Vorzugsweise entspricht betriebsmäßig der Ort einer der Pupillen des Benutzers
oder der Ort der Nasenwurzel des Benutzers näherungsweise dem vorbestimmten
Bezugspunkt. Bei Betrieb der Vorrichtung kann der Benutzer derart positioniert
20 werden, daß sich der Ort einer der Pupillen oder der Nasenwurzel des Benutzers
näherungsweise an dem vorbestimmten Bezugspunkt, d.h. im wesentlichen der
Kegelspitze, befindet. Die Distanz zwischen der Kegelspitze des Kegels und einer
der Pupillen bzw. der Nasenwurzel des Benutzers beträgt bevorzugt weniger als
etwa 20 cm, weiterhin bevorzugt weniger als etwa 10 cm, besonders bevorzugt etwa
25 0 cm.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung
beträgt der Öffnungswinkel des Kegels weniger als 90° , weiterhin bevorzugt
zwischen etwa 60° und etwa 10° , besonders bevorzugt zwischen etwa 45° und etwa
30 20° , insbesondere etwa 30° . Der Öffnungswinkel entspricht hierbei dem Winkel
zwischen der Symmetrieachse des Kegels und der Mantelfläche des Kegels, wobei
der Kegel rotationssymmetrisch ist. In anderen Worten kann das Kegelvolumen

durch Rotation eines rechtwinkligen Dreiecks beschrieben werden, wobei das Dreieck um eine Kathete rotiert und die Mantelfläche des Kegels anhand der Rotation der Hypothenuse des rechtwinkligen Dreiecks beschrieben wird. Der Öffnungswinkel des Kegels entspricht dem Winkel zwischen der Hypothenuse und der Rotationsachse, d.h. der genannten Kathete des rechtwinkligen Dreiecks.

Durch die Anordnung des Bildaufnahmeeinrichtungen auf einem Kegel mit einem Öffnungswinkel von vorzugsweise etwa 30° können vorteilhafterweise Benutzerdaten sehr effektiv bestimmt werden, da Bilddaten erzeugt werden können, ohne daß die Pupille des Benutzers beispielsweise von der Brillenfassung oder einer Nase des Benutzers verdeckt ist..

Weiterhin vorzugsweise schneiden sich effektive optische Achsen der Bildaufnahmeeinrichtungen zumindest beinahe, wobei ein Schnittwinkel zwischen etwa 60° und etwa 10° , vorzugsweise zwischen etwa 45° und etwa 20° , besonders bevorzugt etwa 30° beträgt.

Effektive optische Achsen der Bildaufnahmeeinrichtungen im Sinne dieser Erfindung sind diejenigen Bereiche von Linien, welche von dem Mittelpunkt der jeweiligen Aperturen der Bildaufnahmeeinrichtungen senkrecht zu diesen Aperturen ausgehen und den abgebildeten Teilbereich des Kopfes des Benutzers schneiden. In anderen Worten handelt es sich bei den effektiven optischen Achsen insbesondere um die optischen Achsen der Bildaufnahmeeinrichtungen, wobei diese optischen Achsen herkömmlicherweise senkrecht zu einem Linsensystem der Bildaufnahmeeinrichtungen angeordnet sind und vom Zentrum des Linsensystems ausgehen. Befinden sich im Strahlengang der Bildaufnahmeeinrichtungen keine weiteren optischen Elemente, wie beispielsweise Umlenkspiegel oder Prismen, so entspricht die effektive optische Achse im wesentlichen der optischen Achse der Bildaufnahmeeinrichtung. Sind jedoch im Strahlengang der Bildaufnahmeeinrichtung weitere optische Elemente, beispielsweise ein oder mehrere Umlenkspiegel, angeordnet, entspricht die effektive optische Achse nicht mehr der optischen Achse der Bildaufnahmeeinrichtung, wie sie von der Bildaufnahmeeinrichtung ausgeht.

Anders ausgedrückt ist die effektive optische Achse im Sinne dieser Erfindung derjenige Bereich einer gegebenenfalls mehrfach optisch umgelenkten optischen Achse einer Bildaufnahmeeinrichtung, welcher ohne Änderung der Richtung den Kopf des Benutzers schneidet. Die optische Achse der Bildaufnahmeeinrichtung entspricht einer Linie, welche von einem Mittelpunkt einer Apertur der Bildaufnahmeeinrichtung unter einem rechten Winkel zu einer Ebene, welche die Apertur der Bildaufnahmeeinrichtung umfaßt, ausgeht, wobei die Richtung der optischen Achse der Bildaufnahmeeinrichtung durch optische Elemente, wie beispielsweise Spiegel und/oder Prismen, veränderbar ist.

Beinahe schneiden im Sinne dieser Erfindung bedeutet, daß die effektiven optischen Achsen einen kleinsten Abstand von weniger als etwa 10 cm, bevorzugt weniger als etwa 5 cm, besonders bevorzugt weniger als etwa 1 cm aufweisen. Zumindest beinahe schneiden bedeutet daher, daß sich die effektiven Achsen schneiden oder sich beinahe schneiden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist betriebsmäßig die Nullblickrichtung des Benutzers im wesentlichen parallel zu der effektiven optischen Achse zumindest einer der Bildaufnahmeeinrichtungen angeordnet. In anderen Worten ist im Betriebszustand zumindest eine der Bildaufnahmeeinrichtungen derart angeordnet bzw. positioniert, daß die Nullblickrichtung des Benutzers im wesentlichen parallel zu der effektiven optischen Achse dieser Bildaufnahmeeinrichtungen angeordnet werden kann, bzw. sich der Benutzer so positionieren kann, daß dessen Nullblickrichtung im wesentlichen parallel zu der effektiven optischen Achse dieser Bildaufnahmeeinrichtungen angeordnet ist.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die effektive optische Achse zumindest einer der Bildaufnahmeeinrichtungen im wesentlichen parallel zu einer Horizontalrichtung im Bezugssystem der Erde angeordnet.

Weiterhin vorzugsweise ist betriebsmäßig die Horizontalebene des Benutzers derart angeordnet, daß die effektive optische Achse zumindest einer der Bildaufnahmeeinrichtungen darin liegt. Das heißt, im Betriebszustand der Vorrichtung der vorliegenden Erfindung ist zumindest eine der Bildaufnahmeeinrichtungen
5 vorzugsweise derart angeordnet, daß sich der Benutzer so positionieren kann bzw. der Benutzer so positioniert werden kann, daß die Horizontalebene des Benutzers die effektive optische Achse umfaßt. Im Betriebszustand kann der Benutzer folglich seinen Kopf derart ausrichten, daß die Horizontalebene die effektive optische Achse der Bildaufnahmeeinrichtung vorzugsweise umfaßt. Bei der Horizontalebene kann es
10 sich vorzugsweise auch um die Horizontalebene im Bezugssystem der Erde handeln.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist in Betriebsstellung eine der Bildaufnahmeeinrichtungen derart angeordnet, daß ihre effektive optische Achse die Nasenwurzel des Benutzers zumindest beinahe schneidet. In anderen Worten kann
15 im Betriebszustand der Vorrichtung der vorliegenden Erfindung der Benutzer vorzugsweise derart positioniert werden bzw. sich vorzugsweise derart positionieren, daß die effektive optische Achse zumindest einer der Bildaufnahmeeinrichtungen die Nasenwurzel des Benutzers beinahe schneidet. Beinahe schneidet bedeutet hierbei, daß der minimale Abstand zwischen der effektiven optischen Achse und der
20 Nasenwurzel des Benutzers weniger als etwa 10 cm, vorzugsweise weniger als etwa 5 cm, besonders bevorzugt weniger als etwa 1 cm beträgt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist in Betriebsstellung zumindest eine der Bildaufnahmeeinrichtungen derart angeordnet, daß ihre effektive optische
25 Achse im wesentlichen symmetrisch bezüglich der Pupillen des Benutzers angeordnet ist. Symmetrisch bezüglich der Pupillen angeordnet, bedeutet im Sinne dieser Erfindung, daß jeder Punkt auf der effektiven optischen Achse den gleichen Abstand zu den beiden Pupillen des Benutzers aufweist. In anderen Worten liegt die effektive optische Achse in einer Ebene, welche senkrecht zu einer
30 Verbindungsstrecke der Mittelpunkte der beiden Pupillen angeordnet ist und diese Verbindungsstrecke halbiert.

Bevorzugt schneiden sich die effektiven optischen Achsen den zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen beinahe. Insbesondere sind die effektiven optischen Achsen der zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen derart angeordnet, daß ein Ort minimalen Abstandes der beiden effektiven optischen Achsen von beiden Pupillen des Benutzers gleich weit entfernt ist. Insbesondere entspricht ein Ort minimalen Abstandes der effektiven optischen Achsen dem Ort der Nasenwurzel des Benutzers. In anderen Worten schneiden sich die effektiven optischen Achsen zumindest beinahe, wobei der Schnittpunkt der effektiven optischen Achsen bzw. der Punkt mit minimalen Abstand von den effektiven optischen Achsen symmetrisch bezüglich der Pupillen des Benutzers angeordnet ist, vorzugsweise dem Ort der Nasenwurzel des Benutzers entspricht.

Weiterhin vorzugsweise schneiden sich Projektionen der effektiven optischen Achsen der zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen auf einer Horizontalebene im Bezugssystem der Erde unter einem Schnittwinkel, welche zwischen etwa 10° und etwa 60° , vorzugsweise zwischen etwa 15° und etwa 40° , besonders bevorzugt etwa $23,5^\circ$ beträgt, wodurch eine vereinfachte Selektion der Benutzerdaten erreicht wird.

Vorteilhafterweise ist es anhand der bevorzugten Vorrichtung der vorliegenden Erfindung möglich, Benutzerdaten des Benutzers auch bei Brillenfassungen mit sehr breiten Bügeln oder bei Sportbrillenfassungen, welche das Auge seitlich im wesentlichen verdecken, zu bestimmen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung schneiden sich Projektionen der effektiven optischen Achse der zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen auf eine Vertikalebene im Bezugssystem der Erde unter einem Schnittwinkel, welcher zwischen etwa 10° und etwa 60° , vorzugsweise zwischen etwa 15° und etwa 40° , besonders bevorzugt etwa $23,5^\circ$ beträgt.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in Betriebsstellung die Nullblickrichtung des Benutzers parallel zu der Horizontalebene im Bezugssystem der Erde angeordnet.

Weiterhin vorzugsweise umfaßt die Benutzerdatenbestimmungseinrichtung eine Benutzerdatenpositionierungseinrichtung, welche ausgelegt ist, vorbestimmten Benutzerdaten Positionen im zweidimensionalen Raum der Bilddaten zuzuordnen. In
5 anderen Worten werden Benutzerdaten, d.h. Ortsinformationen im dreidimensionalen Raum, auf Ortsinformationen im zweidimensionalen Raum abgebildet. Beispielsweise wird der Pupillenmittelpunkt in den erzeugten zweidimensionalen Bilddaten abgebildet.

10 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Benutzerdatenpositionierungseinrichtung derart ausgelegt, daß die Positionen in den Bilddaten, welche zumindest einem Teil der vorbestimmten Benutzerdaten zugeordnet werden, von einer Person zuordenbar sind. Beispielsweise können Begrenzungen zumindest eines Brillenglases des Benutzers nach einer Bemaßung
15 im Kastenmaß von einer Person zugeordnet werden.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Benutzerdatenpositionierungseinrichtung ausgelegt, Positionen der Bilddaten, welche den vorbestimmten Benutzerdaten zugeordnet werden, unter
20 Berücksichtigung von Ortsinformationen zumindest einer der Bildaufnahmeeinrichtungen im dreidimensionalen Raum vorzubestimmen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann die Zuordnung der Positionen in den Bilddaten von einer Person durchgeführt werden. Die Zuordnung der Positionen ist jedoch vorzugsweise nicht für alle vorhandenen Positionen möglich, sondern
25 lediglich für eine vorbestimmte Auswahl von Positionen. Beispielsweise kann der Schnittpunkt einer im Bezugssystem des Benutzers horizontalen Ebene mit den Brillenglasrändern vorzugsweise nicht vollständig entlang der Brillenglasränder zugeordnet werden, sondern lediglich entlang einer oder mehrere Geraden in den Bilddaten.

30 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Benutzerdatenpositionierungseinrichtung ausgelegt, zumindest einen Teil der

Benutzerdaten Positionen im zweidimensionalen Raum der Bilddaten automatisch zuzuordnen. Beispielsweise können im zweidimensionalen Raum der Bilddaten die Positionen der Pupillenmittelpunkte automatisch zugeordnet bzw. bestimmt werden.

- 5 Bevorzugt sind die zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen ausgelegt, Bilddaten zeitgleich zu erzeugen, wobei besonders bevorzugt die Bildaufnahmeeinrichtungen zeitgleich jeweils Bilddaten von beiden Augen des Benutzers erzeugt.

10 Weiterhin vorzugsweise sind die Bildaufnahmeeinrichtungen ausgelegt, Bilddaten des Benutzers sequentiell für eine Vielzahl von unterschiedlichen Blickrichtungen des Benutzers zu erzeugen. Hierbei können beispielsweise Bilddaten bei verschiedenen diskreten Blickrichtungen, d.h. diskreten Auslenkungen der Augen erzeugt werden. Es aber auch möglich, daß Bilddaten bei verschiedenen diskreten Kopfausrichtungen erzeugt werden.

15 Insbesondere kann mittels der Datenverarbeitungsvorrichtung anhand der Vielzahl der Bilddaten ein Sehverhalten des Benutzers bestimmt werden. Besonders bevorzugt können mittels der Bildaufnahmeeinrichtungen die Bilddaten in einer sehr schnellen zeitlichen Folge erzeugt werden, so daß die
20 Datenverarbeitungsvorrichtung ein im wesentlichen kontinuierliches Sehverhalten des Benutzers bestimmen kann.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung umfaßt eine Vorrichtung zum Bestimmen von optischen Parametern eines Benutzers

- 25
- zumindest eine Bildaufnahmeeinrichtungen, welche ausgelegt und angeordnet ist, Bilddaten zumindest von Teilbereichen des Kopfes des Benutzers zu erzeugen;
 - 30 - zumindest eine Musterprojektionseinrichtung, welche ausgelegt und angeordnet ist vorbestimmte Musterdaten auf zumindest Teilbereiche des Kopfes des Benutzers zu projizieren;

- eine Datenverarbeitungseinrichtung mit

5 -- einer Benutzerdatenbestimmungseinrichtung, welche ausgelegt ist,
anhand der erzeugten Bilddaten unter Berücksichtigung der projizierten
Musterdaten Benutzerdaten zumindest eines Teilbereichs des Kopfes
oder zumindest eines Teilbereichs eines Systems des Kopfes und einer
10 daran in Gebrauchsstellung angeordneten Brille des Benutzers zu
bestimmen, wobei die Benutzerdaten Ortsinformationen im
dreidimensionalen Raum von vorbestimmten Punkten des Teilbereichs
des Kopfes oder des Teilbereichs des Systems umfassen und

15 -- einer Parameterbestimmungseinrichtung, welche ausgelegt ist, anhand
der Benutzerdaten zumindest einen Teil der optischen Parameter des
Benutzers zu bestimmen;

- eine Datenausgabeeinrichtung, welche zur Ausgabe zumindest eines Teils
der bestimmten optischen Parameter des Benutzers ausgelegt ist.

20 Vorzugsweise umfaßt die Vorrichtung genau eine Bildaufnahmeeinrichtung und
genau eine Musterprojektionseinrichtung, wobei auch gemäß dieses Aspekts der
Erfindung, analog zu dem vorangehenden Aspekt der Erfindung, vorteilhafterweise
dreidimensionale Benutzerdaten des Teilbereichs des Kopfes oder des Teilbereichs
des Systems erzeugt werden. Die dreidimensionalen Benutzerdaten können
25 vorteilhafterweise anhand von Bilddaten lediglich einer Bildaufnahmeeinrichtung
erzeugt werden. Vorzugsweise werden die dreidimensionalen Daten mittels des
Prinzips phasenmessender Triangulation erzeugt. Hierbei werden dem Kopf bzw.
dem Teilbereich des Kopfes Musterdaten überlagert bzw. mittels der
Musterprojektionseinrichtung darauf projiziert. Die Bildaufnahmeeinrichtung erzeugt
30 Bilddaten des zumindest Teilbereichs des Kopfes im zweidimensionalen Raum. Eine
Oberflächenstruktur des Teilbereichs des Kopfes, d.h. die Koordinaten in der dritten
Dimension, wird durch Phaseninformation der projizierten Musterdaten indirekt über

Intensitätsmuster erzeugt.

Folglich können gemäß dieses Aspekts der vorliegenden Erfindung dreidimensionale Benutzerdaten erzeugt werden. Anhand der dreidimensionalen Benutzerdaten könne
5 die optischen Parameter des Benutzers, analog zu dem vorangehenden Aspekt der Erfindung, bestimmt werden, wobei lediglich eine Bildaufnahmeeinrichtung verwendet wird.

Die Musterprojektionseinrichtung ist beispielsweise ein herkömmlicher Projektor wie
10 beispielsweise ein handelsüblicher Beamer. Die projizierten Musterdaten sind beispielsweise ein Streifenmuster bzw. ein binäres Sinusmuster. Die Musterdaten werden auf zumindest einen Teilbereich des Kopfes des Benutzers projiziert und mittels der Bildaufnahmeeinrichtung werden Bilddaten davon erzeugt. Von dem so beleuchteten Teilbereich des Kopfes des Benutzers werden unter einem
15 Triangulationswinkel von der Bildaufnahmeeinrichtung Bilddaten erzeugt. Der Triangulationswinkel entspricht dem Winkel zwischen einer effektiven optischen Achse der Bildaufnahmeeinrichtung und einem Projektionswinkel der Musterprojektionseinrichtung. Höhendifferenzen des Teilbereichs des Kopfes entsprechen lateralen Verschiebungen beispielsweise der Streifen des
20 Streifenmusters als bevorzugte Musterdaten. Vorzugsweise wird bei der phasenmessenden Triangulation das sogenannte Phasen-Schiebe-Verfahren verwendet, wobei auf Teilbereich des Kopfes ein periodisches, in der Intensitätsverteilung näherungsweise sinusförmiges Wellenmuster projiziert wird und das Wellenmuster schrittweise in dem Projektor bewegt. Während der Bewegung
25 des Wellenmusters werden von der Intensitätsverteilung (und dem Teilbereich des Kopfes) während einer Periode vorzugsweise zumindest dreimal Bilddaten erzeugt. Aus den erzeugten Bilddaten kann auf die Intensitätsverteilung rück geschlossen werden und eine Phasenlage der Bildpunkte zueinander bestimmt werden, wobei Punkte auf der Oberfläche des Teilbereichs des Kopfes entsprechend ihrer
30 Entfernung von der Bildaufnahmeeinrichtung einer bestimmten Phasenlage zugeordnet sind. Weiterhin wird auf die Zulassungsarbeit mit dem Titel "Phasenmessende Deflektometrie (PDM) - ein hochgenaues Verfahren zur

Vermessung von Oberflächen" von Rainer Seßner, März 2000, verwiesen, welche für weitere Begriffsdefinitionen insoweit einen integralen Offenbarungsbestandteil der vorliegenden Anmeldung dar stellt.

5 Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Bestimmen von optischen Parametern eines Benutzers mit folgenden Schritten bereitzustellen:

- Erzeugen von Bilddaten zumindest von Teilbereichen des Kopfes des Benutzers aus zumindest zwei unterschiedlichen Aufnahmerichtungen;

10

- Bestimmen von Benutzerdaten zumindest eines Teilbereichs des Kopfes oder zumindest eines Teilbereichs eines Systems des Kopfes und einer daran in Gebrauchsstellung angeordneten Brille des Benutzers anhand der erzeugten Bilddaten, wobei die Benutzerdaten Ortsinformationen im dreidimensionalen Raum von vorbestimmten Punkten des Teilbereichs des Kopfes oder des

15

- Bestimmen zumindest eines Teils der optischen Parameter des Benutzers anhand der Benutzerdaten und

20

- Ausgabe zumindest eines Teils der bestimmten optischen Parameter des Benutzers.

Unter zwei unterschiedlichen Aufnahmerichtungen wird im Sinne der vorliegenden Erfindung verstanden, daß von überlappenden Teilbereichen des Kopfes, vorzugsweise von ein und demselben Teilbereich des Kopfes, verschiedene Bilddaten erzeugt werden, insbesondere, daß Bilddaten von identischen Teilbereichen des Kopfes des Benutzers unter verschiedenen perspektivischen Ansichten erzeugt werden. Folglich wird zwar derselbe Teilbereich des Kopfes abgebildet, die Bilddaten unterscheiden sich jedoch. Unterschiedliche Aufnahmerichtungen können beispielsweise auch dadurch erreicht werden, daß die Bilddaten von zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen erzeugt werden, wobei

25

30

effektive optische Achsen der zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen nicht parallel sind.

In einer bevorzugten Ausführungsvariante des Verfahrens der vorliegenden
5 Erfindung wird in den erzeugten Bilddaten zumindest eine Pupille vollständig
abgebildet.

Weiterhin vorzugsweise ist in den erzeugten Bilddaten zumindest eine Pupille des
Benutzers und ein Brillenfassungsrand und/oder ein Brillenglasrand abgebildet,
10 wobei in den erzeugten Bilddaten, die zumindest eine Pupille des Benutzers von dem
Brillenfassungsrand und/oder dem Brillenglasrand umgrenzt ist.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein
Computerprogrammprodukt mit Programmteilen bereitgestellt, welche, wenn geladen
15 in einem Computer, zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgelegt
ist.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand begleitender Zeichnungen bevorzugter
Ausführungsformen beispielhaft beschrieben. Es zeigt:

20

Figur 1: eine perspektivische Schemaansicht einer bevorzugten
Ausführungsform der Vorrichtung der vorliegenden Erfindung in
Betriebsstellung;

25 Figur 2: eine schematische Schnittansicht in Draufsicht einer Anordnung der
Bildaufnahmeeinrichtungen gemäß Figur 1 in Betriebsstellung;

Figur 3: eine schematische Schnittansicht von der Seite einer Anordnung der
Bildaufnahmeeinrichtungen gemäß Figur 1 in Betriebsstellung;

30

Figur 4: eine schematische Schnittansicht in Draufsicht einer weiteren
bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in

Betriebsstellung;

Figur 5: eine schematische Ansicht von beispielhaften Bilddaten;

5 Figur 6: eine weitere schematische Ansicht von beispielhaften Bilddaten;

Figur 7: beispielhafte Bilddaten gemäß der Figur 5;

Figur 8: beispielhafte Bilddaten gemäß der Figur 6;

10

Figur 9: beispielhafte Ausgabedaten, wie sie gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgegeben werden.

Figur 1 zeigt eine schematische Perspektivenansicht einer Vorrichtung 10 gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Vorrichtung 10 umfaßt eine Anordnungseinrichtung in Form eines Gehäuses bzw. einer Säule 12, an welcher eine erste Bildaufnahmeeinrichtung in Form einer oberen Kamera 14 und eine zweite Bildaufnahmeeinrichtung in Form einer seitlichen Kamera 16 angeordnet ist. Ferner ist in die Säule 12 eine Datenausgabeeinrichtung in Form eines Monitors 18 integriert. Die obere Kamera 14 befindet sich vorzugsweise im Inneren der Säule 12, beispielsweise wie in Figur 1 gezeigt, zumindest teilweise auf gleicher Höhe wie der Monitor 18. In Betriebsstellung sind die obere Kamera 14, und die seitliche Kamera 16 derart angeordnet, daß sich eine effektive optische Achse 20 der oberen Kamera 14 mit einer effektiven optischen Achse 22 der seitlichen Kamera 16 in einem Schnittpunkt 24 schneiden. Bei dem Schnittpunkt 24 der effektiven optischen Achsen 20, 22 handelt es sich vorzugsweise um den Punkt einer Nasenwurzel (vergleiche Figur 2).

Die obere Kamera 14 ist vorzugsweise mittig hinter einem teildurchlässigen Spiegel 26 angeordnet. Die Bilddaten der oberen Kamera 14 werden durch den teildurchlässigen Spiegel 26 hindurch erzeugt. Die Bilddaten (im folgenden Bilder genannt) der oberen Kamera 14 und der seitlichen Kamera 16 werden vorzugsweise

an dem Monitor 18 ausgegeben. Weiterhin sind an der Säule 12 der Vorrichtung 10 drei Leuchtmittel 28 angeordnet. Bei den Leuchtmitteln 28 kann es sich beispielsweise um Leuchtstäbe, wie Leuchtstoffröhren handeln. Die Leuchtmittel 28 können jedoch auch jeweils eine oder mehrere Glühbirnen, Halogenleuchten, Leuchtdioden, etc. beinhalten.

In der in Figur 1 dargestellten bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung 10 der vorliegenden Erfindung ist die effektive optische Achse 20 der oberen Kamera 14 parallel zu der Nullblickrichtung eines Benutzers 30 angeordnet. Die Nullblickrichtung entspricht der Fixierlinie der Augen des Benutzers in Primärstellung. Die seitliche Kamera 16 ist derart angeordnet, daß die effektive optische Achse 22 der seitlichen Kamera 16 die effektive optische Achse 20 der oberen Kamera 14 in einem Schnittpunkt 24 unter einem Schnittwinkel von näherungsweise 30° schneidet. Bei dem Schnittpunkt 24 der effektiven optischen Achsen 20, 22 handelt es sich vorzugsweise um den Punkt einer Nasenwurzel (vgl. Figur 2) des Benutzers 30. Das heißt in der bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung 10 der vorliegenden Erfindung schneidet die effektive optische Achse 22 ebenfalls die Nullblickrichtung unter einem Winkel von 30° . Bei dem Schnittwinkel von 30° handelt es sich um einen bevorzugten Schnittwinkel. Es sind auch andere Schnittwinkel möglich. Vorzugsweise ist der Schnittwinkel jedoch kleiner als etwa 60° .

Weiterhin ist es nicht notwendig, daß sich die effektiven optischen Achsen 20, 22 schneiden. Vielmehr ist es auch möglich, daß der minimale Abstand der effektiven optischen Achsen von dem Ort der Nasenwurzel des Benutzers 30 beispielsweise weniger als näherungsweise 10 cm beträgt. Weiterhin ist es möglich, daß eine weitere seitliche Kamera (nicht gezeigt) an der Säule 12 angeordnet ist, wobei die weitere seitliche Kamera beispielsweise der seitlichen Kamera 16 schräg gegenüberliegt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform können die obere Kamera 14 und die seitliche Kamera 16 derart angeordnet sein, daß ihre Positionen und insbesondere ihre effektiven optischen Achsen beispielsweise an die Körpergröße

des Benutzers 30 angepaßt werden können. Die Bestimmung der relativen Positionen der Kameras 14, 16 zueinander kann anhand eines bekannten Kalibrierverfahrens vorgenommen werden.

- 5 Die Kameras 14, 16 können weiterhin beispielsweise ausgelegt sein, jeweils einzelne Bilder eines Teilbereichs des Kopfes des Benutzers 30 zu erzeugen. Es ist aber auch möglich, daß anhand der Kameras 14, 16 Videosequenzen aufgenommen werden und diese Videosequenzen zur weiteren Auswertung benutzt werden. Vorzugsweise werden jedoch an den Kameras 14, 16 Einzelbilder erzeugt und diese Einzelbilder
10 zur weiteren Auswertung benutzt, wobei die obere Kamera 14 und die seitliche Kamera 16 zeitsynchronisiert sind, das heißt zeitgleich Bilder des vorzugsweise identischen Teilbereichs des Kopfes des Benutzers 30 aufnehmen bzw. erzeugen. Ferner ist es möglich, daß von beiden Kameras 14, 16 Bilder unterschiedlicher Bereiche des Kopfes des Benutzers 30 aufgenommen werden. Die Bilder der beiden
15 Kameras enthalten aber zumindest einen identischen Teilbereich des Kopfes des Benutzers 30.

In Betriebsstellung ist der Benutzer vorzugsweise derart angeordnet bzw. positioniert, daß sein Blick auf den teildurchlässigen Spiegel 26 gerichtet ist, wobei
20 der Benutzer auf die Abbildung seiner Nasenwurzel (vgl. Figur 2) in dem Spiegelbild des teildurchlässigen Spiegels 26 blickt.

Die Säule 12 kann eine beliebige andere Form aufweisen bzw. ein andersartiges Gehäuse darstellen, in welchem die Kameras 14, 16 und beispielsweise die
25 Leuchtmittel 28, der teildurchlässige Spiegel 26 und der Monitor 18 angeordnet sind.

In Betriebsstellung beträgt der Abstand zwischen dem teildurchlässigen Spiegel 26 und dem Benutzer 30 lediglich zwischen etwa 50 und 75 cm, wobei der Benutzer 30 beispielsweise vor dem Spiegel steht bzw. gemäß einer Tätigkeit, zu welcher der
30 Benutzer 30 eine Brille trägt, vor dem teildurchlässigen Spiegel 26 sitzt. Somit ist der Einsatz der bevorzugten erfindungsgemäßen Vorrichtung auch bei beschränkten räumlichen Verhältnissen möglich. Entsprechend kann Vorrichtung 10 beispielsweise

so ausgelegt sein, daß die Positionen der oberen Kamera 14 und der seitlichen Kamera 16 und beispielsweise auch des teildurchlässigen Spiegels 26 und der Leuchtmittel 28 höhenverstellbar angeordnet sind. Die obere Kamera 14 kann sich daher auch oberhalb bzw. unterhalb des Monitors 18 befinden. Ferner ist es auch
5 möglich, die Säule 12 bzw. die an der Säule 12 angeordnete obere Kamera 14, untere Kamera 16, teildurchlässigen Spiegel 26 und Leuchtmittel 28 um eine Horizontalachse im Bezugssystem der Erde zu kippen bzw. zu drehen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann
10 beispielsweise die seitliche Kamera 16 durch eine Musterprojektionseinrichtung, wie beispielsweise einen herkömmlichen Projektor, ersetzt werden und die dreidimensionalen Benutzerdaten anhand eines herkömmlichen Verfahrens, wie beispielsweise der phasenmessenden Triangulation, bestimmt werden.

15 **Figur 2** zeigt eine schematische Draufsicht bevorzugter Anordnungen der Kameras 14, 16 in Betriebsstellung und der Positionierung eines Benutzers 30 in Betriebsstellung. Wie in Figur 2 gezeigt, schneiden sich Projektionen der effektiven optischen Achsen 20, 22 auf eine horizontale Ebene im Bezugssystem der Erde unter einem Winkel von $23,5^\circ$. Der Schnittwinkel zwischen den effektiven optischen
20 Achsen 20, 22 in der Ebene, welche durch die beiden effektiven optischen Achsen 20, 22 aufgespannt wird, beträgt, wie in Figur 1 gezeigt, 30° . Der Schnittpunkt 24 der effektiven optischen Achsen 20, 22 entspricht dem Ort der Nasenwurzel des Benutzers 30. Wie ferner aus Figur 2 hervorgeht, kann eine Position der seitlichen Kamera 16 beispielsweise entlang der effektiven optischen Achse 22 veränderbar
25 sein. Die Position 32 der seitlichen Kamera 16 entspricht beispielsweise der Position, wie sie auch in Figur 1 dargestellt ist. Die seitliche Kamera 16 kann beispielsweise aber auch entlang der effektiven optischen Achse 22 an einer Position 34 versetzt angeordnet sein, vorzugsweise kann die seitliche Kamera 16 beliebig positioniert werden. In den von der seitlichen Kamera 16 erzeugten Bilddaten muß jedoch
30 zumindest eine Pupille (nicht gezeigt) des Benutzers sowie zumindest ein Brillenglasrand 36 bzw. ein Brillenfassungsrand 36 einer Brille 38 des Benutzers abgebildet sein. Ferner muß die Pupille vorzugsweise vollständig innerhalb des

Brillenfassungs- bzw. Glasrandes 36 der Brille 38 abgebildet sein. Analog kann auch die obere Kamera 14 anders positioniert sein.

Figur 3 zeigt eine schematische Schnittansicht der Anordnung der Kameras 14, 16 in Betriebsstellung sowie einer Position des Benutzers 30 in Betriebsstellung, von der Seite, wie sie in Figur 1 gezeigt ist. Wie bereits in Figur 2 gezeigt, kann die seitliche Kamera 16 entlang der effektiven optischen Achse positioniert werden, beispielsweise an der Position 32 oder an der Position 34. Ferner ist in Figur 3 die Projektion der effektiven optischen Achsen 20, 22 auf eine Vertikalebene im Bezugssystem der Erde dargestellt. Der Winkel zwischen den effektiven optischen Achsen 20, 22 beträgt beispielsweise $23,5^\circ$, was einem Schnittwinkel von 30° in der Ebene entspricht, welche durch die effektiven optischen Achsen 20, 22 aufgespannt wird.

Figur 4 zeigt in Draufsicht eine Schnittansicht einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung 10 gemäß der vorliegenden Erfindung. Anstelle von zwei Kameras wird lediglich die obere Kamera 14 verwendet. Die obere Kamera 14 weist eine optische Achse 40 auf. Die optische Achse 40 entspricht einer Linie, welche von einem Mittelpunkt der Apertur (nicht gezeigt) der oberen Kamera 14 ausgeht und senkrecht zu der Ebene der Apertur (nicht gezeigt) der oberen Kamera 14 ist.

Ausgehend von der oberen Kamera 14 befindet sich in Richtung der optischen Achse 40 ein Strahlteiler 42 im Strahlengang der Kamera 14. Der Strahlteiler 42 ist beispielsweise derart ausgelegt, daß zwischen zwei Betriebsarten gewechselt werden kann:

- der Strahlteiler 42 ist entweder nahezu vollständig verspiegelt oder
- der Strahlteiler ist nahezu vollständig durchlässig für Licht.

Ist der Strahlteiler 42 beispielsweise vollständig durchlässig für Licht, wird die

optische Achse 40 der oberen Kamera 14 nicht umgelenkt, sondern schneidet den Kopf des Benutzers 30 in dem Schnittpunkt 24. In diesem Fall entspricht die effektive optische Achse 20 der optischen Achse 40 der oberen Kamera 14. Ist der Strahlteiler 42 hingegen vollständig verspiegelt, wird die optische Achse 40 der oberen Kamera 14 durch den Strahlteiler 42 gemäß bekannter optischer Gesetze umgelenkt, wie in Figur 4 dargestellt. Beispielsweise wird die optische Achse 40 um einen Winkel von 90° in einen ersten umgelenkten Teilbereich 44 der optischen Achse 40 der oberen Kamera 14 umgelenkt. Der erste umgelenkte Teilbereich 44 schneidet ein weiteres optisches Element, beispielsweise einen Umlenkspiegel 46. Dadurch wird der erste umgelenkte Teilbereich 44 der optischen Achse 40 erneut gemäß den herkömmlichen optischen Gesetzen in einen zweiten umgelenkten Teilbereich 48 der optischen Achse 40 umgelenkt. Der zweite umgelenkte Teilbereich 48 der optischen Achse 40 schneidet den Kopf des Benutzers 30. Der zweite umgelenkte Teilbereich 48 der optischen Achse 40 entspricht der effektiven Achse 22 der oberen Kamera 14, für den Fall, daß der Strahlteiler 42 vollständig verspiegelt ist.

Von der oberen Kamera 14 werden zeitversetzt Bilder des Teilbereichs des Kopfes des Benutzers 30 erzeugt, wobei die Bilder entweder bei vollständig verspiegelterm Strahlteiler 42 oder bei vollständig durchlässigem Strahlteiler 42 erzeugt werden. In anderen Worten können anhand der oberen Kamera 14 zwei Bilder des Teilbereichs des Kopfes des Benutzers 30 erzeugt werden, welche den Bildern entsprechend, wie sie gemäß Figur 1, 2 oder 3 erzeugt werden können. Jedoch werden die Bilder in dieser bevorzugten Ausführungsform zeitversetzt von einer Bildaufnahmeeinrichtung, der oberen Kamera 14, erzeugt.

25

Figur 5 zeigt eine schematische Ansicht von Bilddaten wie sie von der oberen Kamera 14 erzeugt werden, d.h. eine schematische Frontalansicht eines Teilbereichs des Kopfes eines Benutzers 30, wobei lediglich zwei Brillengläser 50, sowie eine Brillenfassung 52 sowie ein rechtes Auge 54 und ein linkes Auge 56 des Benutzers 30 dargestellt sind. Als Benutzerdaten sind in Figur 5 ein Pupillenmittelpunkt 58 des rechten Auges 54 und ein Pupillenmittelpunkt 60 des linken Auges 56 dargestellt. Ferner zeigt Figur 5 eine Begrenzung 62 der Brillenfassung 52 für das rechte Auge

54 und eine Begrenzung 64 der Brillenfassung 52 für das linke Auge 56 im Kastenmaß, sowie Schnittpunkte 66 eine im Bezugssystem des Benutzers horizontalen Ebene mit dem Brillenfassungsrand 52 bezüglich des rechten Auges 54 sowie Schnittpunkte 68 einer im Bezugssystem des Benutzers 30 vertikalen Ebene senkrecht zu der horizontalen Ebene des Benutzers 30. Die horizontale Ebene ist durch die Strichlinie 70, die vertikale Ebene durch die Strichlinie 72 dargestellt.

Analog sind in Figur 5 Schnittpunkte 74 einer horizontalen Ebene und Schnittpunkte 76 einer vertikalen Ebene für das linke Auge 56 gezeigt, wobei die horizontale Ebene durch die Strichlinie 78 und die vertikalen Ebene durch die Strichlinie 80 dargestellt ist.

Vorzugsweise werden die Pupillenmittelpunkte 58, 60 automatisch von einer Benutzerdatenpositionierungseinrichtung (nicht gezeigt) bestimmt. Hierzu werden Reflexe 82 verwendet, welche an der Hornhaut der jeweiligen Augen 54, 56 aufgrund der Leuchtmittel 28 entstehen. Da gemäß der in Figur 1 gezeigten Ausführungsformen der Vorrichtung 10 der vorliegenden Erfindung beispielsweise drei Leuchtmittel 28 angeordnet sind, werden pro Auge 54, 56 drei Reflexe 82 abgebildet. Die Reflexe 82 entstehen für jedes Auge 54, 56 direkt am Durchstoßpunkt einer jeweiligen Leuchtmittelfixierlinie an der Hornhaut. Bei der Leuchtmittelfixierlinie (nicht gezeigt) handelt es sich um die Verbindungsgerade zwischen dem Ort des jeweiligen Leuchtmittels 28, der auf der Netzhaut zentral abgebildet wird, und dem jeweiligen Pupillenmittelpunkt 58, 60 des entsprechenden Auges 54, 56. Die Verlängerung der Leuchtmittelfixierlinie (nicht gezeigt) geht durch den optischen Augendrehpunkt (nicht gezeigt). Vorzugsweise sind die Leuchtmittel 28 derart angeordnet, daß sie auf einer Kegelmantelfläche liegen, wobei sich die Spitze des Kegels an dem Pupillenmittelpunkt 58 bzw. 60 des rechten Auges 54 bzw. linken Auges 56 befindet. Die Symmetrieachse des Kegels ist ausgehend von der Kegelspitze parallel zu der effektiven optischen Achse 20 der oberen Kamera 14 angeordnet, wobei die drei Leuchtmittel 28 ferner so angeordnet sind, daß sich Verbindungsgeraden der Kegelspitze und des jeweiligen Leuchtmittels 28 lediglich in der Kegelspitze schneiden.

Anhand der Reflexe 82 für das rechte Auge 54 bzw. das linke Auge 56 kann der Pupillenmittelpunkt 58 bzw. 60 des rechten Auges 54 bzw. des linken Auges 56 bestimmt werden.

5

Figur 6 zeigt eine Schemaansicht der Bilddaten der seitlichen Kamera 16 gemäß der Figur 5. Da sich die seitliche Kamera 16 seitlich unterhalb des Teilbereiches des Kopfes des Benutzers 30 befindet, liegen Schnittpunkte einer horizontalen und einer vertikalen Ebene mit den Rändern der Brillenfassung 52 nicht auf horizontalen bzw. vertikalen Geraden, wie dies in Figur 5 der Fall ist. Vielmehr werden Geraden, auf welchen Schnittpunkte mit der horizontalen Ebene und der vertikalen Ebene liegen, aufgrund der perspektivischen Ansicht der seitlichen Kamera 16 auf schiefe Geraden 84 projiziert. Die horizontale Ebene 70 und die vertikale Ebene 72 schneiden daher den Rand 36 der Brillenfassung 52 an den Orten, in denen die projizierten Geraden 84 den Rand 36 der Brillenfassung 52 jeweils schneiden. Analog können auch anhand der in Figur 6 dargestellten Bilddaten die Pupillenmittelpunkte 58, 60 anhand der Reflexe 82 bestimmt werden.

Mittels der in den Figuren 5 und 6 gezeigten Schnittpunkte 66, 68, 74, 76 und der Pupillenmittelpunkte 58, 60 können dreidimensionale Koordinaten des Systems Brille 30 und Auge(n) 54, 56 erzeugt werden. Weiterhin können zur Bestimmung der dreidimensionalen Koordinaten bestimmte Punkte im Kastenmaß herangezogen werden. Alternativ können die dreidimensionalen Koordinaten zumindest teilweise gegebenenfalls auch mittels der gemäß Kastenmaß bestimmten Punkte erzeugt werden. Anhand der Positionen in den Bilddaten, das heißt der Schnittpunkte 66, 68, 74, 76 und der Pupillenmittelpunkte 58, 60, können unter Kenntnis der Positionen der oberen Kamera 14 und der seitlichen Kamera 16 Ortsrelationen im dreidimensionalen Raum im System Auge(n) 54, 56 und Brille 30 erzeugt werden. Die Schnittpunkte 66, 68, 72, 74 bzw. die Pupillenmittelpunkte 58, 60 können von einem Optiker bestimmt, und anhand einer Computermaus (nicht gezeigt) eingegeben werden. Alternativ kann der Monitor 18 als "touch screen" ausgelegt sein und die Schnittpunkte 66, 68, 72, 74 bzw. die Pupillenmittelpunkte 58, 60 können

direkt anhand des Monitors 18 bestimmt und eingegeben werden. Alternativ können diese Daten aber auch automatisch anhand einer Bilderkennungssoftware erzeugt werden. Insbesondere ist es möglich, daß eine softwaregestützte Bildauswertung subpixelgenau erfolgt. Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung können
5 die Positionen weiterer Punkte der Brille 38 bestimmt werden und zur Bestimmung der optischen Parameter im dreidimensionalen Raum benutzt werden.

Anhand der dreidimensionalen Benutzerdaten des Systems Auge 54, 56 und Brille 30 können optische Parameter des Benutzers 30 bestimmt werden, wobei in dieser
10 Bestimmung Kopf- und Blickbewegungen berücksichtigt werden können. Hierzu werden beispielsweise eine Vielzahl von Bildern erzeugt, wobei der Benutzer 30 eine Kopfbewegung ausführt bzw. beispielsweise ein bewegtes Objekt mit den Augen verfolgt. Alternativ ist es auch möglich, Bilder bei diskreten Kopf- bzw.
15 Blickauslenkungen zu erzeugen, welche beispielsweise zur Bestimmung eines Konvergenzverhaltens der Augen bzw. zur Bestimmung von Unterschieden im Blickauslenkungsverhalten herangezogen werden können. Wie in Figur 1 dargestellt, ist der Benutzer vorzugsweise in Primärstellung positioniert und, wie aus Figur 2 hervorgeht, sind beispielsweise die effektive optische Achse 20 der oberen Kamera 14 und die Mittelparallele der Fixierlinien der Augen 54, 56 in Primärstellung,
20 identisch. Eine weitere Ausführungsform der Vorrichtung 10 der vorliegenden Erfindung ist derart ausgelegt, daß lediglich ein Auge, das heißt entweder das rechte Auge 54 oder das linke Auge 56, sowohl von der oberen Kamera 14 als auch der seitlichen Kamera 16 abgebildet ist. Die optischen Parameter des Benutzers 30 werden anhand des einen Auges 54, 56 bestimmt und unter Symmetrieannahmen
25 die optischen Parameter für beide Augen 54, 56 bestimmt.

Vorteilhafterweise können gemäß der Vorrichtung 10 der vorliegenden Erfindung die optischen Parameter, das heißt beispielsweise Pupillendistanz, Hornhautscheitelabstand, Fassungsscheibenwinkel, Vorneigung und Einschleifhöhe
30 für einen Benutzer 30 bestimmt werden, dessen Blickauslenkung nicht der Nullblickrichtung entspricht. Vielmehr blickt der Benutzer 30 gemäß der vorliegenden Erfindung aus einer Distanz von etwa 50 bis etwa 75 cm auf das Abbild seines

Nasentrückens in dem teildurchlässigen Spiegel 26. In anderen Worten befindet sich der Benutzer 30 in einem Abstand von etwa 50 bis etwa 75 cm vor dem teildurchlässigen Spiegel 26, und blickt auf das Abbild seines Gesichts in dem teildurchlässigen Spiegel 26, insbesondere auf seine Nasenwurzel. Die Stellung der Augen 54, 56, welche durch das angeblickte Objekt entsteht, das heißt die Konvergenz der Augen 54, 56, kann bei der Bestimmung der optischen Parameter berücksichtigt werden und beispielsweise Drehungen der Augen bei der Bestimmung der optischen Parameter kompensiert werden, wobei beispielsweise eine virtuelle Nullblickrichtung unter Berücksichtigung der tatsächlichen Blickauslenkung bestimmt werden kann und anhand der virtuellen, d.h. der bestimmten und nicht gemessenen Nullblickrichtung die optischen Parameter des Benutzers bestimmt werden können. Vorteilhafterweise kann daher die Distanz zwischen Benutzer 30 und den Kameras 14, 16 gering sein. Insbesondere ist es auch möglich, daß die optischen Parameter bereits näherungsweise vorbestimmt werden. Ferner kann die Brille 38 vorangepaßt sein und die optischen Parameter werden mittels der Vorrichtung 10 der vorliegenden Erfindung für die vorangepaßte bestimmt.

Weiterhin ist die Vorrichtung 10 gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ausgelegt, den Vorneigungswinkel der Brille 38 für jedes Auge 54, 56 aus dem Winkel zwischen der Geraden durch den oberen Schnittpunkt 68 und dem unteren Schnittpunkt 68 der vertikalen Schnittebene 72 mit dem Rand 36 der Brillenfassung 52 im Dreidimensionalen zu berechnen. Außerdem kann eine mittlere Vorneigung aus der für das rechte Auge 54 bestimmten Vorneigung und der für das linke Auge 56 bestimmten Vorneigung bestimmt werden. Ferner kann ein Warnhinweis ausgegeben werden, falls die Vorneigung des rechten Auges 54 von der Vorneigung des linken Auges 56 um zumindest einen vorbestimmten Maximalwert abweicht. Ein solcher Hinweis kann beispielsweise mittels des Monitors 18 ausgegeben werden. Analog können Fassungsscheibenwinkel und Hornhautscheitelabstand bzw. Pupillendistanz aus dem dreidimensionalen Datensatz für das rechte Auge 54 und das linke Auge 56 sowie Mittelwerte davon bestimmt werden und gegebenenfalls Hinweise über den Monitor 18 ausgegeben werden, falls die Abweichungen der Werte für das rechte Auge 54 und das linke Auge 56 einen Maximalwert jeweils

überschreiten.

Der Hornhautscheitelabstand kann wahlweise nach Bezugspunktforderung oder nach Augendrehpunktforderung berechnet werden. Gemäß der
5 Bezugspunktforderung entspricht der Hornhautscheitelabstand dem Abstand des Scheitelpunktes des Brillenglases 50 von der Hornhaut an dem Durchstoßpunkt der Fixierlinie des Auges in Nullblickrichtung. Gemäß der Augendrehpunktforderung entspricht der Hornhautscheitelabstand dem minimalen Abstand der Hornhaut von dem Brillenglas 50.

10

Ferner kann die Vorrichtung 10 der vorliegenden Erfindung derart ausgelegt sein, daß die Einschleifhöhe des Brillenglases 50 anhand eines Abstandes des Durchstoßpunktes der Fixierlinie eines Auges 54, 56 in Primärstellung mit einer Glasebene eines Brillenglases 50 von einer unteren horizontalen Tangente in der
15 Glasebene berechnet wird. Eine untere horizontale Tangente ist beispielsweise in den Figuren 5 und 6 die Linie 84 der Begrenzung 62, 64 gemäß Kastenmaß. Vorzugsweise ist die Vorrichtung 10 ausgelegt, daß aus Punkten am Rand 36 der Brillenfassung 52 für jedes Auge 54, 56 ein dreidimensionaler geschlossener Streckenzug für die Glasform des Brillenglases 50 bestimmt wird, wobei aus
20 Streckenzügen der jeweiligen Brillengläser 50 des rechten Auges 54 und des linken Auges 56 ein gemittelter Streckenzug für die Glasform bestimmt werden kann.

Alternativ ist es auch möglich, daß anstelle einer Mittelung der Werte der optischen Parameter, welche für das rechte Auge 54 und das linke Auge 56 bestimmt werden,
25 die optischen Parameter, bzw. der Streckenzug für die Glasform lediglich für das Brillenglas 50 eines der Augen 54, 56 bestimmen wird und diese Werte auch für das andere der Augen 54, 56 verwendet werden.

Weiterhin kann die Vorrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform
30 verwendet werden, Bilder des Benutzers 30 zu erzeugen und diesen Bildern Bilddaten einer Vielzahl von Fassungs- und/oder Brillenglasdaten zu überlagern, wodurch ein optimale Beratung des Benutzers 30 möglich ist. Insbesondere können

Materialien, Schichten, Dicke und Farben der Brillengläser, deren Bilddaten den erzeugten Bilddaten überlagert werden, variiert werden. Die Vorrichtung 10 gemäß der vorliegenden Erfindung kann daher ausgelegt sein, Anpassungsempfehlungen, insbesondere optimierte Individualparameter für eine Vielzahl unterschiedlicher
5 Brillenfassungen bzw. Brillengläser bereitzustellen.

Die **Figuren 7 und 8** zeigen Bilder, welche beispielsweise von der oberen Kamera 16 (Figur 7) und der seitlichen Kamera 16 (Figur 8) erzeugt werden. Die Bilder zeigen weiterhin die Schnittpunkte 66, 68 der horizontalen Ebene 70 und der
10 vertikalen Ebene 72, sowie die Reflexe 82 für das rechte Auge 54 des Benutzers 30. In Figur 8 sind Projektionen der möglichen Schnittpunkte der horizontalen Ebene 70 und vertikalen Ebene 72 mit dem Rand 36 der Brillenfassung 52 unter Berücksichtigung der perspektivischen Ansicht der seitlichen Kamera 16, als
15 Geraden 84, dargestellt.

Figur 9 zeigt ein Ausgabebild, wie es beispielsweise auf dem Monitor 18 dargestellt werden kann, wobei die Bilddaten der oberen Kamera 14 (bezeichnet als Kamera 1) und der seitlichen Kamera 16 (bezeichnet als Kamera 2) dargestellt sind. Ferner ist ein Bild der seitlichen Kamera 16 dargestellt, in welches die Benutzerdaten
20 eingeblendet sind. Weiterhin sind die optischen Parameter für das rechte Auge 54 und das linke Auge 56, sowie Mittelwerte davon, dargestellt.

Vorzugsweise werden mehrere Leuchtmittel 28 so angeordnet, daß für alle Kameras 14, 16 Reflexe 82 für jedes Auge 54, 56 direkt am Durchstoßpunkt der jeweiligen
25 Fixierlinie an der Hornhaut oder geometrisch definiert, um den Durchstoßpunkt, erzeugt werden. Weiter werden die Leuchtmittel 28 vorzugsweise so angeordnet, daß die Reflexe 82 insbesondere für den Durchstoßpunkt der jeweiligen Fixierlinie der Augen 54, 56 in Primärstellung erzeugt werden. Ganz besonders bevorzugt werden, für beide Augen näherungsweise geometrisch definierte Hornhautreflexe um
30 den Durchstoßpunkt für die obere Kamera 14 und für die seitliche Kamera 16 Reflexe an den Durchstoßpunkten der Fixierlinien der Augen 54, 56 in Primärstellung, durch ein Leuchtmittel 28 auf der an der jeweiligen Mittelparallele der

beiden Fixierlinien der Augen 54, 56 in Primärstellung gespiegelten effektiven optischen Achse 22 der seitlichen Kamera 16 und zwei weiteren Leuchtmitteln 28, die auf dem Kegel der durch die Mittelparallele der Fixierlinien der Augen 54, 56 in Primärstellung als Kegelachse und die effektive optische Achse 20 der seitlichen
5 Kamera 16 als Erzeugende definiert wird, derart angeordnet werden, daß alle Leuchtmittel 28 auf disjunkten Erzeugenden des Kegels liegen und die eingesetzten Leuchtmittel 28 eine horizontale Ausdehnung haben, die der Gleichung

(mittlerer Pupillenabstand) / (horizontale Ausdehnung) = (Abstand obere Kamera 14
10 zum Auge 54, 56) / (Abstand Leuchtmittel 28 zum Auge 54, 56)

genügen.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen besonders bevorzugten Ausführungsformen beschränkt. Vielmehr umfaßt die Erfindung auch
15 Variationen davon umfaßt, insbesondere die Verwendung einer Vorrichtung gemäß der Erfindung zum Bestimmen von optischen Parametern eines Benutzers.

Ferner umfaßt die vorliegende Erfindung ein System bestehend aus einer
20 Vorrichtung zum Bestimmen von optischen Parametern eines Benutzers und einem Benutzer, wobei das System

zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtung, welche ausgelegt und angeordnet sind, jeweils Bilddaten zumindest von Teilbereichen des Kopfes des Benutzers zu
25 erzeugen;

- eine Datenverarbeitungseinrichtung mit
 - einer Benutzerdatenbestimmungseinrichtung, welche ausgelegt ist anhand
30 der erzeugten Bilddaten Benutzerdaten zumindest eines Teilbereichs des Kopfes oder zumindest eines Teilbereichs eines Systems des Kopfes und einer daran in Gebrauchsstellung angeordneten Brille des Benutzers zu

bestimmen, wobei die Benutzerdaten Ortsinformationen im dreidimensionalen Raum von vorbestimmten Punkten des Teilbereichs des Kopfes oder des Teilbereichs des Systems des Kopfes und der daran in Gebrauchsstellung angeordneten Brille des Benutzers umfassen und

5

-- einer Parameterbestimmungseinrichtung, welche ausgelegt ist, anhand der Benutzerdaten zumindest einen Teil der optischen Parameter des Benutzers zu bestimmen;

10 - eine Datenausgabeeinrichtung, welche zur Ausgabe zumindest eines Teils der bestimmten optischen Parameter des Benutzers ausgelegt ist,

umfaßt.

15

Bezugszeichenliste

20	10	Vorrichtung
	12	Säule
	14	obere Kamera
	16	seitliche Kamera
	18	Monitor
25	20	effektive optische Achse
	22	effektive optische Achse
	24	Schnittpunkt
	26	teildurchlässiger Spiegel
	28	Leuchtmittel
30	30	Benutzer
	32	Position
	34	Position

- 36 Brillenglasrand / Brillenfassungsrand
- 38 Brille
- 40 optische Achse
- 42 Strahlteiler
- 5 44 erster umgelenkter Teilbereich der optischen Achse
- 46 Umlenkspiegel
- 48 zweiter umgelenkter Teilbereich der optischen Achse
- 50 Brillengläser
- 52 Brillenfassung
- 10 54 rechtes Auge
- 56 linkes Auge
- 58 Pupillenmittelpunkt
- 60 Pupillenmittelpunkt
- 62 Begrenzung im Kastenmaß
- 15 64 Begrenzung im Kastenmaß
- 66 Schnittpunkte
- 68 Schnittpunkte
- 70 horizontale Ebene
- 72 vertikale Ebene
- 20 74 Schnittpunkte
- 76 Schnittpunkte
- 78 horizontale Ebene
- 80 vertikale Ebene
- 82 Reflexe
- 25 84 Gerade
- 86 untere horizontale Tangente

Ansprüche

1. Vorrichtung (10) zum Bestimmen von optischen Parametern eines Benutzers (30) mit
 - zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen (14, 16), welche ausgelegt und angeordnet sind, jeweils Bilddaten zumindest von Teilbereichen des Kopfes des Benutzers (30) zu erzeugen;
 - einer Datenverarbeitungseinrichtung mit
 - einer Benutzerdatenbestimmungseinrichtung, welche ausgelegt ist, anhand der erzeugten Bilddaten Benutzerdaten zumindest eines Teilbereichs des Kopfes oder zumindest eines Teilbereichs eines Systems des Kopfes und einer daran in Gebrauchsstellung angeordneten Brille (38) des Benutzers (30) zu bestimmen, wobei die Benutzerdaten Ortsinformationen im dreidimensionalen Raum von vorbestimmten Punkten des Teilbereichs des Kopfes oder des Teilbereichs des Systems umfassen und
 - einer Parameterbestimmungseinrichtung, welche ausgelegt ist, anhand der Benutzerdaten zumindest einen Teil der optischen Parameter des Benutzers (30) zu bestimmen;
 - einer Datenausgabeeinrichtung, welche zur Ausgabe zumindest eines Teils der bestimmten optischen Parameter des Benutzers (30) ausgelegt ist.
2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, wobei die Bildaufnahmeeinrichtungen (14,

16) derart ausgelegt und angeordnet sind, daß in den erzeugten Bilddaten zumindest eine Pupille des Benutzers (30) vollständig abgebildet ist.

- 5 3. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die
Bildaufnahmeeinrichtungen derart ausgelegt und angeordnet sind, daß in
den erzeugten Bilddaten zumindest eine Pupille des Benutzers (30) und ein
Brillenfassungsrand und/oder ein Brillenglasrand (36) abgebildet ist, wobei in
den erzeugten Bilddaten die zumindest eine Pupille des Benutzers (30) von
dem Brillenfassungsrand und/oder dem Brillenglasrand umgrenzt ist.
- 10 4. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die
Benutzerdaten Ortsinformationen für zumindest einen der folgenden Punkte
umfassen:
- 15 - Schnittpunkte (66, 74) einer im Bezugssystem des Benutzers (30)
horizontalen Ebene (70, 78) mit den Brillenglasrändern und/oder den
Brillenfassungsrändern (36) der Brille (38), wobei die horizontale Ebene
(70, 78) des Benutzers (30) beide Pupillen des Benutzers (30) schneidet
und parallel zur Nullblickrichtung des Benutzers (30) verläuft;
- 20 - Schnittpunkte (68, 76) einer im Bezugssystem des Benutzers (30)
vertikalen Ebene (72, 80) mit den Brillenglasrändern und/oder den
Brillenfassungsrändern (36) der Brille (38), wobei die vertikale Ebene (72,
80) des Benutzers (30) senkrecht zu der horizontalen Ebene (70, 78) des
25 Benutzers (30) und parallel zu der Nullblickrichtung des Benutzers verläuft
und eine Pupille des Benutzers (30) schneidet;
- zumindest einen Pupillenmittelpunkt (58, 60);
- 30 - Begrenzungen (62, 64) zumindest eines Brillenglases des Benutzers nach
einer Bemaßung im Kastenmaß;
- Brückenmittelpunkt der Brillenfassung (52) der Brille (38).

5. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die optischen Parameter zumindest einen der folgenden Werte des Benutzers (30) umfassen:
- 5 - Pupillendistanz;
 - monokularer Pupillenabstand;
 - Hornhautscheitelabstand nach Bezugspunktforderung und/oder nach Augendrehpunktforderung;
 - monokularer Zentrierpunkt Abstand;
 - 10 - Zentrierpunkt koordinaten;
 - Scheibenabstand;
 - Dezentration des Zentrierpunktes;
 - Scheibenhöhe und -breite;
 - Scheibenmittenabstand;
 - 15 - Brillenglasvorneigung;
 - Fassungsscheibenwinkel;
 - Einschleifhöhe.
6. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in Betriebsstellung die Bildaufnahmeeinrichtungen (14, 16) innerhalb eines Raumbereiches angeordnet sind, welcher von einem Kegel mit einem vorbestimmten Öffnungswinkel umfassen ist, wobei die Kegelspitze des Kegels in einer Umgebung eines vorbestimmten Bezugspunktes angeordnet ist und die Kegelachse parallel zu einer vorbestimmten Richtung angeordnet ist, wobei betriebsmäßig die Nullblickrichtung des Benutzers (30) der vorbestimmten Richtung entspricht.
- 25
7. Vorrichtung (10) nach Anspruch 6, wobei betriebsmäßig der Ort einer der Pupillen des Benutzers (30) oder der Ort einer Nasenwurzel des Benutzers (30) näherungsweise dem vorbestimmten Bezugspunkt entspricht.
- 30
8. Vorrichtung (10) nach Anspruch 6 oder 7, wobei der Öffnungswinkel kleiner als 90° ist.

9. Vorrichtung (10) nach Anspruch 6 oder 7, wobei der Öffnungswinkel zwischen etwa 60° und etwa 10° , bevorzugt zwischen etwa 45° und etwa 20° , besonders bevorzugt etwa 30° beträgt.
- 5 10. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich effektive optische Achsen (20, 22) der Bildaufnahmeeinrichtungen (14, 16) zumindest beinahe schneiden und ein Schnittwinkel zwischen etwa 60° und etwa 10° , vorzugsweise zwischen etwa 45° und etwa 20° , besonders bevorzugt etwa 30° beträgt.
- 10
11. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei betriebsmäßig die Nullblickrichtung des Benutzers (30) im wesentlichen parallel zu der effektiven optischen Achse (20, 22) zumindest einer der
- 15 Bildaufnahmeeinrichtungen (14, 16) angeordnet ist.
12. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die effektive optische Achse (20, 22) zumindest einer der Bildaufnahmeeinrichtungen (14, 16) im wesentlichen parallel zu einer
- 20 Horizontalrichtung im Bezugssystem der Erde angeordnet ist.
13. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei betriebsmäßig die Horizontalebene des Benutzers (30) derart angeordnet ist, daß die effektive optische Achse (20, 22) zumindest einer der
- 25 Bildaufnahmeeinrichtungen (14, 16) darin liegt.
14. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in Betriebsstellung eine der Bildaufnahmeeinrichtungen (14, 16) derart angeordnet ist, daß ihre effektive optische Achse (22, 24) die Nasenwurzel
- 30 des Benutzers (30) zumindest beinahe schneidet.
15. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in Betriebsstellung eine der Bildaufnahmeeinrichtungen (14, 16) derart angeordnet ist, daß ihre effektive optische Achse (20, 22) symmetrisch

bezüglich der Pupillen des Benutzers (30) angeordnet ist.

- 5 16. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich Projektionen der effektiven optischen Achsen (20, 22) der zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen (14, 16) auf eine Horizontalebene im Bezugssystem der Erde unter einem Schnittwinkel schneiden, welcher zwischen etwa 10° und etwa 60° , vorzugsweise zwischen etwa 15° und etwa 40° , besonders bevorzugt etwa $23,5^\circ$ beträgt.
- 10 17. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich Projektionen der effektiven optischen Achsen (20, 22) der zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen (14, 16) auf eine Vertikalebene im Bezugssystem der Erde unter einem Schnittwinkel schneiden, welcher zwischen etwa 10° und etwa 60° , vorzugsweise zwischen etwa 15° und etwa 40° , besonders
15 bevorzugt etwa $23,5^\circ$ beträgt.
18. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in Betriebsstellung die Nullblickrichtung des Benutzers (30) parallel zu der Horizontalebene im Bezugssystem der Erde angeordnet ist.
20
19. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Benutzerdatenbestimmungseinrichtung weiterhin eine Benutzerdatenpositionierungseinrichtung umfaßt, welche ausgelegt ist, vorbestimmten Benutzerdaten Positionen im zweidimensionalen Raum der
25 Bilddaten zuzuordnen.
20. Vorrichtung (10) nach Anspruch 19, wobei die Benutzerdatenpositionierungseinrichtung derart ausgelegt ist, daß die Positionen in den Bilddaten, welche zumindest einem Teil der vorbestimmten
30 Benutzerdaten zugeordnet werden, von einer Person zuordenbar sind.
21. Vorrichtung (10) nach Anspruch 20, wobei die Benutzerdatenpositionierungseinrichtung ausgelegt ist, Positionen der Bilddaten, welche den vorbestimmten Benutzerdaten zugeordnet werden,

unter Berücksichtigung von Ortsinformationen zumindest einer der Bildaufnahmeeinrichtungen (14, 16) im dreidimensionalen Raum vorzubestimmen.

- 5 22. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 19 bis 21, wobei die Benutzerdatenpositionierungseinrichtung ausgelegt ist, zumindest einem Teil der Benutzerdaten Positionen im zweidimensionalen Raum der Bilddaten automatisch zuzuordnen.
- 10 23. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen (14, 16) ausgelegt sind, die Bilddaten zeitgleich zu erzeugen.
- 15 24. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jede der Bildaufnahmeeinrichtungen (14, 16) zeitgleich Bilddaten von beiden Augen des Benutzers (30) erzeugt.
- 20 25. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bildaufnahmeeinrichtungen (14, 16) ausgelegt sind, Bilddaten des Benutzers (30) für eine Vielzahl von unterschiedlichen Blickrichtungen des Benutzers zu erzeugen.
- 25 26. Vorrichtung (10) nach Anspruch 24, wobei die Datenverarbeitungsvorrichtung ausgelegt ist, anhand der Vielzahl der Bilddaten ein Sehverhalten des Benutzers (30) zu bestimmen.
27. Vorrichtung (10) zum Bestimmen von optischen Parametern eines Benutzers (30) mit
- 30 - zumindest einer Bildaufnahmeeinrichtungen (14, 16), welche ausgelegt und angeordnet ist, Bilddaten zumindest von Teilbereichen des Kopfes des Benutzers (30) zu erzeugen;
- zumindest einer Musterprojektionseinrichtung, welche ausgelegt und

angeordnet ist vorbestimmte Musterdaten auf zumindest Teilbereiche des Kopfes des Benutzers (30) zu projizieren;

- einer Datenverarbeitungseinrichtung mit

5

-- einer Benutzerdatenbestimmungseinrichtung, welche ausgelegt ist, anhand der erzeugten Bilddaten unter Berücksichtigung der projizierten Musterdaten Benutzerdaten zumindest eines Teilbereichs des Kopfes oder zumindest eines Teilbereichs eines Systems des Kopfes und einer daran in Gebrauchsstellung angeordneten Brille (38) des Benutzers (30) zu bestimmen, wobei die Benutzerdaten Ortsinformationen im dreidimensionalen Raum von vorbestimmten Punkten des Teilbereichs des Kopfes oder des Teilbereichs des Systems umfassen und

10

15

-- einer Parameterbestimmungseinrichtung, welche ausgelegt ist, anhand der Benutzerdaten zumindest einen Teil der optischen Parameter des Benutzers (30) zu bestimmen;

20

- einer Datenausgabeeinrichtung, welche zur Ausgabe zumindest eines Teils der bestimmten optischen Parameter des Benutzers (30) ausgelegt ist.

28. Verfahren zum Bestimmen von optischen Parametern eines Benutzers (30) mit folgenden Schritten:

25

- Erzeugen von Bilddaten zumindest von Teilbereichen des Kopfes des Benutzers (30) aus zumindest zwei unterschiedlichen Aufnahmerichtungen;

30

- Bestimmen von Benutzerdaten zumindest eines Teilbereichs des Kopfes oder zumindest eines Teilbereichs eines Systems des Kopfes und einer daran in Gebrauchsstellung angeordneten Brille (38) des Benutzers (30) anhand der erzeugten Bilddaten, wobei die Benutzerdaten Ortsinformationen im dreidimensionalen Raum von vorbestimmten

Punkten des Teilbereichs des Kopfes oder des Teilbereichs des Systems umfassen;

- 5
- Bestimmen zumindest eines Teils der optischen Parameter des Benutzers (30) anhand der Benutzerdaten und
 - Ausgabe zumindest eines Teils der bestimmten optischen Parameter des Benutzers.
- 10
29. Verfahren nach Anspruch 28, wobei in den erzeugten Bilddaten zumindest eine Pupille vollständig abgebildet wird.
- 15
30. Verfahren nach Anspruch 28 oder 29, wobei in den erzeugten Bilddaten zumindest eine Pupille des Benutzers (30) und ein Brillenfassungsrand und/oder ein Brillenglasrand (36) abgebildet ist, wobei in den erzeugten Bilddaten die zumindest eine Pupille des Benutzers von dem Brillenfassungsrand und/oder dem Brillenglasrand (36) umgrenzt ist.
- 20
31. Computerprogrammprodukt umfassend Programmteile, welche, wenn geladen in einem Computer, zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 28, 29 oder 30 ausgelegt ist.

Bevorzugt schneiden sich die effektiven optischen Achsen der zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen beinahe. Insbesondere sind die effektiven optischen Achsen der zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen derart angeordnet, daß ein Ort minimalen Abstandes der beiden effektiven optischen Achsen von beiden
5 Pupillen des Benutzers gleich weit entfernt ist. Insbesondere entspricht ein Ort minimalen Abstandes der effektiven optischen Achsen dem Ort der Nasenwurzel des Benutzers. In anderen Worten schneiden sich die effektiven optischen Achsen zumindest beinahe, wobei der Schnittpunkt der effektiven optischen Achsen bzw. der Punkt mit minimalen Abstand von den effektiven optischen Achsen symmetrisch
10 bezüglich der Pupillen des Benutzers angeordnet ist, vorzugsweise dem Ort der Nasenwurzel des Benutzers entspricht.

Weiterhin vorzugsweise schneiden sich Projektionen der effektiven optischen Achsen der zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen auf einer Horizontalebene im
15 Bezugssystem der Erde unter einem Schnittwinkel, welche zwischen etwa 10° und etwa 60° , vorzugsweise zwischen etwa 15° und etwa 40° , besonders bevorzugt etwa $23,5^\circ$ beträgt, wodurch eine vereinfachte Selektion der Benutzerdaten erreicht wird.

Vorteilhafterweise ist es anhand der bevorzugten Vorrichtung der vorliegenden
20 Erfindung möglich, Benutzerdaten des Benutzers auch bei Brillenfassungen mit sehr breiten Bügeln oder bei Sportbrillenfassungen, welche das Auge seitlich im wesentlichen verdecken, zu bestimmen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung
25 schneiden sich Projektionen der effektiven optischen Achse der zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtungen auf eine Vertikalebene im Bezugssystem der Erde unter einem Schnittwinkel, welcher zwischen etwa 10° und etwa 60° , vorzugsweise zwischen etwa 15° und etwa 40° , besonders bevorzugt etwa $23,5^\circ$ beträgt.

30 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in Betriebsstellung die Nullblickrichtung des Benutzers parallel zu der Horizontalebene im Bezugssystem der Erde angeordnet.

Intensitätsmuster erzeugt.

Folglich können gemäß dieses Aspekts der vorliegenden Erfindung dreidimensionale Benutzerdaten erzeugt werden. Anhand der dreidimensionalen Benutzerdaten
5 können die optischen Parameter des Benutzers, analog zu dem vorangehenden Aspekt der Erfindung, bestimmt werden, wobei lediglich eine Bildaufnahmeeinrichtung verwendet wird.

Die Musterprojektionseinrichtung ist beispielsweise ein herkömmlicher Projektor wie
10 beispielsweise ein handelsüblicher Beamer. Die projizierten Musterdaten sind beispielsweise ein Streifenmuster bzw. ein binäres Sinusmuster. Die Musterdaten werden auf zumindest einen Teilbereich des Kopfes des Benutzers projiziert und mittels der Bildaufnahmeeinrichtung werden Bilddaten davon erzeugt. Von dem so beleuchteten Teilbereich des Kopfes des Benutzers werden unter einem
15 Triangulationswinkel von der Bildaufnahmeeinrichtung Bilddaten erzeugt. Der Triangulationswinkel entspricht dem Winkel zwischen einer effektiven optischen Achse der Bildaufnahmeeinrichtung und einem Projektionswinkel der Musterprojektionseinrichtung. Höhendifferenzen des Teilbereichs des Kopfes entsprechen lateralen Verschiebungen beispielsweise der Streifen des
20 Streifenmusters als bevorzugte Musterdaten. Vorzugsweise wird bei der phasenmessenden Triangulation das sogenannte Phasen-Schiebe-Verfahren verwendet, wobei auf Teilbereich des Kopfes ein periodisches, in der Intensitätsverteilung näherungsweise sinusförmiges Wellenmuster projiziert wird und das Wellenmuster schrittweise in dem Projektor bewegt. Während der Bewegung
25 des Wellenmusters werden von der Intensitätsverteilung (und dem Teilbereich des Kopfes) während einer Periode vorzugsweise zumindest dreimal Bilddaten erzeugt. Aus den erzeugten Bilddaten kann auf die Intensitätsverteilung rück geschlossen werden und eine Phasenlage der Bildpunkte zueinander bestimmt werden, wobei Punkte auf der Oberfläche des Teilbereichs des Kopfes entsprechend ihrer
30 Entfernung von der Bildaufnahmeeinrichtung einer bestimmten Phasenlage zugeordnet sind. Weiterhin wird auf die Zulassungsarbeit mit dem Titel "Phasenmessende Deflektometrie (PMD) - ein hochgenaues Verfahren zur

Nasenrückens in dem teildurchlässigen Spiegel 26. In anderen Worten befindet sich der Benutzer 30 in einem Abstand von etwa 50 bis etwa 75 cm vor dem teildurchlässigen Spiegel 26, und blickt auf das Abbild seines Gesichts in dem teildurchlässigen Spiegel 26, insbesondere auf seine Nasenwurzel. Die Stellung der
5 Augen 54, 56, welche durch das angeblickte Objekt entsteht, das heißt die Konvergenz der Augen 54, 56, kann bei der Bestimmung der optischen Parameter berücksichtigt werden und beispielsweise Drehungen der Augen bei der Bestimmung der optischen Parameter kompensiert werden, wobei beispielsweise eine virtuelle Nullblickrichtung unter Berücksichtigung der tatsächlichen Blickauslenkung bestimmt
10 werden kann und anhand der virtuellen, d.h. der bestimmten und nicht gemessenen Nullblickrichtung die optischen Parameter des Benutzers bestimmt werden können. Vorteilhafterweise kann daher die Distanz zwischen Benutzer 30 und den Kameras 14, 16 gering sein. Insbesondere ist es auch möglich, daß die optischen Parameter bereits näherungsweise vorbestimmt werden. Ferner kann die Brille 38 vorangepaßt
15 sein und die optischen Parameter werden mittels der Vorrichtung 10 der vorliegenden Erfindung für die vorangepaßte bestimmt.

Weiterhin ist die Vorrichtung 10 gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ausgelegt, den Vorneigungswinkel der Brille 38 für jedes Auge 54, 56 aus dem
20 Winkel zwischen der Geraden durch den oberen Schnittpunkt 68 und dem unteren Schnittpunkt 68 der vertikalen Schnittebene 72 mit dem Rand 36 der Brillenfassung 52 im Dreidimensionalen zu berechnen. Außerdem kann eine mittlere Vorneigung aus der für das rechte Auge 54 bestimmten Vorneigung und der für das linke Auge 56 bestimmten Vorneigung bestimmt werden. Ferner kann ein Warnhinweis
25 ausgegeben werden, falls die Vorneigung des rechten Auges 54 von der Vorneigung des linken Auges 56 um zumindest einen vorbestimmten Maximalwert abweicht. Ein solcher Hinweis kann beispielsweise mittels des Monitors 18 ausgegeben werden. Analog können Fassungsscheibenwinkel und Hornhautscheitelabstand bzw. Pupillendistanz aus dem dreidimensionalen Datensatz für das rechte Auge 54 und
30 das linke Auge 56 sowie Mittelwerte davon bestimmt werden und gegebenenfalls Hinweise über den Monitor 18 ausgegeben werden, falls die Abweichungen der Werte für das rechte Auge 54 und das linke Auge 56 einen Maximalwert jeweils

beiden Fixierlinien der Augen 54, 56 in Primärstellung gespiegelten effektiven optischen Achse 22 der seitlichen Kamera 16 und zwei weiteren Leuchtmitteln 28, die auf dem Kegel der durch die Mittelparallele der Fixierlinien der Augen 54, 56 in Primärstellung als Kegalachse und die effektive optische Achse 20 der seitlichen Kamera 16 als Erzeugende definiert wird, derart angeordnet werden, daß alle Leuchtmittel 28 auf disjunkten Erzeugenden des Kegels liegen und die eingesetzten Leuchtmittel 28 eine horizontale Ausdehnung haben, die der Gleichung

(mittlerer Pupillenabstand) / (horizontale Ausdehnung) = (Abstand obere Kamera 14 zum Auge 54, 56) / (Abstand Leuchtmittel 28 zum Auge 54, 56)

genügen.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen besonders bevorzugten Ausführungsformen beschränkt. Vielmehr umfaßt die Erfindung auch Variationen davon, insbesondere die Verwendung einer Vorrichtung gemäß der Erfindung zum Bestimmen von optischen Parametern eines Benutzers.

Ferner umfaßt die vorliegende Erfindung ein System bestehend aus einer Vorrichtung zum Bestimmen von optischen Parametern eines Benutzers und einem Benutzer, wobei das System

zumindest zwei Bildaufnahmeeinrichtung, welche ausgelegt und angeordnet sind, jeweils Bilddaten zumindest von Teilbereichen des Kopfes des Benutzers zu erzeugen;

- eine Datenverarbeitungseinrichtung mit
 - einer Benutzerdatenbestimmungseinrichtung, welche ausgelegt ist anhand der erzeugten Bilddaten Benutzerdaten zumindest eines Teilbereichs des Kopfes oder zumindest eines Teilbereichs eines Systems des Kopfes und einer daran in Gebrauchsstellung angeordneten Brille des Benutzers zu

FIG 1

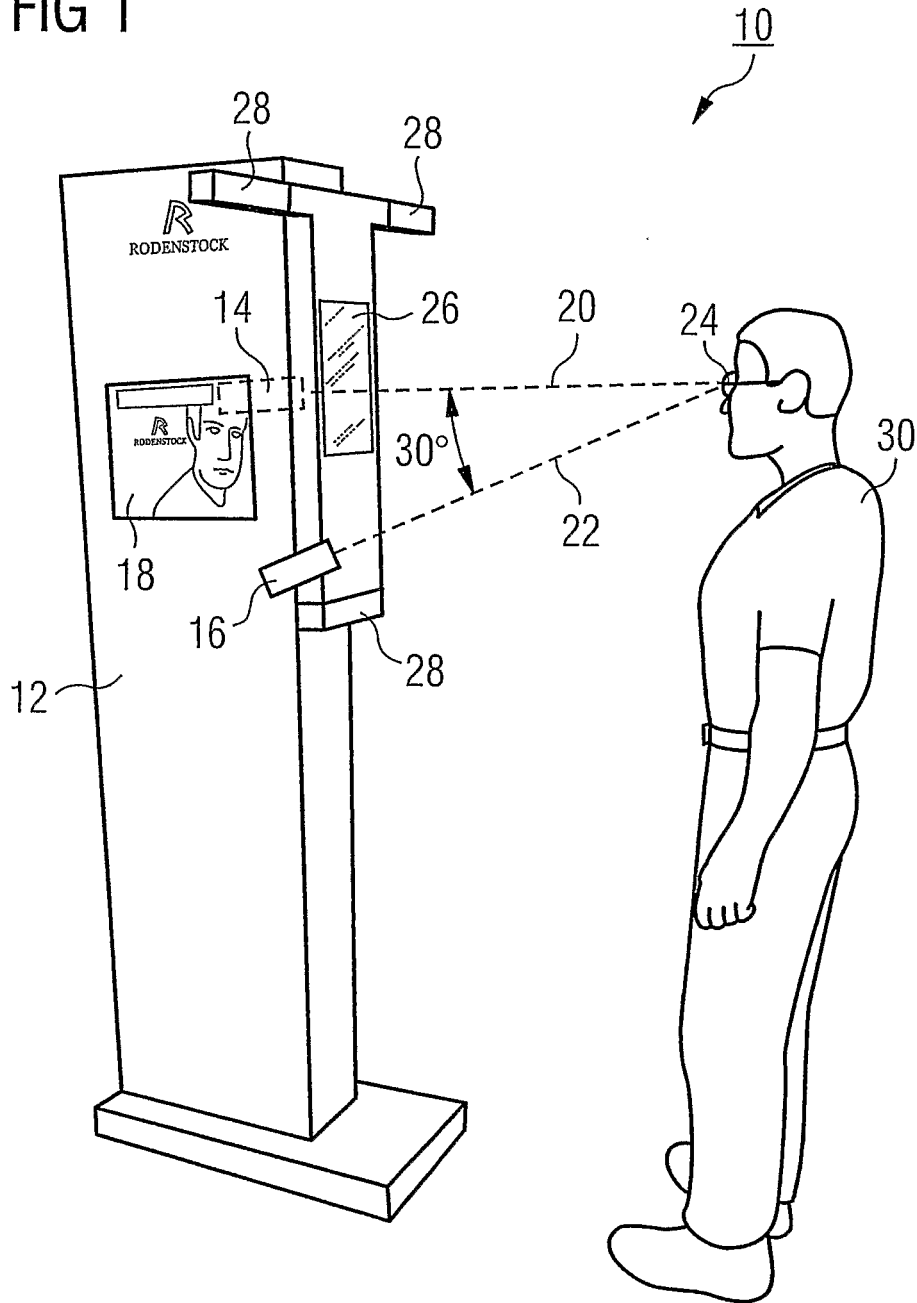


FIG 2

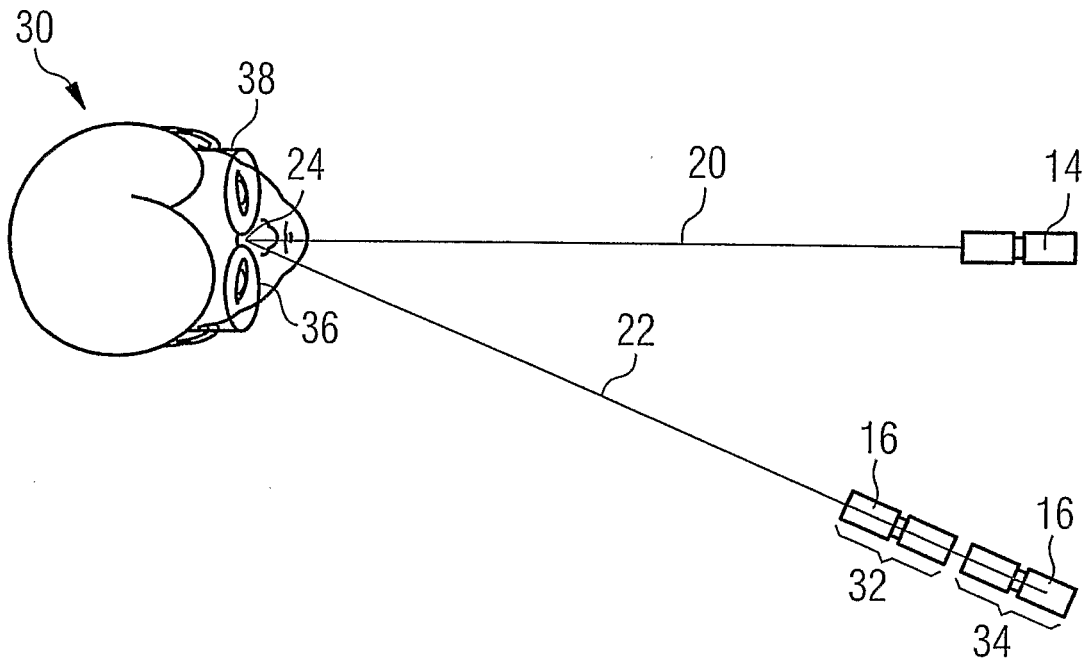


FIG 3

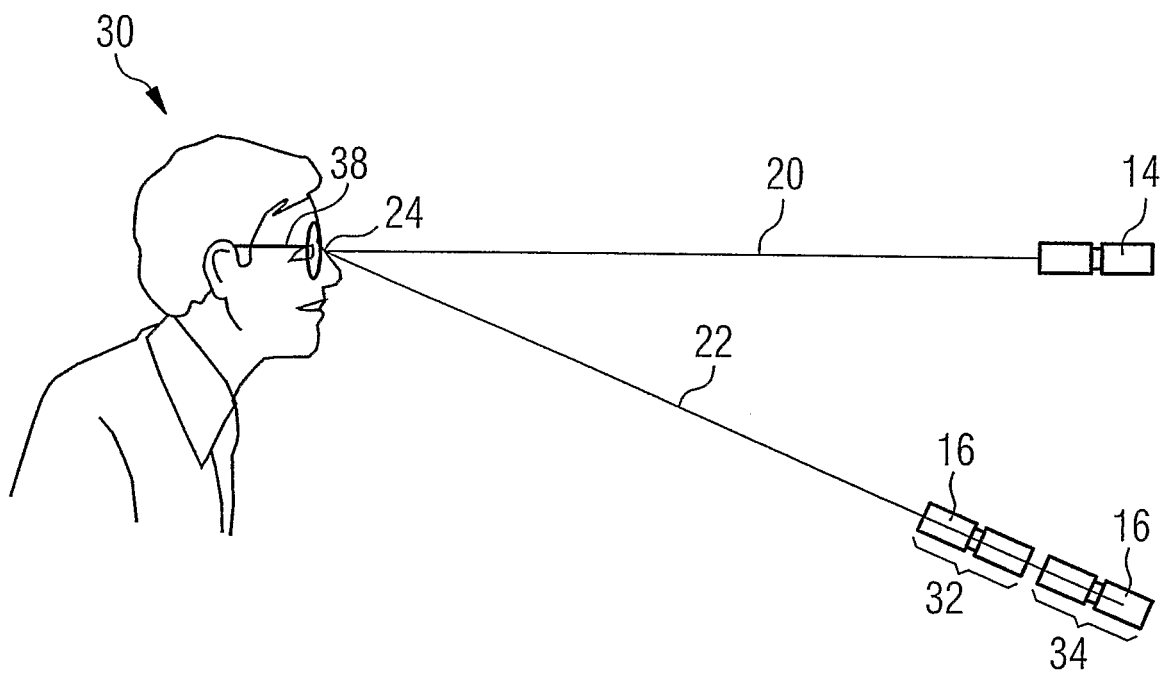
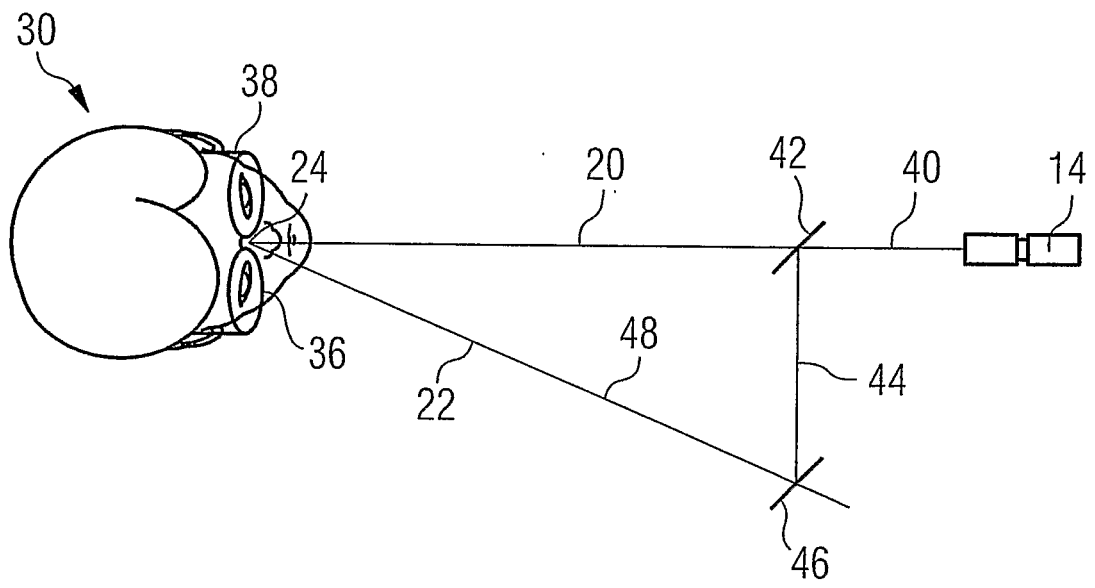
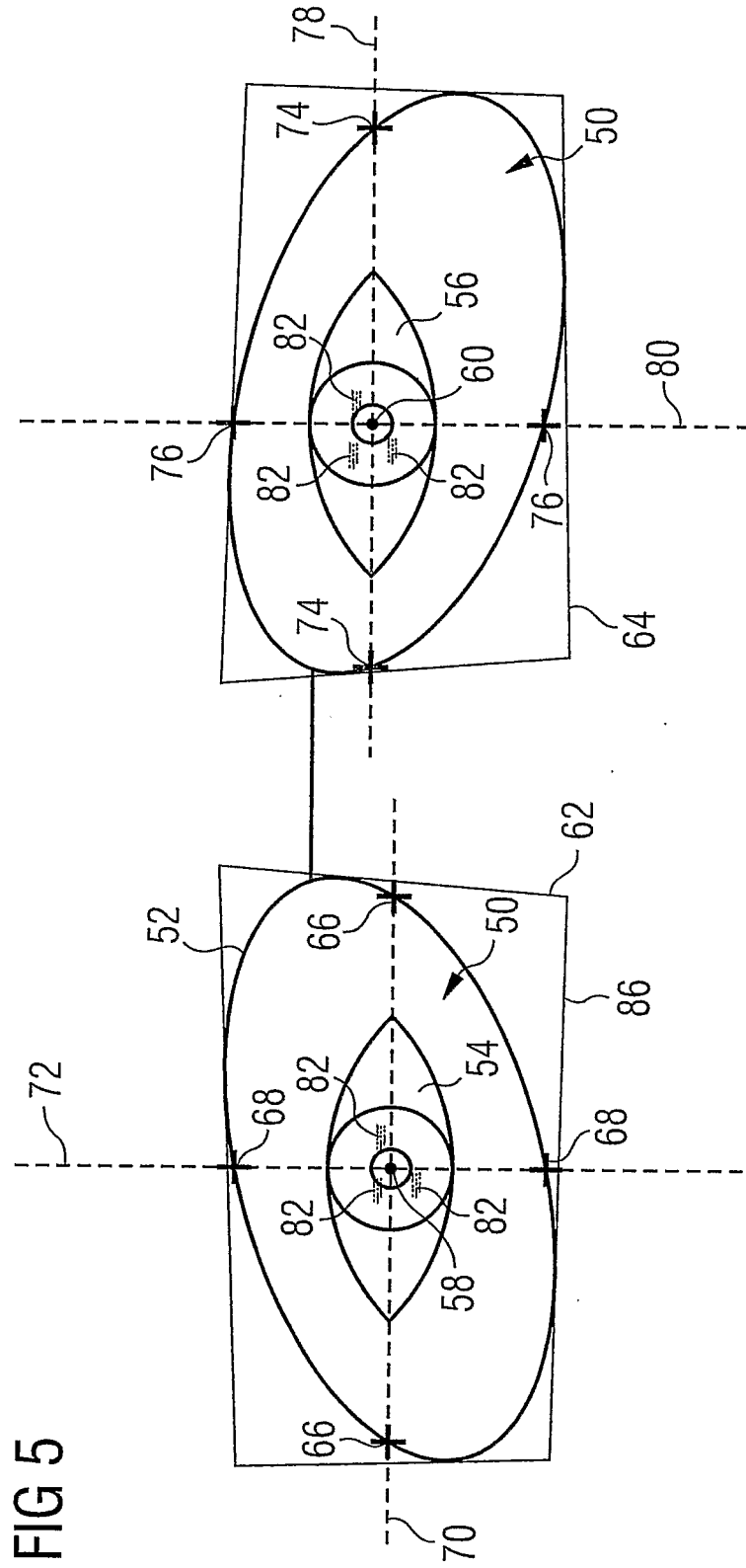


FIG 4





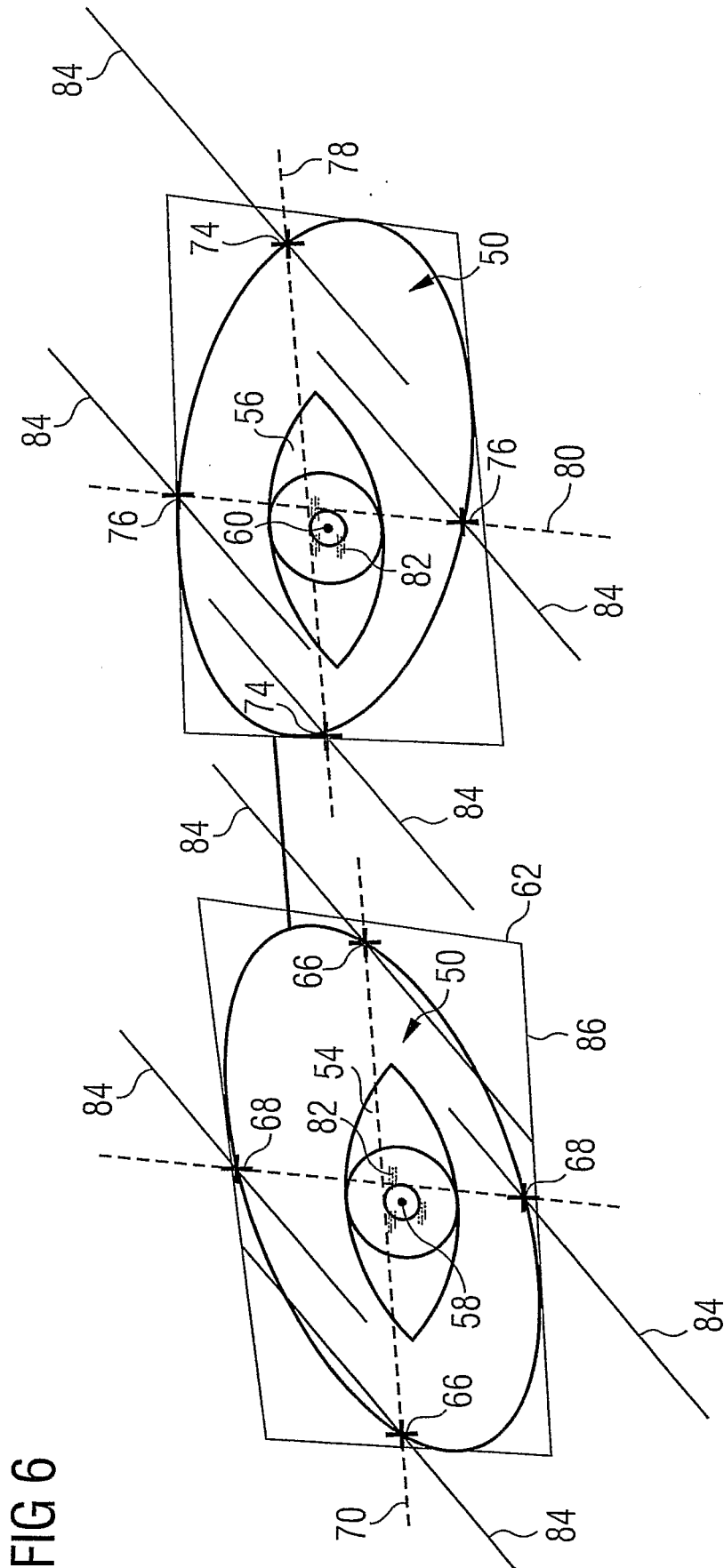


FIG 7

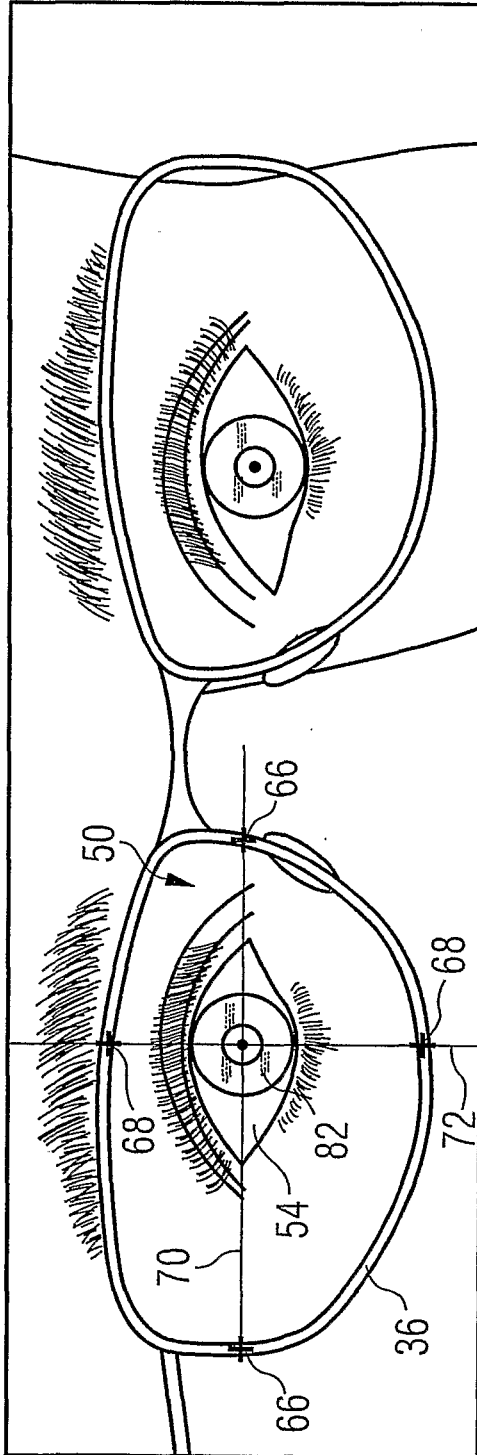


FIG 8

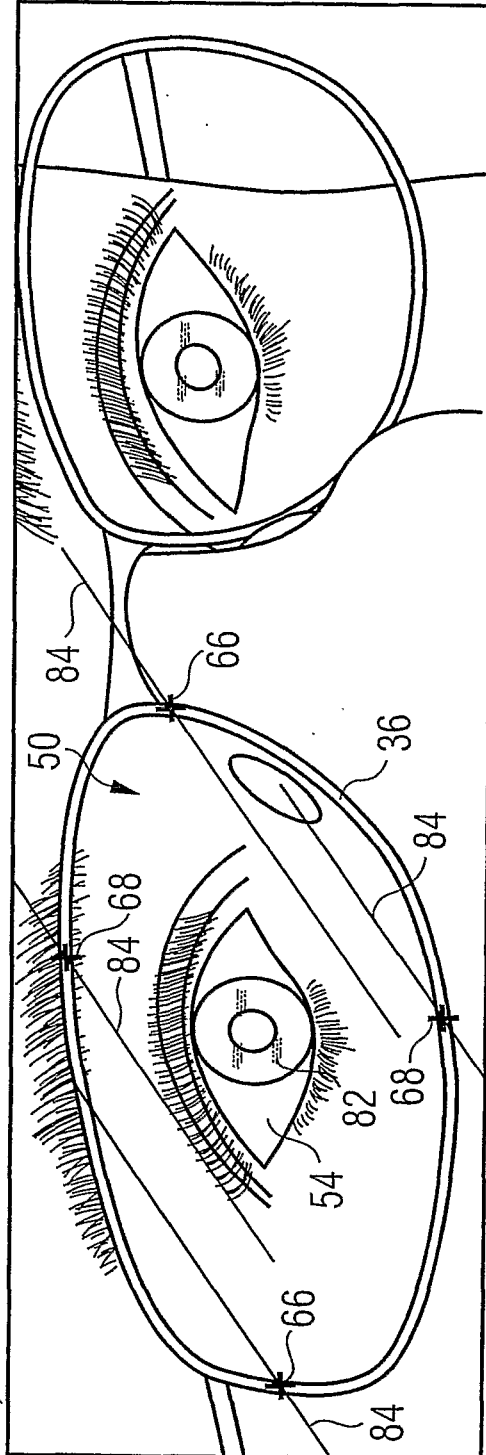
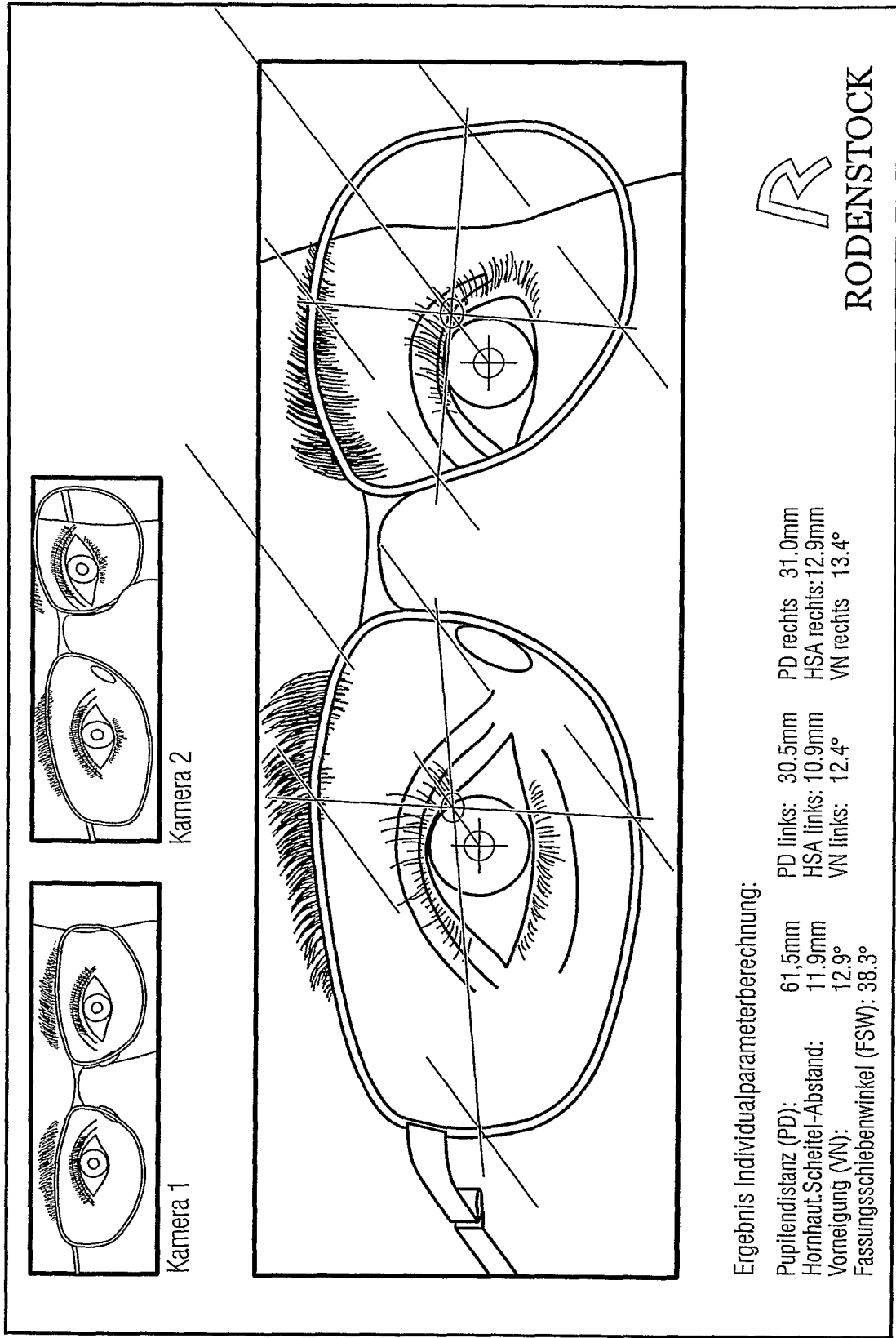


FIG 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/000695

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G02C13/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/189935 A1 (WARDEN LAURENCE ET AL) 30 September 2004 (2004-09-30) paragraphs [0032], [0033] paragraphs [0039] - [0041] paragraphs [0044] - [0053] figures 1-3,9,11,12 -----	1-31
X	US 5 592 248 A (NORTON ET AL) 7 January 1997 (1997-01-07) the whole document -----	1-26, 28-31
A	WO 01/88654 A (VISIONIX LTD; ABITBOL, MARC; SASON, RAN; MOSENZON, OFER) 22 November 2001 (2001-11-22) page 11, line 23 - page 14, line 3 -----	1-31
<input type="checkbox"/>	Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents :		
<p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>		<p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>*&* document member of the same patent family</p>
Date of the actual completion of the international search 16 May 2006		Date of mailing of the international search report 29/05/2006
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Kloppenburger, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/000695

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004189935 A1	30-09-2004	AU 2002367536 A1 EP 1446694 A1 JP 2005520205 T WO 03079097 A1 US 2003081173 A1	29-09-2003 18-08-2004 07-07-2005 25-09-2003 01-05-2003
US 5592248 A	07-01-1997	WO 9827861 A1	02-07-1998
WO 0188654 A	22-11-2001	AU 6056301 A EP 1299787 A2	26-11-2001 09-04-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/000695

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G02C13/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G02C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2004/189935 A1 (WARDEN LAURENCE ET AL) 30. September 2004 (2004-09-30) Absätze [0032], [0033] Absätze [0039] - [0041] Absätze [0044] - [0053] Abbildungen 1-3,9,11,12	1-31
X	US 5 592 248 A (NORTON ET AL) 7. Januar 1997 (1997-01-07) das ganze Dokument	1-26, 28-31
A	WO 01/88654 A (VISIONIX LTD; ABITBOL, MARC; SASON, RAN; MOSENZON, OFER) 22. November 2001 (2001-11-22) Seite 11, Zeile 23 - Seite 14, Zeile 3	1-31
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 16. Mai 2006		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 29/05/2006
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Kloppenburg, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/000695

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004189935 A1	30-09-2004	AU 2002367536 A1	29-09-2003
		EP 1446694 A1	18-08-2004
		JP 2005520205 T	07-07-2005
		WO 03079097 A1	25-09-2003
		US 2003081173 A1	01-05-2003
US 5592248 A	07-01-1997	WO 9827861 A1	02-07-1998
WO 0188654 A	22-11-2001	AU 6056301 A	26-11-2001
		EP 1299787 A2	09-04-2003