



(10) **DE 10 2014 019 512 A1** 2016.06.30

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 019 512.0**

(22) Anmeldetag: **24.12.2014**

(43) Offenlegungstag: **30.06.2016**

(51) Int Cl.: **A61F 9/02 (2006.01)**

**G02C 7/10 (2006.01)**

**G02B 27/01 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Trautmann, Andreas, 80805 München, DE**

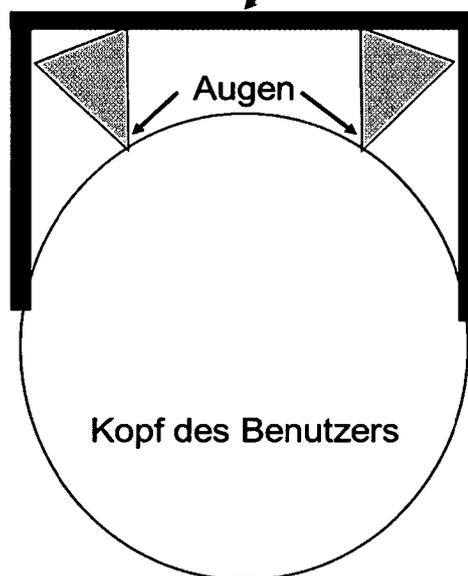
(72) Erfinder:  
**Antrag auf Nichtnennung**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Visualisierungsverfahren und Augenschutzvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung schafft ein Visualisierungsverfahren und eine Augenschutzvorrichtung dadurch, dass echtzeitige visuelle Daten aus der realen Umgebung kombiniert mit visuellen Daten der Strahlpropagation einer davon spektral unterschiedlichen Strahlung angepasst überlagert werden und, dass die Augen von einem doppelwandigen, licht- und strahlungsdichten Volumen allseitig umschlossen werden. Strahlungsarten, die für diese Erfindung zum Einsatz kommen können, sind elektromagnetische Strahlung, ionisierende und nicht ionisierende Strahlung, Partikelstrahlung, Elektronen-, Protonen-, Neutronenstrahlung etc.

doppelwandiges Schutzvolumen



## Beschreibung

**[0001]** Ohne Beschränkung ihrer allgemeinen Verwendbarkeit werden die vorliegende Erfindung sowie die ihr zugrunde liegende Problematik in Bezug auf Strahlung von Schweiß- und Laserstrahlquellen selbst oder deren Prozess- und Sekundärstrahlung erläutert. Die Vorrichtung und das Verfahren können auch für andere Strahlungsarten zum Einsatz kommen: Elektromagnetische Strahlung, ionisierende und nicht ionisierende Strahlung, Partikelstrahlung, Elektronen-, Protonen-, Neutronenstrahlung etc.. Ohne Beschränkung ihrer allgemeinen Verwendbarkeit wird die vorliegende Erfindung sowie das ihr zugrunde liegende Visualisierungsverfahren nicht nur zur Darstellung auf Displays, welche auf ein die Augen allseitig umschließendes Gestell angebracht sind, sondern auch zur Darstellung auf Bildschirmen für Betrachter verwendet.

### Stand der Technik

**[0002]** Bei modernen Schweißverfahren erzeugen die Schweißquellen selbst Strahlung und es entsteht auch Prozess- und Sekundärstrahlung bei diesen Verfahren. Um Schweißer vor diesen Strahlungen zu schützen, werden Filter verwendet, welche nach DIN EN 169 die Strahlung ständig auf ein ungefährliches Maß abschwächen (passiver Filter) oder nach DIN EN 379 eine Blendung durch eine automatische Verminderung (aktiver Filter) der Transmission verhindern sollen. Sowohl bei aktiven und passiven Schweißschutzfiltern trifft demnach ein als ungefährlich befundener Anteil (Sicherheit im Sinne eines akzeptierten Risikos) an Strahlung, die in der vollen Stärke und Intensität eine hohe Gefahr für Menschen darstellt, auf die die Augen der Schweißer. Bei diesen Filtern ist ein Grenzwert für deren Auslegung zugrunde gelegt. Eine Dosisbetrachtung im Sinne einer Langzeitschädigung fand nicht statt. Bei den aktiven Filtern besteht zusätzlich das Problem, dass bei den verfügbaren Filtern, die dem momentanen Stand der Technik entsprechen, die endliche Reaktionszeit der automatischen Abblendung des Filters, dazu führt, dass eine kurzzeitige Vollexposition stattfindet. Solche Blendungen können bei gefahrgeneigten Tätigkeiten problematisch sein.

**[0003]** Die neueste Entwicklung im Bereich Hochleistungslaser sind Faser- bzw. Scheibenlaser mit hoher Ausgangsleistung und kleinem Strahlparameterprodukt bei großen Brennweiten. Insbesondere Faserlaser können Leistungen von bis zu 450 kW (militärische Anwendung) bzw. mehrere 10 kW, die für die industrielle Anwendung sinnvoll erscheinen, erreichen. Die großen Arbeitsbrennweiten zum Remoteschweißen von mehreren Metern sind problematisch. Sollen diese Laser in einer Fertigung mit Robotereinsatz und mit menschlichen Werkern im selben Raum eingesetzt werden, müssen die Werker

Laserschutzbrillen nach DIN EN 207 bzw. Laserjustierbrillen nach DIN EN 208 benutzen. Jedoch ergeben sich hinsichtlich der Anforderungen an solche Schutzbrillen Probleme bei deren technischer Machbarkeit. So sind heute Schutzbrillen im Einsatz, die transmittierende Gläser, die zur Abschwächung der Laserstrahlung bei Laserjustierbrillen, oder Filtergläser besitzen, die die entsprechende Wellenlänge für die verwendeten Laser nicht transmittieren.

**[0004]** Entsprechende Brillen sind beispielsweise aus US-Patent 5.828.437 bekannt. Entsprechend DIN EN 207 (208) und BG-Informationen und Verordnungen müssen diese Schutzbrillen bei cw-Betrieb dem entsprechenden Spektralbereich mindestens 5 s und bei pw-Betrieb mindestens 5 s und 50 Pulse lang standhalten. Diese Brillen sind nicht für den dauernden Blick in einen Laserstrahl geeignet. Die Zeitbasis orientiert sich an den Werten der maximal zulässigen Bestrahlung (MZB-Werte), bei denen nach dieser Zeitbasis keine irreversiblen Schäden am Auge eingetreten sind. Ob jedoch eine ständige Wiederholung einer Exposition unterhalb der Zeitbasis und der MZB-Werte nicht doch zu Spätschäden insbesondere im Alter führen kann, ist bisher nicht untersucht und kann nicht mit letzter Gewissheit ausgeschlossen werden.

**[0005]** Jedoch müssen in bestimmten Fertigungen und häufig in Laborumgebungen die Mitarbeiter den Strahl beobachten bzw. justieren und können weder die geforderte Zeitbasis einhalten noch insbesondere bei Laserschutzbrillen sicherstellen, dass sie nicht in den Strahl blicken, da dieser aufgrund der Eigenschaften der (Laser-)Schutz- bzw. Justierbrille nicht sichtbar ist. Darüber hinaus müssen nicht nur die Schutzbrillengläser, sondern auch deren Gestell, das die Augen vollständig überdecken muss, die Zeitbasis lang standhalten. Keine der heute auf dem Markt befindlichen Schutzbrillen kann diese Anforderungen bei Direktbestrahlung tatsächlich erfüllen. In bestimmten Fällen ist dies auch bei herkömmlichen Lasern schon der Fall gewesen, die im Bereich von unter 5 kW maximaler Ausgangsleistung lagen.

**[0006]** Es ist daher notwendig, eine grundsätzlich neue Lösung für den Augenschutz und die Beobachtung der Strahlung zu finden. Bei den herkömmlichen Brillen musste die Standzeit 5 s (bzw. 10 s) betragen, da angenommen wurde, dass der Benutzer innerhalb dieser Zeitspanne die Gefahr erkennt und durch eine Abwendreaktion, z. B. Verlassen des Gefahrenbereichs, der Gefahr entkommen kann, ohne dass seine Augen dauerhaften d. h. irreversiblen Schaden genommen haben. Es besteht jedoch immer ein Risiko, dass Benutzer die Gefahr nicht als solche interpretieren und Schäden aufgrund von Fehleinschätzungen erleiden. Dies ist insbesondere der Fall, wenn nicht wahrnehmbar ist, dass die Schutzbrille bereits vorge-

schädigt ist, und ihre Schutzwirkung nicht mehr oder nur eingeschränkt besteht.

**[0007]** In DE 10 2004 040 148 A1 ist eine Lichtschutzbrille beschrieben, die durch mindestens eine Kamera und mindestens eine elektronische Anzeigeeinheit zur Darstellung eines aufgenommenen Bildes vor dem Auge eines die Lichtschutzbrille tragenden Benutzers eingerichtet, wobei die Lichtschutzbrille zur Kapselung der Augen dient. Darüber hinaus hat die Kamera Mittel zum automatischen Einstellen der Bildschärfe und benützt Bildbearbeitungsmittel zur automatischen Regelung der Lichtintensität ausgewählter Bildpunkte, und ggf. auch eine Fernsteuerung zur Einstellung z. B. einer Vergrößerung. Eine Kamera kann zur Detektion von Nahinfrarotstrahlung ausgebildet sein.

**[0008]** Demnach wäre jede HMD-(Head Mount Display) oder HUD-(Head Up Display)Einheit mit einer Kamera eine solche Lichtschutzbrille, da jede Kamera ohne IR Filter diese Eigenschaften hat. Insbesondere ist die Frontfläche und sind die Seiten der Kapselung der Augen der Lichtschutzbrille, die aus DE 10 2004 040 148 A1 bekannt ist, vorzugsweise lichtabsorbierend und kaum reflektierend. Hochleistungslaser zerstören eine solche Kapselung daher sofort, und derartige Kapselungen können die Schutzdauer von 5 Sekunden nicht gewährleisten.

**[0009]** Eine solche Lichtschutzbrille entsprechend DE 10 2004 040 148 A1 kann also nicht als Ersatz für die herkömmlichen Laserschutz- und Justierbrillen zum Einsatz kommen, weil die Überblendung des Umgebungsbildes durch Laserstrahlung insbesondere bei Hochleistungslasern nicht vermieden werden kann. Eine solche Lichtschutzbrille ist als Ersatz von herkömmlichen passiven und aktiven Schweißerschutzfiltern nicht geeignet, weil bei einer solchen Lichtschutzbrille nach DE 10 2004 040 148 A1 praktisch immer die Überblendung des Umgebungsbildes gegeben ist. Eine Kamera, die ein Mittel zum automatischen Einstellen der Bildschärfe, der Belichtungszeit und/oder Blende hat, ist dazu nicht ausreichend. Auch würde nach [0017] aus DE 10 2004 040 148 A1 eine Schwarz-Weiß-Kamera zur Detektion von sichtbarer bis naher Infrarotstrahlung mit mindestens einer Anzeigeeinheit zwar dem Benutzer neben dem mit den Augen ohnehin sichtbaren Strahlen auch unsichtbare Infrarotstrahlen anzeigen. Aber das grundsätzliche Problem bleibt bestehen: Bei Überblendung des Umgebungsbildes kann entweder nur dieses Bild insgesamt durch „automatische Einstellung“ (Anspruch 4, DE 10 2004 040 148 A1) angepasst werden. Die Umgebung eines komplett überblendeten Bildes kann so nicht dargestellt werden, sondern lediglich die Quelle der überblendenden Strahlung. Eine „automatische Regelung der Lichtintensität ausgewählter Bildpunkte oder Bildbereiche des aufgenommenen Bildes“ (Anspruch 5, ibi-

dem) ist zwar die theoretische Lösung dieses Problems, jedoch ist dies praktisch nicht umsetzbar, da in DE 10 2004 040 148 A1 kein Verfahren beschrieben wird, wie die Bildpunkte oder Bildbereiche automatisch ausgewählt werden sollen, die abgeblendet oder abgedunkelt oder sonst wie angepasst werden sollen, im Unterschied zu denjenigen, die nicht abgeblendet oder abgedunkelt werden sollen.

Technische Lösung:

**[0010]** Die Technische Lösung dieser Probleme ist ein Visualisierungsverfahren, bei dem das Bild, das dem Betrachter zur Verfügung gestellt wird, aus der Überlagerung von zwei oder mehreren Quellen zustande kommt. Dabei sind die einen Quellen zur Darstellung der Umgebung ausgelegt und weitere Quellen zur Darstellung der Strahlung, vor der geschützt werden soll. Der Input für diese Quellen können diverse (selektive) Detektoren oder auch Kameras sein. Diese Quellen werden einzeln bewertet und dann durch einen entsprechend vorteilhaften Algorithmus oder sonst wie überlagert. Da mehrere ggf. spezifische Quellen zur Visualisierung einzelner Strahlungsanteile (z. B. für die Umgebungsstrahlung und davon getrennt die gefährdende Strahlung) zur Verfügung stehen, kann eine Quelle auch gezielt (z. B. durch einen angepassten Filter oder durch einen spezifisch empfindlichen Sensor) vor einer bestimmten Strahlungsart geschützt werden, die dann vorteilhafterweise von der anderen Quelle erfasst wird. Insbesondere kann eine Quelle hoher Strahlungsintensität entsprechend stark bei ihrem Auftreten abgedunkelt werden, indem beim Überschreiten eines Helligkeitswertgrenzwerts auf eine andere Kamera (bzw. Bild-Quelle) mit entsprechen hoher Abblendleistung (z. B. Shutter oder Blende) umgeschaltet wird. So wird dem Benutzer ein Signal zur Verfügung gestellt, dass ihm anzeigt, dass eine Gefährdung seiner Augen vorliegt, damit er die Gefährdung durch Sicherungsmaßnahmen abwenden kann, z. B. Reduzierung der Laserleistung, Vergrößerung des Sicherheitsabstand oder auch ggf. Verlassen des Gefahrenbereichs. Bzw. bei starken Lichtquellen, wie z. B. Lichtbögen oder Plasmen, kann durch die starke Abblendleistung einer weiteren Kamera die Sichtbarkeit des Arbeitsbereichs ermöglicht werden.

**[0011]** Bei schwachen Lasern geschieht dies durch Anbringung einer Erfassungseinheit auf herkömmlichen Laserschutz- bzw. Justierbrillen, die ähnlich einem Dosimeter ein Warnsignal bei Überschreitung einer Grenzintensität, die sich an den MZB-Werten orientiert, ausgibt. Diese Erfassungseinheit kann sowohl gleichzeitig außen auf dem Brillengestell bzw. als auch an oder hinter den Gläsern angebracht sein. Außen kann die auf die Gläser auftreffende Laserintensität bestimmt und mit der Maximalintensität, denen die Gläser standhalten, verglichen werden. Bei Anbringung an den Gläsern kann die Durchgangsin-

tensität gemessen werden. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn die Laserwellenlänge moduliert wird oder differiert und der Filter nicht auf solche Veränderungen hin ausgelegt ist. Die Erfassungseinheit innerhalb des Brillengestells sorgt letztlich dafür, dass die Strahlung, die auf das Auge trifft, die MZB-Werte tatsächlich nicht überschreitet. Diese Lösung entspricht einer Nachrüstung verfügbarer Laserschutz- und Justierbrillen, die lediglich für das nicht direkte Blicken in den Strahl ausgelegt sind. Jedoch kann nicht immer davon ausgegangen werden, dass das direkte Blicken in den Strahl ausgeschlossen ist; z. B. bei Wartungsarbeiten oder bei wissenschaftlichen Tätigkeiten, die den Umgang mit dem direkten Strahl erfordern.

**[0012]** Viele optisch matt und diffus erscheinende Oberflächen reflektieren Laserstrahlen mit hohen gerichteten Anteilen. Bei der Bearbeitung von Metallen ist dies sowieso der Fall. Wenn also die Gefahr besteht, dass der Strahl direkt oder gerichtete Anteile auf den Augenschutz fallen können, sind besondere Vorsichtsmaßnahmen bei den oben geschilderten hochbrillanten Lasern erforderlich.

**[0013]** Dazu werden die Augen erfindungsgemäß allseitig von einem doppelwandigen Schutzvolumen umgeben, vgl. **Fig. 1**, das auf der Außenseite eine die Laserstrahlung absorbierende Beschichtung hat, z. B. eine Schwärzung, sofern das Material nicht selbst ein die Laserstrahlung gut absorbierendes Material ist. Diese äußere Schicht ist so ausgelegt, dass sie von der Laserstrahlung leicht perforiert werden kann. Innerhalb des Schutzvolumens ist dieses mit einer reflektierenden Beschichtung versehen, sofern das Material nicht selbstgut reflektierend ist. Die innenliegende Schicht ist so ausgeführt, dass sie aufgrund ihrer hohen Reflexion und aufgrund ihrer sonstigen Materialeigenschaften der Laserstrahlung möglichst lange standhält, z. B. ein perfekter Spiegel auf einem Substrat mit hohem Schmelzpunkt, guter Wärmeleitung und hoher Wärmekapazität oder ein entsprechender Werkstoff, z. B. Aluminium. Der Innenraum des doppelwandigen Volumens ist völlig licht- und strahlungsdicht ausgeführt. In ihm befindet sich eine Erfassungseinrichtung die für die spezifische Strahlung ausgelegt ist, z. B. für die Strahlung innerhalb der Laseranlage. Diese Erfassungseinrichtung ist also in der Regel ausgelegt auf sichtbares Licht oder schmalbandigere Strahlung wie in optischen Laboren oder Fotolabordunkelkammern und für die Laserstrahlung, falls innerhalb der Anlage keine sonstige Strahlung freigesetzt wird, z. B. wenn in optischen Laboren in Dunkelheit gearbeitet wird. Für den Aufbau vgl. **Fig. 2**.

**[0014]** Perforiert nun der Laser die leicht zerstörbare Außenwand, so dringt die Umgebungsstrahlung bzw. die Laserstrahlung in das vormalig strahlungsdichte Volumen ein. Eine Erfassungseinrichtung detek-

tiert diese Strahlung und gibt ein Signal (z. B. akustischer Warnton) an den Benutzer aus oder setzt über ein sonstiges Signal [z. B. Sicherheits(funk)signal] die Laseranlage in den Not-Aus oder schaltet sonst wie die Laserstrahlung ab.

**[0015]** Um den Tragekomfort des Volumens zu erhöhen, kann dieses durch optisch hinterschneidende Schlitze durchbrochen sein, die für einen Luftwechsel ausgelegt sind. Die Hinterschneidungen sind dabei so eingerichtet und ausgebildet, dass der direkte oder gestreute Strahl nicht zu den Augen gelangen kann also entsprechend einer nicht zu überwindenden optischen Schikane, vgl. **Fig. 3**.

**[0016]** Um dem Benutzer eine Orientierung zu erlauben, wird eine Visualisierungseinheit verbaut, wie sie bei herkömmlichen Virtual-Reality-Brillen üblich ist. Mit solchen Brillen lässt sich für die Augen der visuelle Effekt erzeugen, eine reale Umgebung zu betrachten. Da jedoch durch die Verwendung einer solchen Visualisierungseinheit die visuellen Daten als digitale Bilddatensätze vorliegen, können diese entsprechend bearbeitet, manipuliert und für eine spätere Auswertung gespeichert werden. Bei VR-Brillen werden z. B. der realen Umgebung noch weitere Gegenstände eingefügt. Für die erfindungsgemäße Anwendung wird der Strahlpropagationsweg des Lasers oder des Schweißlichtbogens dem digitalen Bilddatensatz hinzugefügt. Um diesen als digitalen Bilddatensatz verfügbar zu machen, wird dieser mit einem für den jeweils eingesetzten Laser sensitiven Digitalchip echtzeitig aufgezeichnet. Durch Anpassung der Helligkeit dieses digitalen Bilddatensatzes (eine Quelle) im Vergleich zum digitalen Bilddatensatz der realen Umgebung (andere Quelle) kann ein Überstrahlen und damit eine Irritation des Benutzers vermieden werden. Bei Einsatzgebieten, wo bisher eine Laserschutzbrille zum Einsatz kam, kann auf die Visualisierung der Strahlpropagation ggf. verzichtet werden.

**[0017]** Ansonsten werden die Methoden zur Stromversorgung, z. B. Kabel oder Akku an Kopfband oder Hüftgürtel, zur Zuleitung von Tonsignalen mittels Mikrofon zum Ohr des Benutzers, wie bei herkömmlichen VR-Brillen entsprechend dem hier vorliegenden erfindungsgemäßen Anwendungsfall angepasst.

## ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### Zitierte Patentliteratur

- US 5828437 [0004]
- DE 102004040148 A1 [0007, 0008, 0009, 0009, 0009, 0009, 0009]

### Zitierte Nicht-Patentliteratur

- DIN EN 169 [0002]
- DIN EN 379 [0002]
- DIN EN 207 [0003]
- DIN EN 208 [0003]
- DIN EN 207 (208) [0004]

**Patentansprüche**

1. Visualisierungsverfahren und Augenschutzvorrichtung **dadurch gekennzeichnet**, dass echtzeitige visuelle Daten aus der realen Umgebung kombiniert mit visuellen Daten der Strahlpropagation einer davon spektral unterschiedlichen Strahlung angepasst überlagert werden und dass die Augen von einem doppelwandigen, licht- und strahlungsdichten Volumen allseitig umschlossen werden.

2. Visualisierungsverfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass die spektral unterschiedliche Strahlung durch einen selektiv sensitiven Detektor aufgenommen und den visuellen Daten aus der realen Umgebung insbesondere durch Bildbearbeitung überlagert wird.

3. Visualisierungsverfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass die spektral unterschiedliche Strahlung durch Bildwandlung insbesondere nach Up/Downconversion von einem-Detektor aufgenommen und den visuellen Daten aus der realen Umgebung angepasst überlagert wird.

4. Visualisierungsverfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass die spektral unterschiedliche Strahlung von den visuellen Daten aus der realen Umgebung durch beispielsweise Spektralbereich-selektive Filter und/oder Spiegel getrennt wird, oder dass der Detektor für die Umgebungsstrahlung selbst entsprechend non-sensitiv ist bzw. durch einen Filter o. ä. non-sensitiv gemacht wird.

5. Augenschutzvorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass die äußere Seite aus einem die Strahlung hochabsorbierenden bzw. andernfalls mit einer hochabsorbierenden Beschichtung versehenen Material gebildet ist, das durch die Strahlung leicht perforiert werden kann.

6. Augenschutzvorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Innenseiten aus einem die Strahlung hochreflektierenden bzw. andernfalls mit einer hochreflektierenden Beschichtung versehenen Material gebildet sind, und die innere Seite aus einem thermisch durablen Material gebildet ist.

7. Augenschutzvorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass innerhalb des licht- und strahlungsdichten Volumens eine für die Strahlung der Umgebung sensitive, und falls dort keinerlei Strahlung vorliegen sollte, mit einer für die (Laser-)strahlung sensitive Erfassungseinheit vorgesehen ist, die bei Perforierung des Volumens ein Signal zur Verfügung stellt, dass eine Schutzmaßnahme einleitet.

8. Augenschutzvorrichtung nach Anspruch 4 **dadurch gekennzeichnet**, dass das System ein akustisches oder optisches Signal dem Benutzer oder

als elektrisches oder funkbasiertes Signal der Anlage zur Einleitung einer Schutzmaßnahme bereitgestellt wird.

9. Augenschutzvorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Erfassungseinrichtung der Intensität der Strahlung außerhalb, innerhalb oder verbunden mit dem Schutzglas- oder filter einer konventionellen Schutz- oder Justierbrille angebracht ist, um bei Überschreitung der zulässigen und unschädlichen Werte maximal zugänglicher Bestrahlung eine Schutzmaßnahme gemäß Anspruch 7 und 8 einzuleiten bzw. nach Anspruch 1 und 2 bis 4 auch für Bildschirme adaptierbar ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer beigefügten Figuren erläutert.

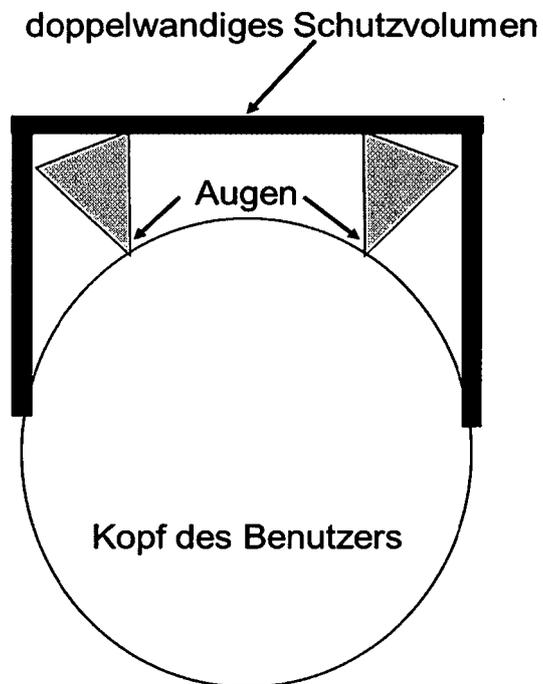


Fig. 1: Aufsicht auf die Augenschutzvorrichtung

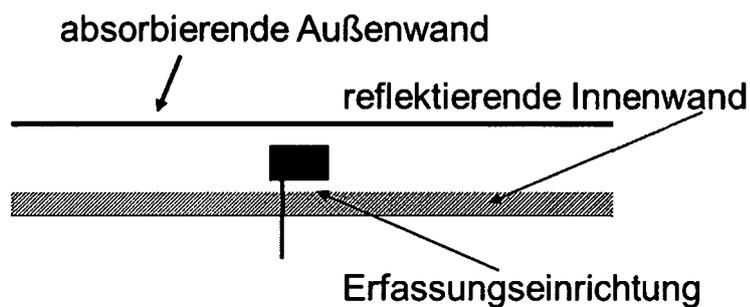


Fig. 2: Aufsicht auf das doppelwandige Schutzvolumen



Fig. 3: Beispiele für Lüftungsschlitze ausgeführt als optisch hinterschneidende Schikanen