



(10) **DE 10 2014 220 798 A1** 2016.04.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 220 798.3**

(22) Anmeldetag: **14.10.2014**

(43) Offenlegungstag: **14.04.2016**

(51) Int Cl.: **C03C 17/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:

Scheuten S.à.r.l., Venlo, NL

(74) Vertreter:

Jostarndt Patentanwalts-AG, 52074 Aachen, DE

(72) Erfinder:

**Geyer, Volker, 52222 Stolberg, DE; Rögels, Theo,
Venlo, NL**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

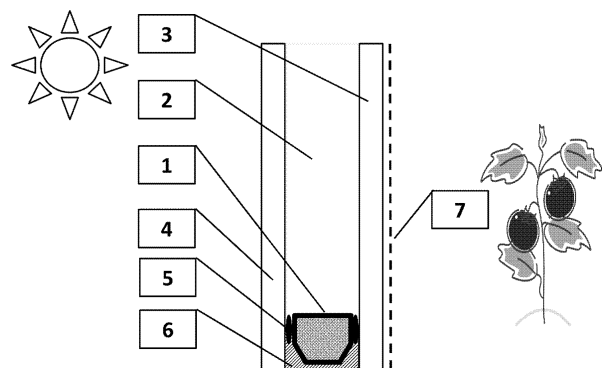
US	6 284 383	B1
EP	0 008 718	A1
EP	1 872 652	A1
WO	01/ 58 250	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Hydrophil beschichtetes Isolierglas für Gewächshäuser**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein innenseitig hydrophil beschichtetes Isolierglas für Gewächshäuser und eine Gewächshaussystem, das ein derartig beschichtetes Isolierglas umfasst.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein innenseitig hydrophil beschichtetes Isolierglas für Gewächshäuser und eine Gewächshaussystem, das ein derartig beschichtetes Isolierglas umfasst.

[0002] Die Verwendung von Isolierglas für Gewächshäuser ist grundsätzlich bekannt. Aufgrund steigender Heizenergiekosten wird es auch im Gewächshausbereich mit seinen großen Glasflächen zunehmend finanziell attraktiv, Isolierglas einzusetzen.

[0003] Neben den hohen Gestehungskosten besitzen Isoliergläser allerdings den Nachteil, dass sie eine geringere Lichtdurchlässigkeit besitzen und damit mit einem verminderten Ertrag einhergehen.

[0004] Isoliergläser besitzen den Vorteil, dass die Kondensation von Wasser auf der Innenseite des Gewächshauses reduziert wird, da die Scheiben bei kühler Witterung und insbesondere in der Nacht nicht so stark abkühlen. Dadurch kann eine für die Pflanzen vorteilhaft erhöhte Luftfeuchtigkeit realisiert werden.

[0005] Es hat sich aber in der Anwendung gezeigt, dass trotz der verbesserten Wärmedämmung von Isolierglas, dessen Verwendung im Gewächshausbereich zur Kondensation von Feuchtigkeit auf der Innenoberfläche führt. Diese Kondensation ist durch die extrem hohe Luftfeuchtigkeit zu erklären, wie sie in einem Gewächshaus mit Isolierglas erreicht werden kann. Die Feuchtigkeitskondensation wird nicht nur bei kühler Witterung, oder des Nächtens beobachtet sondern auch über Tag. Die kondensierte Feuchtigkeit (wenn in Tropfenform auf der Innenseite des Isolierglases anwesend) reduziert die Lichttransmission und damit das Pflanzenwachstum. Darüber hinaus können im ungünstigsten Fall Tropfen, von den dachseitigen Glasflächen auf die Pflanzen herabfallen und gerade bei Pflanzen wie Tomaten nachteilig für das Wachstum und die Pflanzengesundheit sein.

[0006] Es ist hierbei zu betonen, dass gerade Isolierglas ein komplexes System mit vielen Einzelkomponenten wie Gläser, Beschichtung, Abstandsrahmen oder Gasfüllung darstellt, wobei die Einzelkomponenten sich je nach Ausgestaltung wechselseitig beeinflussen können. Da zudem Gewächshaussysteme bezüglich des Glases komplexe und teilweise konträre Erfordernisse mit sich bringen, wie Sicherheit, Lichtdurchlässigkeit, Wärmedämmung, Kosten oder Lichtdiffusion, stellt die Entwicklung eines verbesserten Isolierglases für Gewächshäuser ein große Herausforderung dar.

[0007] Hier setzt die Erfindung an, der die Aufgabe zugrunde liegt, ein Isolierglas bereitzustellen, welches Nachteile des Standes der Technik überwindet und eine verringerte Lichtreduzierung aufgrund von Kondensation mit den für ein Gewächshaus notwendigen Eigenschaften kombiniert.

[0008] Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch den Gegenstand des Hauptanspruchs gelöst. Spezifische Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der zusätzlichen abhängigen oder unabhängigen Ansprüche.

Zusammenfassung der Erfindung

[0009] In einem ersten Aspekt stellt die Erfindung ein Isolierglas für Gewächshäuser bereit, das aus wenigstens zwei über einen Abstandshalter (1) durch einen luft- oder gasgefüllten Zwischenraum (2) voneinander getrennten Glasscheiben (3, 4) besteht, die im Randbereich hermetisch versiegelt sind (5, 6), wobei auf der gewächshausseitigen Oberfläche des Isolierglases eine chemisch und mechanisch beständige hydrophile Schicht (7) angeordnet ist.

[0010] Wie die Erfinder herausgefunden haben, kann bei einem im Gewächshaus verwendbaren Isolierglas das Problem der innenseitigen Kondensation in überraschend guter Weise durch eine chemisch und mechanisch beständige hydrophile Schicht verhindert werden.

[0011] Hierbei werden Tropfen in ihrer Form flach ausgebreitet und/oder bilden einen Wasserfilm auf der Glasoberfläche. Diese vorteilhaften Kondensationsereignisse treten sogar bei den schräg oder sogar horizontal gelegenen Glasflächen auf, bei denen die Gefahr der Tropfenbildung besonders groß ist.

[0012] Bei der erfindungsgemäßen Beschichtung zeigte sich, dass sich die auskondensierende Feuchtigkeit leichter als filmförmige Schicht auf der Oberfläche anlagert. Eine solche Ausbildung eines Wasserfilms erleichtert die Verdunstung des Wassers und damit die rasche Wiederherstellung einer nahezu wasserfreien Ober-

fläche. Damit werden entsprechend schnell die von dem Isolierglas vorgegebenen optimalen Wachstumsbedingungen wieder hergestellt.

[0013] Im Vergleich zu einem unbeschichteten Glas verbessert die hydrophile Innenbeschichtung die Wachstumsbedingungen in deutlicher Weise.

[0014] Eine solche hydrophile Beschichtung zeigt überraschender Weise trotz der dauerhaft vorhandenen, extrem hohen Feuchtigkeit, wie sie in Gewächshäusern mit Isolierglas zu beobachten ist, keine feuchtigkeitsbedingten Funktionsverluste.

[0015] Von Vorteil ist auch die Tatsache, dass es zahlreiche Strategien und Substanzen zur Herstellung hydrophiler Beschichtungen gibt, die gezielt anhand der konkreten Erfordernisse eingesetzt werden können.

[0016] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass hier die Möglichkeit einer hydrophilen Nachrüstung gegeben ist. Ein bereits existierendes Isolierglasgewächshaus kann durch entsprechende hydrophile Behandlung der Innenflächen in entscheidender Weise verbessert werden.

[0017] Eine solche innenseitig gut zugängliche Beschichtung kann auch nach dem Einbau erneuert oder modifiziert werden.

[0018] Letztendlich stellt auch das Aufbringen einer solchen hydrophilen Beschichtung eine kostengünstige und einfach durchzuführende Maßnahme dar.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0019] Das Isolierglas kann aus zwei, drei oder mehr Scheiben aufgebaut sein. Bevorzugt ist ein aus zwei Scheiben aufgebautes Isolierglas, da es einen guten Kompromiss zwischen erforderlicher Wärmedämmung und Kostenaufwand darstellt.

[0020] In einer Ausführungsform der Erfindung kann der gas- oder luftgefüllte Scheibenzwischenraum auch darin eingebettet eine Polymerfolie oder Polymerplatte aufweisen, die sich bevorzugt bis zu den Randbereichen des Isolierglases erstreckt und in besonders bevorzugt an den Randbereichen abgedichtet ist. In dieser Ausführungsform enthält das Isolierglas eine zusätzliche Polymerscheibe, die als Folie oder Platte ausgestaltet sind. Als Polymere ist hierbei Polyacrylat oder Polykarbonat bevorzugt.

[0021] Als hydrophile Schichten kommen grundsätzlich alle dem Fachmann bekannten Schichten infrage, soweit sie einerseits die erforderlichen Eigenschaften wie hohe Transmission im sichtbaren und infraroten Spektralbereich und Farbneutralität in der Durchsicht und in der Reflexion, und andererseits die erforderliche chemische und mechanische Beständigkeit aufweisen.

[0022] Bei dem erfindungsgemäßen Isolierglas nach kann die hydrophile Schicht in einer Ausführungsform auf dem Glas selber aufgebracht sein, oder auf einer Folie angeordnet ist, die auf der gewächshausseitigen Oberfläche des Isolierglases auflaminiert ist.

[0023] In einer Ausführungsform der Erfindung basiert die hydrophile Schicht auf anorganischen Substanzen, bevorzugt Oxide oder organischen Polymeren oder Gemischen hieraus.

[0024] Als Oxide sind hierbei SiO, SiO₂, TiO₂ oder WoO bevorzugt.

[0025] Zum Aufbau der hydrophilen Schicht können alle Polymere verwendet werden, die polare oder elektrisch geladene funktionelle Gruppen tragen und von daher an ihrer Oberfläche Wasserstoffbrücken mit den Wassermolekülen ausbilden können. Als Ergebnis können sich dadurch Wasser aufnehmen, so dass die bei der Wasser-Kondensation entstehenden feinen Wassertröpfchen innerhalb von kurzer Zeit von der Schicht aufgenommen werden.

[0026] Geeignete hydrophile Polymere umfassen Polyacrylat und andere Polyelektrolyte, Polyacrylamide, Polyurethane und Polyester (insbesondere auf Basis von Maleinsäureanhydrid-Monomeren. Als polare funktionelle Gruppen können auch Amingruppen enthalten sein. Entsprechende Amin-funktionellen Polymere beinhalten Polyallylamin (PAAm), Polyallylamin-Hydrochlorid (PAH), Polyethylenimin (PEI), und N-substituiertes Polyethylenimin.

[0027] In einer bevorzugten Ausführungsform wird als hydrophiles Polymer ein Polyurethan-Polymer verwendet, das Oxyethylenketten enthält und eine Wasseraufnahmekapazität von zwischen 10 und 40% aufweist darüber hinaus eine nichtionisches, Oxyethylenketten-haltiges Tensid enthält. Entsprechende Polymere und daraus gebildete hydrophile Beschichtungen sind in der EP 2 062 881 A1 beschrieben, die hiermit als Referenz eingeführt wird und somit als Teil der Offenbarung gilt.

[0028] Es könne zudem auch natürliche Polymere bevorzugt in modifizierter Form eingesetzt werden, wie beispielsweise Polysaccharide, Polypeptide und Copolymere hiervon. Bevorzugt ist hier ein Stärke-basiertes Polymer. Dieser Stärkebasierender Werkstoff ist bevorzugt ein Hydrolysat eines Stärke-Acrylnitril Propfpolymeres oder ein Stärke-Acrylat-Polymer.

[0029] Auch die Verwendung von Polymeren auf Zellulosebasis ist möglich, so kann hier ein Cellulose-Acrylnitril-Propfpolymer oder Carboxymethylcellulose eingesetzt werden.

[0030] Weiterhin sind die folgenden Polymere für die hydrophile Beschichtung einsetzbar: Polyacrylamid, Polyether wie beispielsweise Polyacrylate, Polyacylalkylenimin, Polyalkylenoxid-Polycarbonsäure-kreuzvernetztes Produkt, Polyallyldiglycolcarbonat (CR39, PADS), Polycarbonat, Polycycloolefin, Poly(ethylen-alt-maleinsäure), Polyethylenoxid, Polyethylenoxid-Co-Polypropylenoxid Block-Copolymer, Polyethersulfon, Polyethylenglykol oder Polyethylen-Glykol-Diacrylat, Polyhydroxyalkylacrylate wie bspw. (Homo)polymere aus Hydroxyethylmethacrylat (HEMA), Hydroxyethylacrylat, Hydroxypropylacrylat, Polyethylenterephthalat (PET), Polyimine, Poly(N,N-Dialkylacrylamid), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polyole, Polyoxazolin, Polysorbate, Polythiourethan, Polyvinylalkohol, Polyvinylacetal, Polyvinylacetat, Poly(vinylether), Polyvinylpyrrolidon, Polyvinylpyridin, Polyurethan, ein kreuzvernetztes Polyurethanharz, das durch Reaktion von Polyisocyanat mit Polyetherpolyol oder Polyesterpolyol herstellbar ist, Styrolacrylnitril oder Triacetylacetat. Hierunter zählen auch Gemische oder Kopolymere aus zwei oder mehr der vorab aufgeführten Polymere.

[0031] Geeignet für eine hydrophile Beschichtung sind insbesondere polyionische Moleküle wie Polyallylammonium, Polyethylenimin, Polyvinylbenzyltrimethylammonium, Polyanilin, Sulfoniertes Polyanilin, Polypyrrol, Polypyridinium, Polythiophen-Essigsäuren, Polystyrol-Sulfonsäuren, Polymere und Copolymere von Zwitterionen und Salze hiervon.

[0032] In einer Ausführungsform der Erfindung besteht die zur Beschichtung verwendete Zusammensetzung aus einem UV-härtbaren Gemisch, das 70–95 Gew.-% eines Gemisches aus Polyalkylenoxid-di(meth)acrylaten umfasst. Derartige Zusammensetzungen sind in der Europäischen Patentanmeldung EP 1 118 646 A1 beschrieben, deren Offenbarung hiermit vollumfänglich in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird.

[0033] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung besteht die zur Beschichtung verwendete Zusammensetzung aus einem UV-härtbaren Gemisch, das 40–80 Gew.-% eines Acrylat oder Methacrylat-Monomeren, 20 bis 60% Gew.-% eine kurzkettigen Acrylatester oder Methacrylatester-Monomeren, ein Vernetzungsreagenz und einen Polymerisationsinitiator umfasst. Derartige Zusammensetzungen sind in dem US-Patent Nr. 5,480, 917 beschrieben, deren Offenbarung hiermit vollumfänglich in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird.

[0034] Hydrophile Polymere und entsprechende Verfahren zur Ausbildung hydrophiler Schichten sind in ebenfalls in der EP 1944 277 A1 und der EP 2 256 153 A1 beschrieben. Diese Dokumente werden hiermit als Referenz eingeführt und gelten somit als Teil der Offenbarung.

[0035] Die hydrophile Polymerbeschichtung kann zudem auf eine nanostrukturierte Oberfläche aufgebracht werden, wie sie eigentlich für hydrophobe Oberflächen typisch ist. Hierdurch kann eine strukturell als hydrophob ausgebildete Glasoberfläche in ihrer Eigenschaft invertiert werden. Ein entsprechendes Beschichtungsverfahren und dazu geeignete Polymere sind Gegenstand der US-Anmeldung US 2008/0199657 A1, deren Offenbarung hiermit vollumfänglich aufgenommen wird.

[0036] In einer Ausführungsform der Erfindung umfasst die Beschichtung ein Polymer und eine anorganische Substanz. Bevorzugterweise werden hierbei 95–99.5 Gew.-% eines Polymers aus der Gruppe enthaltend, Hydroxypropylcellulose, Polyvinylalkohol, Polyvinylacetal, Polyvinylpyrrolidon, Polyvinylacetat und 0.5–5 Gew.-% einer anorganischen Siliciumverbindung, die bevorzugt amorphes Silicium ist. Derartige Verbindungen werden in der EP 1 477 466 A1 offenbart, deren Offenbarung vollumfänglich in die vorliegende Anmeldung aufgenommen ist.

[0037] Die hydrophile Beschichtung kann auch aus mehreren Einzelschichten aufgebaut sein. Hierbei kann durch eine entsprechende Unterschicht eine gute Adhäsion an die Glasoberfläche erzielt werden. Eine hydrophile Oberschicht verleiht dann der Oberfläche hydrophile Eigenschaften. Vorteilhaft hierbei ist, dass die jeweiligen Schichten jeweils spezifisch an die Erfordernisse angepasst sind. Die Unterschicht ist primär auf die Adhäsion und die Oberschicht primär auf die Hydrophilie eingestellt, so dass hierdurch superhydrophile Schichten mit hoher Haltbarkeit und Abriebfestigkeit erzeugt werden können.

[0038] Der mehrschichtige Aufbau kann auch durch die abwechselnde Ablagerung von Polykationen und Polyanionen erzeugt werden. So kann das Glas durch eine erste Silanbehandlung eine positiv geladene Oberfläche erhalten, die dann in eine Lösung mit einem Polyanion getaucht wird und anschließend in eine Lösung mit einem Polykation getaucht wird. Die Dicke und die Konformation der jeweiligen Polymereinzelschichten können hierbei durch die Chemie und die Konzentration der Ablagerungslösung bestimmt werden. Entsprechende Beschichtungen sind in dem US Patent Nr. 5,208,111 beschrieben, dessen Offenbarung hiermit vollumfänglich in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird.

[0039] In einer Ausführungsform der Erfindung weist die Beschichtung eine Unterschicht auf, die auf TiO_2 basiert und die mit einer dünnen hydrophilen Außenschicht überzogen wird. Diese hydrophile Außenschicht sollte eine hohe Dichte an Hydroxylgruppen tragen und dementsprechend ist eine Silika-basierende Schicht bevorzugt, die insbesondere mit Aluminium- oder Zirkoniumatomen dotiert ist. Entsprechend aufgebaute Beschichtungen sind Gegenstand der US-Anmeldung US 2008/0241479 A1, deren Offenbarung hiermit vollumfänglich in die vorliegende Anmeldung aufgenommen ist.

[0040] Weiterhin ist es auch möglich, dass die Beschichtung ein photokatalytisches Halbleitermaterial wie Titandioxid, ZnO , SnO_2 , SrTiO_3 , WO_3 , Bi_2O_3 oder Fe_2O_3 umfasst, das durch UV-Anregung in eine hydrophile Beschichtung umgewandelt wird. Derartige hydrophile Beschichtungen sind Gegenstand der EP 1 712 531 A2, deren Offenbarung hiermit vollumfänglich in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird.

[0041] In einer Ausführungsform der Verbindung kann die hydrophile Beschichtung durch eine stabile und glatte Schicht aus gleichförmig verteilten gesinterten Metalloxiden gebildet werden. Als Metalloxide werden hierbei bevorzugt ZnO , SiO_2 , Rutil- TiO_2 , oder Anatas- TiO_2 eingesetzt. Eine derartige Beschichtung kann beispielsweise gemäß der PCT-Anmeldung WO2009/092664 hergestellt werden, wobei das Glas mit einem Film aus Metalloxid-Nanopartikeln, die durch einen organischen Binder vernetzt sind, beschichtet wird. In einem anschließenden Heißsinterprozeß wird der organische Binder zersetzt und die Nanopartikel zu einer gleichförmig aufgebauten Schicht gesintert. Die oben aufgeführte PCT-Anmeldung wird hiermit als Referenz eingeführt und gilt somit als Teil der Offenbarung.

[0042] In einer weiteren Ausführungsform umfasst die hydrophile Beschichtung ein Gemisch aus porentragenden anorganischen Feinpartikeln und einem anorganischen Oxid als Binderkomponente. Bevorzugt ist diesem Gemisch ein organisches Polymer als weitere Binderkomponente beigelegt. Die anorganischen Feinpartikel bestehen bevorzugt aus einem Metalloxid wie ZnO , SnO_2 , SiO_2 , TiO_2 , Ce_2O_3 , ZrO_2 , Fe_2O_3 oder Zeolith, aus einem Metallcarbid wie SiC oder aus einem Metallnitrid wie Si_3N_4 . Entsprechende Beschichtungen sind Gegenstand der Europäischen Anmeldung EP 2 698 246 A1, deren Offenbarung hiermit vollumfänglich in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird.

[0043] Die kovalente Anbindung der hydrophilen Polymere kann nach üblichen, dem Fachmann bekannten Methoden erfolgen, wie z.B. in WO 2007/021180 beschrieben. Dieses Dokument wird hiermit als Referenz eingeführt und gilt somit als Teil der Offenbarung.

[0044] Somit können sowohl konventionelle nasschemische Verfahren, als auch Methoden wie die chemische Gasphasenabscheidung (CVD), Plasmaabscheidung, Plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung (PACVD) oder die Plasmapolymersation eingesetzt werden.

[0045] Auch Silicium-Verbindungen wie Siloxane können als hydrophiles Beschichtungsmaterial verwendet werden.

[0046] Zum Aufbau der hydrophilen Schicht sind auch Siliciumorganische Verbindungen verwendbar. Diese tragen bevorzugt Acryloyl-Gruppen und Sulfonatgruppen. Entsprechende Beispiele sind in der EP 2 256 153 A1 offenbart, deren Inhalt vollumfänglich mit in die Offenbarung der vorliegenden Anmeldung aufgenommen ist.

[0047] Es können auch gemischte Polymere aus Silikonen und organischen Polymeren verwendet werden, wie beispielsweise Acryl-Silikon-Harze, Block-Copolymere aus Silikon und Acrylaten.

[0048] Der Aufbau hydrophiler siliciumorganischer Schichten kann auch in zwei Schritten geschehen. So kann zunächst ein Silanol aufgebracht werden, das hydrolysierbare Gruppen (wie bspw. eine Alkoxy- oder eine Acyloxygruppe) trägt und mit einer weiteren hydrophilen organischen Substanz zu einer hydrophilen Schicht reagiert. Als hydrophile organische Verbindung wird bevorzugt eine hydrophile oberflächenaktive Substanz, die bevorzugt Poly(oxyalkylen)-Gruppen enthält, verwendet. Entsprechende Verbindungen mit ihrer Verwendung sind in der PCT-Anmeldung WO2011/080472 offenbart, die hiermit vollumfänglich mit ihrer Offenbarung als Referenz eingeführt ist und somit als Teil der Offenbarung gilt.

[0049] Mehrschichtige hydrophile Beschichtungen werden auch in der EP 1 923 363 A2 gelehrt, deren Offenbarung hiermit vollumfänglich in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird.

[0050] Zweckmäßigerweise kann die hydrophile Schicht durch die Glasoberfläche selber gebildet werden, insofern sie durch eine entsprechende Behandlung (z.B. Ätzen) eine hydrophile Oberfläche ausbildet. Ein derart hydrophilisiertes Glas weist auch eine vorteilhafte UV-Durchlässigkeit auf, wie sie für die Insekten im Rahmen der Bestäubung erforderlich ist.

[0051] Für das (An)Ätzen der Glasoberfläche stehen dem Fachmann zahlreiche ätzende Substanzen und Gemische zur Verfügung. In bevorzugter Weise wird hierbei ein fluorhaltiges Mittel wie Flußsäure (wässrige Lösung von Fluorwasserstoff), H_2SiF_6 (Hexafluoridokieselsäure) oder H_2TiF_6 verwendet.

[0052] Bei der Oberflächenbehandlung des Glases kann es sich aber auch um eine komplexere strukturelle Änderung der Oberfläche handeln. So kann das Glas durch Ausbilden einer konvexkonkaven Oberflächenstruktur eine hydrophile Oberfläche ausbilden. Diese Struktur weist bevorzugterweise einen Abstand der jeweiligen konvexen bzw. konkaven Strukturen von 0,2 bis 50 μm auf.

[0053] In einer Ausführungsform der Erfindung weist die hydrophil beschichtete Oberfläche des Isolierglases einen Kontaktwinkel gegen Wasser von weniger als 40° , bevorzugt von weniger als 35° und besonders von weniger als 30° auf. Bei diesen erfindungsgemäß auftretenden Kontaktwinkeln ist die Tendenz zur Tropfenbildung stark verringert und das Wasser wird sich leichter als filmförmige Schicht auf der Oberfläche anlagern. Eine solche Ausbildung stark abgeplatteter Tropfen oder eines Wasserfilms erleichtert die Verdunstung des Wassers und damit die rasche Wiederherstellung einer nahezu wasserfreien Oberfläche. Damit werden entsprechend schnell die von dem Isolierglas vorgegebenen optimalen Wachstumsbedingungen wieder hergestellt.

[0054] Bevorzugt werden anorganische Substanzen mit hydrophilen Eigenschaften, insbesondere Oxide oder Oxidgemische wie z.B. SiO , SiO_2 , TiO_2 oder WO verwendet. Diese können zweckmäßigerweise in einer Bindermatrix eingebunden sein. In dieser Form weisen sie materialinhärent eine bessere Langzeitstabilität gegenüber Polymeren auf.

[0055] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die hydrophile Schicht als Antireflexschicht ausgebildet.

[0056] Eine solche Antireflexschicht kann beispielsweise dadurch gebildet werden, dass die hydrophile Schicht als Polymerschicht auf ihrer Oberfläche eine reflexmindernde Nanostruktur aufweist. In bevorzugter Weise erstreckt sich diese Nanostruktur, die insbesondere mittels eines Plasmaätzverfahrens erzeugt werden kann, von der Oberfläche der hydrophilen Polymerschicht bis in eine Tiefe von 50 nm oder mehr in die Polymerschicht hineinragt. Entsprechend nanostrukturierte hydrophile Oberflächen sind aus der WO2008/104150 bekannt, die hiermit vollumfänglich durch Referenz aufgenommen wird.

[0057] Ein erfindungsgemäß verwendbares Plasmaätzverfahren ist aus der Patentschrift DE 10241708 bekannt, deren Offenbarungsgehalt diesbezüglich hiermit durch Referenz aufgenommen wird.

[0058] Eine weitere Möglichkeit zur Ausbildung einer hydrophilen Antireflexschicht ist das Aufbringen von SiO_2 Schichten mit offener oder geschlossener Porosität. Durch Variation der Porosität über die Schichtdicke wird ein Brechungsindexgradient mit AR-Eigenschaften erzielt, wobei der SiO_2 -Anteil der Schicht zu einer Hydrophilisierung führt. Solche Schichten können als Lösung aufgetragen, getrocknet und in einem Vorspannprozess eingebrannt werden, wobei die schlussendlichen Eigenschaften erst nach dem Einbrennen während des Vorspannprozesses erreicht werden. Eine andere Möglichkeit ist das Aufbringen entsprechender Vorläu-

ferschichten auf das Glas durch Vakuumabscheidungsprozesse, wobei die abgeschiedene Schicht oder die Schichten nach dem Tempern (Vorspannen) ihre Funktionalität erreichen. Die Abscheidung von SiO_2 Schichten mit einem Porositätsgradienten (und somit Gradienten im Brechungsindex) kann auch auf einer Weise in einer Vakuumbeschichtungsanlage stattfinden, der Art, dass die entstandene Schicht auch ohne späteres Tempern des Substrates die gewünschten Eigenschaften besitzt. Hierfür sind die gängigen Vakuumabscheidungsverfahren wie PVD, PE-CVD, PACVD, remote plasma CVD etc. geeignet.

[0059] In einer Ausführungsform der Erfindung weist das Isolierglas eine Lichtdurchlässigkeit τ_V gemäß DIN-Norm EN 410 von mehr als 75%, bevorzugt von mehr als 80% und besonders bevorzugt von mehr als 85% auf. Ausführungen von erfindungsgemäßen Isoliergläsern mit niedrigem Eisengehalt in der Glasmasse sowie Anti-Reflexschichten auf den Ebenen 1, 2, 3 und 4 (wobei auf 4 eine AR-Schicht mit hydrophilen Eigenschaften aufgebracht ist) weisen eine Lichtdurchlässigkeit τ_V gemäß DIN-Norm EN 410 von mehr als 83%, bevorzugt von mehr als 85% und besonders bevorzugt von mehr als 90% auf.

[0060] Gerade bei Isolierglas ist die Lichtdurchlässigkeit ein kritischer Parameter. Naturgemäß sinkt bei Verwendung von Mehrfachglasscheiben die Lichtdurchlässigkeit um bis zu 10–15% gegenüber Einfach(float)glas. So führt eine Verringerung der Lichtdurchlässigkeit um 1% zu einer um 1% reduzierten Ernteertrag. Daher können Maßnahmen, die mit einer geringen Verbesserung der Lichtdurchlässigkeit einhergehen, zu deutlichen Ertragssteigerungen führen.

[0061] Dem Fachmann sind zahlreiche Strategien geläufig, um die Lichtdurchlässigkeit des Isolierglases zu steigern. So kann die Glasscheibendicke verringert werden und/oder der Eisenoxidanteil des Glases reduziert werden.

[0062] Besonders vorteilhaft ist die Beschichtung des Glases mit einer Antireflexschicht, da diese die Reflexion der Glasoberfläche deutlich vermindert. So kann beispielhaft durch die Verwendung einer geeigneten AR-Schicht die Reflexion an der Oberfläche des Glases z.B. im sichtbaren Bereich des Sonnenlichtspektrums (380–780 nm) von 4% auf unter 1% gesenkt werden. Dies führt zu einer entsprechenden Lichttransmissionserhöhung um denselben Betrag. Werden beide Seiten eines Glases mit entsprechenden AR-Schichten versehen, kann dies (wie oben dargelegt für eine einseitige Entspiegelung) zu einer Transmissionserhöhung von mehr als 6% führen. Hierbei ist zu beachten, dass Antireflexschichten immer auf einen bestimmten, angestrebten Wellenlängenbereich optimiert sind. Antireflexschichten basierend auf einem Brechungsindexgradienten (z.B. poröse SiO_2 Schichten mit einem Porositätsgradienten) besitzen normalerweise die Eigenschaft einen deutlich größeren Wellenlängenbereich (350 -> 1200 nm) zu entspiegeln als typische Mehrschicht-Interferenzsysteme, wie diese aus dem Brillenglas-Bereich oder aber Architekturglasbereich bekannt sind. Die Reduktion der Reflexion (einseitig) kann hierbei zwischen 1% und nahezu 4% (z.B. 3,5%) liegen, abhängig von der Qualität, Wellenlängenbereich, Ausführungsform und Anforderung an die Beschichtung.

[0063] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das Isolierglas einen τ_{UV} -Wert gemäß DIN-Norm EN 410 von mehr als 10%, bevorzugt von mehr als 40% und besonders bevorzugt von mehr als 60% auf. Die UV-Durchlässigkeit ist für Pflanzenkulturen von Vorteil, die von Insekten bestäubt werden müssen. Diese Insekten benötigen das UV_A -Licht, um die Blüten zu erkennen. Somit wird bei einem erfindungsgemäß UV-durchlässigem Isolierglas die Bestäubung der Pflanzen erleichtert, was mit einem höheren Ertrag einhergeht.

[0064] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist mindestens eine und bevorzugt alle Glasscheiben des Isolierglases einen Eisenoxidanteil (Fe_2O_3) von weniger als 0,05 Gew.-%, bevorzugt von weniger als 0,02 Gew.-%, besonders bevorzugt von weniger als 100 ppm Die ppm-Angaben werden mittels X-Ray Fluoreszenz (XRF) bestimmt (z.B. mit dem Gerät S8 LION der Firma Bruker Nederland BV, Wormer, NL). Ein sehr niedriger Eisenoxidanteil bewirkt bei dem Glas eine hohe Lichttransmission und geringe Eigenfärbung.

[0065] Bei dem Isolierglas weisen die Glasscheiben zweckmäßigerweise eine Dicke im Bereich von 2 bis 10 mm, bevorzugt von 2 bis 6 mm und besonders bevorzugt von 4 mm auf.

[0066] Durch die Dicke der verwendeten Glasscheiben kann die für das Gewächshaus gewünschte Transmission eingestellt werden. Dünnere Glasscheiben ermöglichen dabei eine höhere Transmission. Jedoch sollte bei der Verwendung von dünneren Glasscheiben darauf geachtet werden, dass eine ausreichende mechanische Stabilität der Verglasung erhalten bleibt.

[0067] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Isolierglas auf mindestens einer der Glasscheiben eine dünne Metall- oder Metalloxidbeschichtung auf. Durch eine solche Schicht wird die Emissivität

des Glases verringert. Daher wird sie auch als Low-E Schicht (für low emissivity) bezeichnet. Es ist hierbei anzumerken, dass über die Art der Metall- oder Metalloxidbeschichtung nicht nur die Emissivität, sondern auch der Gesamtenergie-durchlassgrad, der Lichttransmissionsgrad LT, (prozentualer Anteil des durchgehenden Strahlungsbereichs von 380–780 nm), der Lichtreflexionsgrad (prozentualer Anteil des außenseitig reflektierten Strahlungsbereichs von 380–780 nm), der UV-Transmissionsgrad (prozentualer Anteil des durchgehenden Strahlungsbereichs von 280–380 nm) und der Farbwiedergabeindex Ra beeinflusst werden.

[0068] Eine solche Low-E Beschichtung wird bei dem erfindungsgemäßen Isolierglas für Gewächshäuser bevorzugt auf der gewächshausseitigen Scheibe zum Scheibenzwischenraum (SZR) hin aufgebracht.

[0069] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das Isolierglas einen Lichtdiffusionsgrad nach ASTM D 1003 von mehr als 20%, bevorzugt von mehr als 40% und besonders bevorzugt von mehr als 60% auf. Durch ein Isolierglas mit erhöhter Lichtdiffusion kann das Licht auch tiefergelegene Pflanzenteile erreichen und zudem können Verbrennungen an den Pflanzen verhindert werden so dass weniger Maßnahmen zur Abschattung der Pflanzen getroffen werden müssen. So kann gerade bei einem verregneten Sommer mit geringer Sonneneinstrahlung in Gewächshäusern mit diffusem Lichteinlass eine erhöhte Produktivität erzielt werden.

[0070] Dem Fachmann sind zahlreiche Methoden bekannt, um den Lichtdiffusionsgrad bei Gläsern zu erhöhen. Dies kann beispielsweise eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen erreicht werden: Aufrauhung der Glasoberfläche, Einbringen von lichtstreuenden Strukturen während der Glasformgebung, sog. Gussglas gezieltes Anätzen des Glas („satiniertes Glas“) oder Sandstrahlen der Glasoberfläche, eine Milchglasscheibe, Einlagerung von Pigmente in das Glas, Aufbringen von Pigmenten auf die Glasoberfläche, Verwendung von Nörpelglas, Beschichtung der Glasoberfläche mit einer lichtstreuenden Polymerschicht oder Verwendung von lichtstreuenden / streuenden Einlagen im SZR (Scheibenzwischenraum aus Glas oder Polymer (z.B. PMMA oder PC). Falls Verbundglas verwendet wird, so kann zur Erhöhung der Lichtstreuung auch die Verbindefolie lichtstreuende Zusätze oder Eigenschaften aufweisen und somit insgesamt die Lichtstreuung des Verbundglases erhöhen.

[0071] Bei Verbundglas handelt es sich im Rahmen der Erfindung aus einem Laminat aus mindestens zwei Glasscheiben mit mindestens einer Verbindefolie, die bspw. aus Polyvinylbutyral (PVB), Ethylenvinylacetat (EVA) oder Ionomere (siehe Sentryglas der Firma Dupont) besteht.

[0072] Im Rahmen der Erfindung kann somit mindestens eine, aber auch mehrere oder sogar alle Glasscheiben des Isolierglases ein Verbundglas mit lichtstreuender Verbindefolie darstellen.

[0073] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das Isolierglas einen U-Wert gemäß DIN EN 673 von kleiner gleich $3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, bevorzugt von kleiner gleich $1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, besonders bevorzugt von kleiner gleich $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, aufweist. Durch eine entsprechende Verringerung des U-Wertes wird eine bessere Wärmedämmung des Gewächshauses gewährleistet, die mit einem geringeren Energieverbrauch einhergeht. Dies ist angesichts der steigenden Energiekosten ein extrem wichtiger Faktor für eine ökonomisch vorteilhafte Anzucht von Nutzpflanzen.

[0074] Bei dem erfindungsgemäßen Isolierglas sind die Glasscheiben zweckmäßigerweise aus Einscheibensicherheitsglas (ESG) oder teilvorgespannten Glas (TVG). Dadurch wird die Verletzungsgefahr, die gerade bei Gewächshäusern mit Glasdächern ein erhebliches Problem darstellt, entscheidend verringert und aufgrund des harten Glases sind auch große Glasmaße möglich.

[0075] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist bei dem Isolierglas auf der außenseitigen Scheibenoberfläche des Isolierglases eine hydrophobe Schicht angeordnet. Eine solche Schicht verhindert das Benetzen der Glasoberfläche mit Wasser, wobei die Wassertropfen einen hohen Kontaktwinkel aufweisen. Aufgrund der damit geschaffenen wasserabweisenden Oberfläche bilden sich Wassertropfen mit hohem Kontaktwinkel (größer 60°), die dann leicht abrollen können.

[0076] Neben ihrer wasserabweisenden Wirkung zeichnen sich hydrophobe Oberflächen in der Regel durch einen Selbstreinigungseffekt aus, da das Anschmutzen von Oberflächen eng verknüpft ist mit der Benetzbarkeit der Oberfläche durch Flüssigkeit. Zudem wird durch eine hydrophobe Oberfläche eine Korrosion der Oberfläche oder ein Befall mit Mikroorganismen sowie ein Bewuchs mit Algen, Flechten, Moosen und dergleichen verhindert.

[0077] Wie die Erfinder herausgefunden haben, wirkt die hydrophobe Außenbeschichtung in synergistisch vorteilhafter Weise mit der hydrophilen Innenbeschichtung zusammen. So wirken die Außentropfen aufgrund ihrer Form wie Lichtsammler, welche Licht auch unter kleinen Einfallswinkeln in das Gewächshaus hineinleiten. Die hydrophile Schicht auf der Innenseite führt hingegen zu einem Kondensationsfilm, welcher aufgrund des niedrigen Brechungsindex des Wassers wiederum als Antireflexschicht wirkt und das durch die hydrophobe Schicht gewonnene Licht effizient in das Gewächshaus leiten kann.

[0078] Ein solches Zusammenwirken ist auch in idealer Weise an den Tagesrhythmus angepasst. So kommt es in der Nacht durch die Abkühlung sowohl der Außentemperatur als auch der Innentemperatur des Gewächshauses zur Kondensation von Wasser auf der Innen- und der Außenseite des Gewächshauses. Durch das morgendliche (Sonnen)licht kann aufgrund der oben beschriebenen Lupenwirkung der außen positionierten Tropfen mehr Licht eingefangen und besser durch den Wasserfilm auf der hydrophilen Innenseite des Isolierglases in das Gewächshaus eingeleitet werden. Durch den erhöhten Lichteintrag erwärmt sich das Gewächshaus schneller, was zu einer früheren Verdunstung sowohl des Wasserfilms sowohl auf der Innen- als auch auf der Außenseite der Verglasung führt. Insgesamt wird somit das Gewächshaus früher in seinen optimalen „Betriebszustand“ versetzt und die Wirkung der aufgetragenen Antireflexschichten kommt früher zum Tragen, was mit erhöhten Ernteausbeuten gerade auch bei kühlerer Witterung einhergeht.

[0079] Als hydrophobe Schichten kommen grundsätzlich alle dem Fachmann bekannten Schichten infrage, soweit sie einerseits die erforderlichen Eigenschaften wie hohe Transmission im sichtbaren und infraroten Spektralbereich und Farbneutralität in der Durchsicht und in der Reflexion, und andererseits die erforderliche chemische und mechanische Beständigkeit aufweisen.

[0080] Geeignete Beschichtungsmaterialien umfassen hierbei anorganische als auch organische Polymere.

[0081] Als hydrophobe Polymere sind beispielsweise die folgenden Polymere geeignet: Polysiloxan, Perfluorpolyether und andere Fluorpolymere, Polystyrol, Polyoxypropylen, Polyvinylacetat, Polyoxybutylen, Polyisopren, Polybutadien, Polyvinylchlorid, Polyalkylacrylat, Polyalkylmethacrylat, Polyacrylnitril, Polypropylen, Polyethylen, Polytetrahydrofuran (PTHF), Polymethacrylate, Polyacrylate, Polysulfone, Polyvinylether, Poly(propylenoxid) und Kopolymere hiervon.

[0082] Die hydrophobe Schicht kann aus zwei oder mehr Einzelschichten (sog. „Multilayer“) aufgebaut sein. So kann eine hydrophobe Substanz, bevorzugt eine organische Perfluorverbindung, die reaktive Gruppen trägt, an eine Unterschicht gebunden werden, die bevorzugt eine reaktive Silanverbindung, und besonders bevorzugt ein Isocyanat-Silanverbindung, aufweist. Entsprechende hydrophobe Multilayer sind Gegenstand der Europäischen Anmeldung EP 0 759 413 A1, deren Offenbarung hiermit vollumfänglich aufgenommen ist.

[0083] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfasst die zur hydrophoben Beschichtung verwendete Zusammensetzung ein Fluorpolymer, das funktionelle Gruppen trägt, einen Härter, der zur Vernetzung dieses Fluorpolymers geeignet ist, und ein Oligomer einer tetrafunktionellen hydrolysierbaren Silanverbindung. Entsprechende Gemische und daraus gebildete hydrophobe Beschichtungen sind in der EP 0 661 358 A1 beschrieben, die hiermit als Referenz eingeführt wird und somit als Teil der Offenbarung gilt.

[0084] In einer alternativen Ausführungsform wird eine zweischichtige hydrophobe Beschichtung durch Aufbringen einer ersten flüssigen, nicht wässrigen Zusammensetzung umfassend ein Poly(alkoxy(halb)metalloxan) und ein feinteiliges Material erzeugt, auf die dann eine zweite flüssige Zusammensetzung aufgebracht wird, die wenigstens eine fluororganische Substanz mit (Per)fluoralkylgruppen enthält. Entsprechende Gemische und daraus gebildete hydrophobe Beschichtungen sind in der Deutschen Anmeldung DE 102 61 285 A1 beschrieben, die hiermit als Referenz eingeführt wird und somit als Teil der Offenbarung gilt.

[0085] Mit den unterschiedlichen Schichten der hydrophoben Beschichtung können jeweils unterschiedliche Hydrophobierungsstrategien verfolgt werden. So kann die Unterschicht durch Ausbildung von winzigen Vertiefungen und Ausbuchtungen eine raue Oberfläche bilden, die selber bereits im Sinne eines „Lotus-Effekts“ hydrophobe Eigenschaften besitzt. Auf diese raue Schicht kann dann eine Schicht aufgebracht werden, die ein hydrophobes Polymer enthält und damit die Hydrophobizität noch weiter gesteigert werden. Entsprechende Gemische und daraus gebildete hydrophobe Beschichtungen sind in der Europäischen Anmeldung EP 1 449 642 A1 beschrieben, die hiermit als Referenz eingeführt wird und somit als Teil der Offenbarung gilt.

[0086] In einer weiteren Ausführungsform wird bei der hydrophoben Doppelschicht eine Unterschicht durch Sinterung von sphärischen feinen Metalloxidpartikeln erzeugt, auf die dann ein Gemisch aus hydrophobier-

ten feinen Metalloxidpartikeln und einem Metalloxid-Bindemittel aufgebracht wird. Entsprechende Gemische und daraus gebildete hydrophobe Beschichtungen sind in der Europäischen Anmeldung EP 2 116 518 A1 beschrieben, die hiermit als Referenz eingeführt wird und somit als Teil der Offenbarung gilt.

[0087] In einer Ausführungsform der Erfindung ist die hydrophobe Beschichtung so ausgestaltet, dass Wassertropfen leicht abgleiten können. Dies kann beispielsweise durch eine Anordnung erzielt werden, bei der eine rigide, abriebfeste Schicht auf die Glasoberfläche aufgebracht wird, die Vertiefungen und Erhöhungen aufweist und bei der die Vertiefungen mit einer hydrophoben, Wasser-abstoßenden Schicht zumindest teilweise aufgefüllt sind. Eine entsprechende Beschichtung ist Gegenstand der Europäischen Anmeldung EP 1 600 429 A1, die hiermit als Referenz eingeführt wird und somit als Teil der Offenbarung gilt.

[0088] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist eine Antireflexschicht mit inhärent hydrophoben oder aber eine Antireflexschicht, welche mit einer hydrophoben Beschichtung versehen ist, wobei die hydrophobe Schicht so ausgebildet ist, dass die Anti-Reflexeigenschaften der AR-Schicht nur in geringem Maße oder im Idealfall gar nicht beeinflusst werden. So sind typische, nach dem Vorspannen aufgetragene hydrophobe Beschichtungen auf Fluor-Basis so dünn (max. einige nm), dass eine Veränderung der optischen Werte der AR-Schicht nicht zu beobachten ist.

[0089] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die hydrophobe Beschichtung allerdings so ausgestaltet, dass die Wassertropfen nicht direkt abgleiten, sondern zumindest zeitweise auf der Oberfläche verbleiben. Dadurch können die einzelnen Wassertropfen wie eine Lupe wirken und die Lichttransmission verstärken.

[0090] Superhydrophobe Schichten mit sehr großen Kontaktwinkeln (>90 Grad) haben natürlich eine höhere Neigung Wassertropfen abrollen zu lassen als Schichten mit kleineren Kontaktwinkeln. Entsprechend sind die hydrophoben Schichten mit einem Kontaktwinkel zwischen 50 und 90 Grad geeignet, um ein allzu leichtes Abrollen der Tropfen zu verhindern. Diese können besonders bei geneigten Glasscheiben, wie diese im Gewächshausbereich mit Neigungen von ca. 20–45 Grad üblich sind, eingesetzt werden.

[0091] In einer Ausführungsform der Erfindung weist das Isolierglas eine oder mehrere Antireflexschichten auf, die theoretisch auf allen konstruktiv vorgegebenen Glasoberflächen des Isolierglases vorhanden sein können. In einer Ausführungsform kann eine Antireflexschicht, wie oben bereits dargestellt auf der gewächshausseitigen Glasoberfläche angebracht sein. Sie kann aber alternativ hierzu oder zusätzlich hierzu auf der außenseitigen Scheibe des Isolierglases angeordnet sein.

[0092] Eine Antireflexschicht kann dabei insbesondere jede Schicht sein, welche die Reflexion von Strahlung, insbesondere Strahlung mit einer Wellenlänge von 200 nm bis 2500 nm, reduzieren kann.

[0093] Eine Antireflexschicht kann dabei insbesondere dazu verwendet werden, um die Brechzahl- und/oder richtungsabhängige partielle Reflexion an optischen Grenzflächen, die sich beim Übergang von einem Medium mit einer Brechzahl zu einem anderen Medium mit einer anderen Brechzahl gebildet werden, zu verringern.

[0094] Dabei kann die Reflexion zum Beispiel durch eine Strukturierung der Oberfläche reduziert werden und/oder durch mindestens eine Schicht, deren optische Dicke (die sich durch das Multiplizieren der Brechzahl der Schicht mit der Dicke der Schicht ergibt) für eine bestimmte Wellenlänge dem Viertel der Wellenlänge gleicht, und/oder durch mindestens eine Schicht, die sie zur Mittelung der Brechzahlen der Medien, die an der optischen Grenzfläche zusammen kommen, beiträgt.

[0095] Eine Antireflexschicht kann beispielsweise mindestens eine Edelmetallschicht und/oder mindestens eine Metalloxidschicht und/oder mindestens eine Fluoridschicht insbesondere mindestens eine Metallfluoridschicht, bevorzugt mindestens eine Magnesiumfluoridschicht, umfassen, welche zum Beispiel aufgesputtert, aufgedampft oder mit einem CVD-Verfahren (Chemical-Vapor-Deposition-Verfahren) aufgebracht wurde.

[0096] Dabei kann eine Antireflexschicht im Sinne der vorliegenden Erfindung auch einen Schichtaufbau aus mehreren Schichten umfassen, welcher die Reflexion von Strahlung, insbesondere von Strahlung mit einer Wellenlänge von 200 nm bis 2500 nm, reduzieren kann. Jede einzelne Schicht kann sich dabei insbesondere zum Beispiel durch die Materialbeschaffenheit, durch die Brechzahl und/oder durch die Schichtdicke von mindestens einer benachbarten Schicht unterscheiden.

[0097] Bevorzugt kann eine Antireflexschicht im Sinne der vorliegenden Erfindung dabei mindestens eine Schicht sein, die zur Strukturierung einer optischen Grenzfläche oder zur Mittelung der Brechzahlen der Medien, welche an der optischen Grenzfläche zusammenkommen, beiträgt, um einen gleichmäßigeren Brechzahlübergang zu ermöglichen und dadurch die Reflexion von Strahlung insbesondere von Strahlung mit einer Wellenlänge von 200 nm bis 2500 nm zu reduzieren sowie gleichzeitig dadurch die Durchlässigkeit (Transmission) für Strahlung, insbesondere von Strahlung mit einer Wellenlänge von 200 nm bis 2500 nm, zu erhöhen. Zu einer Mittelung der Brechzahlen der Medien, welche an einer optischen Grenzfläche zusammenkommen, kann dabei jede Schicht beitragen, deren Brechzahl zwischen den Brechzahlen der Medien liegt, die an der optischen Grenzfläche zusammenkommen. Bevorzugt wird dabei ein Schichtaufbau aus mehreren Schichten verwendet, wobei jede Schicht eine unterschiedliche Brechzahl aufweist, deren Wert zwischen den Brechzahlen der Medien, die an der optischen Grenzfläche zusammen kommen, liegt, so dass der Übergang zwischen den Brechzahlen der beiden Medien die an der optischen Grenzfläche zusammen kommen, nicht direkt in einem Schritt sondern durch die Schichten in mehreren Schritten ermöglicht wird, um die Reflexion zu reduzieren und bevorzugt gleichzeitig dadurch die Transmission zu erhöhen. Eine Reduzierung der Reflexion, bevorzugt bei gleichzeitig dadurch erhöhter Transmission, kann dabei insbesondere zur Erhöhung des Solargewinns, bevorzugt bei weitestgehend gleichem U-Wert, genutzt werden, da bei einer erhöhten Transmission mehr Strahlung, welche zum Solargewinn beitragen kann, durch die Verglasung dringen kann.

[0098] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Isolierglases kann die Antireflexschicht eine besonders hohe Transmission im Infrarotbereich und insbesondere eine hohe Transmission für Strahlung im nahen Infrarotbereich aufweisen. Dabei kann die Antireflexschicht die Reflexion von Strahlung im Infrarotbereich und insbesondere von Strahlung in nahen Infrarotbereich reduzieren und bevorzugt gleichzeitig dadurch die Durchlässigkeit (Transmission) für Strahlung Infrarotbereich, insbesondere von Strahlung im nahen Infrarotbereich, erhöhen. Die Transmission des erfindungsgemäßen Isolierglases kann dabei insbesondere im Infrarotbereich und bevorzugt im nahen Infrarotbereich beispielsweise im Vergleich zu einem Isolierglas ohne Antireflexschicht zum Beispiel um 2 %, bevorzugt um 3 %, weiter bevorzugt um 5 %, besonders bevorzugt um 6 % gesteigert werden. Das erfindungsgemäße Isolierglas kann demnach bevorzugt eine hohe Transmission im Infrarotbereich und insbesondere im nahen Infrarotbereich aufweisen. Eine hohe Transmission kann dabei zum Beispiel eine Transmission von mindestens 60 %, bevorzugt mindestens 70 %, weiter bevorzugt mindestens 72 %, weiter bevorzugt mindestens 75 %, weiter bevorzugt mindestens 80 % und besonders bevorzugt mindestens 82 % darstellen. Dadurch lässt sich die Durchlässigkeit des erfindungsgemäßen Isolierglases für Strahlung im Infrarotbereich und insbesondere für Strahlung im nahen Infrarotbereich weiter verbessern, um den Solargewinn bevorzugt bei weitestgehend gleichem U-Wert gegebenenfalls weiter zu optimieren.

[0099] Eine solche Antireflexschicht, welche eine besonders hohe Transmission im Infrarotbereich und insbesondere eine hohe Transmission für Strahlung im nahen Infrarotbereich aufweist, kann dabei zum Beispiel mindestens eine Siliziumdioxidschicht und/oder mindestens eine Titandioxidschicht und/oder mindestens eine Kombination aus mindestens einer Siliziumdioxidschicht mit mindestens einer Titandioxidschicht umfassen.

[0100] Zudem kann auch eine bevorzugt im Nanometer-Bereich aufgeraute Oberfläche einer Glasscheibe als Antireflexschicht und insbesondere Antireflexschicht, welche eine besonders hohe Transmission im Infrarotbereich und insbesondere eine hohe Transmission für Strahlung im nahen Infrarotbereich aufweist, angesehen werden. Die Oberfläche einer Glasscheibe kann dabei zum Beispiel entweder mechanisch (beispielsweise durch Aufdrucken von Noppenartigen Strukturen bei Polymerbeschichtungen) und/oder chemisch (beispielsweise durch ein Ätzverfahren) bevorzugt im Nanometer-Bereich aufgeraut werden. Die Größe der Strukturen, die zur Rauheit der Oberfläche beitragen können, kann dabei bevorzugt im Nanometer-Bereich und insbesondere im Bereich von 1 nm bis 100 nm liegen, um die Streuung von Strahlung zu verhindern, beziehungsweise möglichst zu reduzieren.

[0101] Solche Antireflexschichten können im Gegensatz zu aufgedampften, aufgesputterten oder per CVD-Verfahren aufgebracht Antireflexschichten meist eine besonders hohe Transmission im Infrarotbereich und insbesondere eine hohe Transmission für Strahlung im nahen Infrarotbereich aufweisen, da sie besonders wenig Strahlung im Infrarotbereich und insbesondere im nahen Infrarotbereich absorbieren und/oder reflektieren. Dadurch lässt sich der Solargewinn bevorzugt bei weitestgehend gleichem U-Wert gegebenenfalls weiter verbessern.

[0102] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Isolierglases kann die Antireflexschicht mindestens eine poröse Schicht sein. Die Größe der Poren kann dabei gegebenenfalls bevorzugt so gewählt werden, dass insbesondere keine, beziehungsweise möglichst wenig Streuung der Strahlung auftritt. Bevorzugterweise wird dabei eine Porengröße im Nanometer-Bereich und insbesondere eine Porengröße

von 1 nm bis 100 nm angestrebt. Eine poröse Schicht (mit offener oder geschlossener Porosität oder Mischung aus geschlossener und offener Porosität) weist dabei dank ihrer Porosität und der gegebenenfalls damit einhergehenden größeren Rauigkeit im Vergleich zu einer Schicht, die nicht porös ist, eine größere Oberfläche auf, so dass hier der sogenannte Lotusblumeneffekt (Hydrophobierung der Oberfläche durch Erzeugung einer Mikrorauigkeit auf selbiger) zum Tragen kommen kann.

[0103] Darüber hinaus kann die Brechzahl von porösen Antireflexschichten abhängig von ihrer Materialbeschaffenheit gegebenenfalls zum Beispiel durch eine Veränderung der Porosität bevorzugt progressiv bis zu einer besonders geringen Brechzahl reduziert werden, welche sich bevorzugterweise nur sehr wenig von der Brechzahl der Luft (die beispielsweise ungefähr 1 beträgt) unterscheiden kann. Somit können poröse Antireflexschichten bevorzugt verwendet werden, um zur Mittelung der Brechzahlen der Medien, welche an der optischen Grenzfläche zusammenkommen, beizutragen und die Reflexion von Strahlung, insbesondere im Infrarotbereich und bevorzugt im nahen Infrarotbereich zu reduzieren, wobei bevorzugt dadurch gleichzeitig die Transmission für diese Strahlung erhöht wird.

[0104] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist das erfindungsgemäße Isolierglas mindestens eine poröse Schicht auf, welche Siliziumdioxid umfasst. Dadurch kann eine Antireflexschicht erhalten werden, die eine besonders hohe Transmission im Infrarotbereich und insbesondere eine hohe Transmission für Strahlung im nahen Infrarotbereich aufweist und dabei zudem sehr widerstandsfähig und abriebfest ist. Zudem bleiben poröse Schichten, welche Siliziumdioxid umfassen, auch bei/nach einem eventuellen Tempervorgang weitgehend unverändert. Ein Tempervorgang kann sogar zum besonders dauerhaften Verbinden („Einbrennen“) einer solchen Schicht mit dem Glas genutzt werden.

[0105] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Isolierglases kann eine poröse Siliziumdioxidschicht durch ein Tauchverfahren beziehungsweise ein Sol-Gel-Verfahren aufgebracht werden. Vorteilhaft dabei ist, dass durch ein solches Verfahren beide Seiten einer Glasscheibe gleichzeitig mit einer Antireflexschicht ausgestattet werden können. Dabei kann der Solargewinn durch zwei Antireflexschichten noch weiter verbessert werden, da die Transmission von Strahlung, die zum Solargewinn beitragen kann, durch eine zweite Antireflexschicht noch weiter erhöht werden kann.

[0106] Diese Antireflexschicht kann hierbei zusätzlich zu der eventuell vorhandenen außenseitigen hydrophoben Schicht angeordnet sein. In diesem Falle wird sie zweckmäßigerweise unterhalb der hydrophoben Schicht positioniert. In einer alternativen Ausführungsform stellt die außenseitige hydrophobe Schicht selber eine Antireflexschicht dar.

[0107] In einer Ausführungsform der Anmeldung weist das Isolierglas zusätzlich eine niedrig-emittierende Schicht aufweist, die auf der Außenseite des Isolierglases oder auf einer zum Scheibenzwischenraum (SZR) weisenden Oberfläche des Isolierglases angeordnet ist.

[0108] In einer Ausführungsform der Erfindung weist bei dem Isolierglas die hydrophob beschichtete Isolierglasscheibe einen Kontaktwinkel gegen Wasser von mehr als 60°, bevorzugt von mehr als 70° und besonders von mehr als 80° auf.

[0109] In einer besonderen Ausführungsform beträgt der Kontaktwinkel hierbei wenigstens 130° und insbesondere wenigstens 150°. Solche Oberflächen werden auch als „ultrahydrophobe Oberflächen bezeichnet. Charakteristisch für solche ultrahydrophoben Oberflächen ist weiterhin das leichte Abrollen von Flüssigkeitstropfen, das auf einer sehr geringe Kontaktwinkelhysterese zurückzuführen ist. Die Kontaktwinkelhysterese ist die Differenz des fortschreitenden Kontaktwinkels θ_a und des rückschreitenden Kontaktwinkels θ_r eines ablaufenden Flüssigkeitstropfens auf eine Oberfläche.

[0110] In einer bevorzugten Ausführungsform besteht das erfindungsgemäße Isolierglas aus zwei Glasscheiben, die jeweils beidseitig mit einer Antireflexschicht versehen sind, wobei die zur gewächshausseitige Antireflex-Schicht mit einer hydrophilen Beschichtung ausgestattet ist.

[0111] In besonders bevorzugter Weise handelt es sich hierbei bei beiden Scheiben um ein 4 mm dickes eisenarmes vorgespanntes Glas.

[0112] In einer Ausführungsform der Erfindung ist das außenseitige Glas ein Strukturglas oder ein Floatglas.

[0113] In einer speziellen Ausführungsform der Erfindung weist das Isolierglas somit vom Gewächsausinneren gesehen den folgenden Aufbau auf:

[0114] Hydrophilisierte AR-Schicht/Eisenarmes Glas, 4mm vorgespannt/AR-Schicht / SZR / AR-Schicht/Eisenarmes Strukturglas, 4 mm vorgespannt / AR-Schicht

[0115] In einer alternativen speziellen Ausführungsform der Erfindung weist das Isolierglas vom Gewächsausinneren gesehen den folgenden Aufbau auf:

[0116] Hydrophilisierte AR-Schicht/Eisenarmes Floatglas 4mm vorgespannt/lowE-Schicht / SZR / AR-Schicht/Eisenarmes Floatglas 4mm vorgespannt / AR-Schicht

[0117] In einem weiteren Aspekt stellt die Erfindung ein Gewächshausssystem bereit, das mindestens eine Pflanzenkultur umfasst und wobei mindestens ein Teil der Verglasung des Gewächshausystems auf der gewächshausseitigen Innenseite des Isolierglases eine hydrophile Beschichtung aufweist.

[0118] Bei dem erfindungsgemäßen Gewächshausssystem weist mindestens ein Teil der Verglasung ein erfindungsgemäßes Isolierglas auf, wie es oben ausführlich offenbart worden ist.

Definitionen

[0119] Unter einem Isolierglas im Sinne der Erfindung ist gemäß der in der DIN-Norm EN 1279-1 festgelegten Definition eine mechanisch stabile und haltbare Einheit aus mindestens zwei Glasscheiben zu verstehen, die durch einen oder mehrere Abstandhalter voneinander getrennt sind und im Randbereich hermetisch versiegelt sind. In dem abgeschlossenen Raum zwischen den Scheiben befindet sich getrocknete Luft, Stickstoff oder ein Spezialgas wie Argon, Krypton oder Xenon oder eine Mischung von zwei oder mehreren dieser Gase.

[0120] Das erfindungsgemäße Isolierglas umfasst hierbei alle drei Randverbund-Möglichkeiten. So können die Scheiben randverschweißt sein (sog. Ganzglas-Isolierglas), randverlötet werden oder einen organisch geklebten Randverbund versehen sein. Hierbei gibt es geklebtes Isolierglas mit einer und mit zwei Dichtungsstufen.

[0121] Isolierglas mit einer Dichtungsstufe besteht aus einem mit hochaktiven Adsorbens (Trockenstoff) gefüllten, perforierten Abstandhalterahmen, der bevorzugt aus Aluminium oder verzinkten Stahl besteht. Der Hohlraum zwischen dem Abstandhalterahmen und den Scheibenkanten wird mit dauerelastischem Dichtstoff ausgefüllt. Vorwiegend bei kleineren Scheibenformaten werden auch thermoplastische Dichtstoffe eingesetzt, wie z.B. Hot Melt.

[0122] Bei Isolierglas mit zwei Dichtungsstufen, wird zunächst der der mit hochaktivem Adsorbens (Trockenstoff) gefüllte und perforierte Abstandhalter mit einem dauerelastischen Dichtstoff auf der Basis von Polyisobutyl (Butyl) versehen. Diese innere Dichtung dient vornehmlich dem Abdichten des Scheibenzwischenraums gegen eindringenden Wasserdampf und Gasverluste. Als zweite Stufe wird zusätzlich der Hohlraum außerhalb des Abstandhalterahmens bis zu den Scheibenkanten mit dauerelastischem Dichtstoff ausgefüllt. Als Dichtstoff wird hierfür bevorzugt ein geeignetes Silikon oder ein Polysulfidpolymer (Thiokol) verwendet.

[0123] Eine weitere Form des Isolierglases mit 2 Dichtungsstufen besteht aus einem sogenannten thermoplastischen Abstandhalter, meistens auf Butylbasis, mit darin eingearbeiteten Adsorbensmaterial, welcher als Abstandhalter auf eine der Scheiben des Isolierglases extrudiert wird. Der Raum zwischen dem thermoplastischen Abstandhalter (welcher den vorher beschriebenen perforierten Abstandhalter ersetzt) und den Scheibenkanten wird wie bei einem normalen Isolierglas mit Thiokol oder Silikon ausgefüllt.

[0124] Die „gewächshausseitige“ Oberfläche der Glasscheibe, ist diejenige Oberfläche die raumseitig gelegen ist, also zum Innenraum des Gewächshauses gelegen ist.

[0125] Im Sinne der Erfindung kennzeichnet der Begriff „chemisch beständig“ eine Widerstandsfähigkeit der Beschichtung gegen die Einwirkung von Chemikalien. Diese umfasst sowohl die Verhinderung der Korrosion, die mit Materialeintrag einhergeht, als auch die Verhinderung in der Einschränkung der Materialeigenschaften, in diesem Falle also der hydrophilen bzw. hydrophoben Eigenschaften der Beschichtung.

[0126] Entsprechend wird erfindungsgemäß der Begriff „mechanisch beständig“ als eine Widerstandsfähigkeit der Beschichtung in Bezug auf Abrieb, Hieb- oder Stoßeinwirkung definiert.

[0127] Gemäß der Erfindung umfasst der Begriff der hydrophilen Schicht sowohl eine separate, auf der Glasoberfläche angebrachte Schicht, aber auch die Glasoberfläche selber, insofern sie durch eine entsprechende Behandlung (z.B. Ätzen) eine hydrophile Glasoberfläche bildet.

[0128] Im Sinne der vorliegenden Erfindung umfasst der Begriff Gewächshausssystem (der synonym zu dem Begriff Gewächshaus verwendet wird) alle Arten von lichtdurchlässigen Konstruktionen, wie zum Beispiel Glashäuser, Treibhäuser, oder Kombinationen davon, die das geschützte Kultivieren von Pflanzen ermöglichen, welche bevorzugterweise mindestens eine Pflanzenkultur umfassen. Dabei kann das Gewächshausssystem mindestens eine, aber auch eine Vielzahl verschiedener lichtdurchlässiger Konstruktionen umfassen, die in irgendeiner Weise zum Beispiel durch Durchgänge, Gänge, Tunnel, Türen, Tore, Schleusen miteinander verbunden sind. Die einzelnen lichtdurchlässigen Konstruktionen, die das geschützte Kultivieren von Pflanzen ermöglichen, können dabei zum Beispiel in Einzelbauweise (mit jeweils vier freiliegenden Wänden), in Serienbauweise (mit mindestens einer gemeinsamen Trennwand zwischen zwei benachbarten Konstruktionen) oder in Blockbauweise (als zusammenhängende Blöcke mit Außenwänden, aber ohne Trennwände zwischen benachbarten Konstruktionen) ausgeführt werden. Sie können zudem als Anbau an nicht-durchlässige Bauten ausgestaltet sein.

[0129] Erfindungsgemäß drückt die Lichtdurchlässigkeit τ_v den direkt durchgelassenen sichtbaren Strahlungsanteil im Bereich der Wellenlänge von 380 nm bis 780 nm bezogen auf die Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges aus. Die Lichtdurchlässigkeit wird in % gemessen und ist gemäß der DIN-Norm EN 410:2011 bestimmbar.

BEISPIELE

Aufbau 1:

[0130] Es wurde ein doppelglasiges Isolierglas mit dem folgenden Aufbau hergestellt: Hydrophilisierte AR-Schicht/Eisenarmes Glas 4mm vorgespannt/AR-Schicht / SZR / AR-Schicht/Strukturglas Eisenarm 4 mm vorgespannt / AR-Schicht

[0131] Die Hydrophilisierung der AR-Schicht erfolgte mit der Beschichtungslösung TA 2201 der Firma Nadico Technologie GmbH, Langenfeld, BRD. Es handelt sich hierbei um einer Sol-Gel Beschichtungsflüssigkeit, die TiO_2 , WO_3 und SiO_2 -Nanopartikel enthält. Diese Lösung wurde mit der „High volume low pressure“(HVLP)-Spritztechnik aufgetragen. Bei einer Verarbeitungstemperatur von 20°C trocknet sie hierbei in ca. 15 Minuten aus. Die Aushärtung ist nach 72 Stunden erreicht.

[0132] Die spektralen Werte der Einzelscheiben wurden mit einem geeigneten Spektralphotometer (z.B. Lambda-900 der Firma Perkin Elmer) gemessen.

[0133] Die Untersuchung der Transmissionseigenschaften bei senkrechtem Lichteinfall ergab die folgenden Werte:

- τ_{UV} (280–380 nm) 73,3% (nach DIN EN410:2011)
- τ_{VIS} (380–780 nm): 94,5%(nach DIN EN410:2011)
- τ_{PAR} (400–700 nm): 93,9 (nach NEN 2675)

[0134] Transmission Hemisphärisch (Messungen durch Wageningen Universität, Niederlande)

$\tau_{VIS\ hem}$ (380–780 nm): 80,6%

$\tau_{PAR\ hem}$ (400–700 nm): 80,3

Aufbau 2:

[0135] Es wurde ein doppelglasiges Isolierglas mit dem folgenden Aufbau hergestellt: Hydrophilisierte AR-Schicht/Eisenarmes Floatglas 4mm vorgespannt/lowE-Schicht / SZR / AR-Schicht/ Eisenarmes Floatglas 4mm vorgespannt / AR-Schicht

[0136] Die Hydrophilisierung der AR-Schicht erfolgte hierbei wie für Aufbau beschrieben mittels TA 2201.

[0137] Die spektralen Werte der Einzelscheiben wurden mit einem geeigneten Spektralphotometer (z.B. Lambda-900 der Firma Perkin Elmer) gemessen.

[0138] Die Untersuchung der Transmissionseigenschaften bei senkrechtem Lichteinfall ergab die folgenden Werte:

τ_{UV} (280–380 nm) 28,2% (nach DIN EN410:2011)

τ_{VIS} (380–780 nm): 91,2% (nach DIN EN410:2011)

τ_{PAR} (400–700 nm): 89,5 (nach NEN 2675)

FIGURENLEGENDEN

[0139] Fig. 1: Isolierglas mit gewächshausseitiger hydrophiler Schicht

[0140] Fig. 2: Schematische Darstellung des Effekts auf die Lichtreflektion durch Wassertropfen auf der Innenseite von Isolierglas. Der Brechungsindexunterschied zwischen Luft und Wasser führt zu Totalreflektion aufgrund des Übergangs von einem optisch dichteren Medium in ein optisch dünneres Medium ($n_{D\text{ Wasser}} > n_{D\text{ Luft}}$). Da die Bedingung für eine Totalreflektion wie folgt lautet: Winkeltotalreflektion $\alpha = \arcsin(n_{\text{Luft}}/n_{\text{Wasser}}) = \text{ca.} 49$ Grad.

[0141] Fig. 3: Effekt eines Wasserfilms auf die Lichtreflektion bei senkrechtem Lichteinfall

$$\text{Reflektion } R_{\text{Wasser/Luft}} = \left(\frac{n_{\text{Wasser}} - n_{\text{Luft}}}{n_{\text{Wasser}} + n_{\text{Luft}}} \right)^2 = (0,33/2,33)^2 = 0,0201; \text{ ca. } 2\%$$

$$\text{Reflektion } R_{\text{Glas/Luft}} = \left(\frac{n_{\text{Glas}} - n_{\text{Luft}}}{n_{\text{Glas}} + n_{\text{Luft}}} \right)^2 = (0,54/2,54)^2 = 0,0452; \text{ ca. } 4,5\%$$

$$\text{Reflektion } R_{\text{Glas/Wasser}} = \left(\frac{n_{\text{Glas}} - n_{\text{Wasser}}}{n_{\text{Glas}} + n_{\text{Wasser}}} \right)^2 = (0,21/2,87)^2 = 0,0054; \text{ ca. } 0,5\%$$

[0142] An der Grenzfläche Wasser/Luft wird bei senkrechtem Lichteinfall auf die Grenzfläche substantiell weniger Licht reflektiert als beim Übergang Glas/Luft.

[0143] Fig. 4: Lichtstreuender Effekt von Wassertropfen, die auf der Außenseite einer Verglasung aufliegen. Aufgrund des Übergangs von einem dünneren in ein dichteres Medium erfolgt hier keine Totalreflexion.

[0144] Fig. 5: Modellierung des Wassertropfeneffektes an Hand von mittels Polymer befestigten Glaskugeln, die zur Ulbricht-Kugel mit Detektor hin orientiert sind (A) oder davon wegweisen (B). Die Bestimmung des Haze-Wertes erfolgte mit dem Gerät „Hazaeguard Plus“ der Firma BYK Gardner. Deutlich ist der Unterschied in der Transmission aufgrund des unterschiedlichen Strahlengangs zu erkennen (siehe hierzu Fig. 1 und Fig. 4).

Bezugszeichenliste

- 1 Abstandhalter mit Trocknungsmittel
- 2 Scheibenzwischenraum Isolierglas (evtl. mit Gasfüllung)
- 3 Innenscheibe Isolierglas
- 4 Außenscheibe Isolierglas
- 5 Butylabdichtung Isolierglas
- 6 Randabdichtung Isolierglas (Polysulfid, Silikon oder Polyurethan)
- 7 Hydrophile Beschichtung auf (3)

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

- EP 2062881 A1 [0027]
- EP 1118646 A1 [0032]
- US 5480917 [0033]
- EP 1944277 A1 [0034]
- EP 2256153 A1 [0034, 0046]
- EP 1477466 A1 [0036]
- US 5208111 [0038]
- EP 1712531 A2 [0040]
- WO 2009/092664 [0041]
- EP 2698246 A1 [0042]
- WO 2007/021180 [0043]
- WO 2011/080472 [0048]
- EP 1923363 A2 [0049]
- WO 2008/104150 [0056]
- DE 10241708 [0057]
- EP 0759413 A1 [0082]
- EP 0661358 A1 [0083]
- DE 10261285 A1 [0084]
- EP 1449642 A1 [0085]
- EP 2116518 A1 [0086]
- EP 1600429 A1 [0087]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- DIN-Norm EN 410 [0059]
- DIN-Norm EN 410 [0063]
- ASTM D 1003 [0069]
- DIN EN 673 [0073]
- DIN-Norm EN 1279-1 [0119]
- DIN-Norm EN 410:2011 [0129]
- DIN EN410:2011 [0133]
- NEN 2675 [0133]
- DIN EN410:2011 [0138]
- NEN 2675 [0138]

Patentansprüche

1. Isolierglas für Gewächshäuser, aus wenigstens zwei über Abstandshalter (1) durch einen luft- oder gasgefüllten Zwischenraum (2) voneinander getrennten Glasscheiben, die im Randbereich hermetisch versiegelt sind (5, 6) **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der gewächshausseitigen Oberfläche des Isolierglases eine chemisch und mechanisch beständige hydrophile Schicht (7) angeordnet ist.

2. Isolierglas nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die hydrophile Schicht (7) auf einer Folie angeordnet ist, die auf der gewächshausseitigen Oberfläche des Isolierglases auflaminiert ist.

3. Isolierglas nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die hydrophile Schicht (7) auf einer chemischen Verbindung umfasst, die ausgewählt ist aus der Gruppe enthaltend SiO, SiO₂, TiO₂, WoO, oder organische Polymere wie Polyacrylamid, Polyether wie beispielsweise Polyacrylat, Polyacylalkylenimin, Polyalkylenoxid-Polycarbonsäure-kreuzvernetztes Produkt, Polyallyldiglycolcarbonat (CR39, PADS), Polycarbonat, Polycycloolefin, Poly(ethylen-alt-maleinsäure), Polyethylenoxid, Polyethylenoxid-Co-Polypropylenoxid Block-Copolymer, Polyethersulfon, Polyethylenglykol oder Polyethylen-Glykol-Diacrylat, Polyhydroxyalkylacrylate wie bspw. (Homo)polymere aus Hydroxyethylmethacrylat (HEMA), Hydroxyethylacrylat, Hydroxypropylacrylat, Polyethylenterephthalat (PET), Polyimine, Poly(N,N-dialkylacrylamid), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polyole, Polyoxazolin, Polysorbate, Polythiourethan, Polyvinylalkohol, Polyvinylacetal, Polyvinylacetat, Poly(vinylether), Polyvinylpyrrolidon, Polyvinylpyridin, Polyurethan, ein kreuzvernetztes Polyurethanharz, das durch Reaktion von Polyisocyanat mit Polyetherpolyol oder Polyesterpolyol herstellbar ist, Styrolacrylnitril, Triacetylacetat, und Gemische oder Kopolymere hiervon.

4. Isolierglas nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die hydrophile Schicht (7) eine Anti-reflexschicht ist.

5. Isolierglas nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Isolierglas einen τ_{UV} -Wert gemäß DIN-Norm EN 410 von mehr als 10%, bevorzugt von mehr als 40% und besonders bevorzugt von mehr als 60% aufweist.

6. Isolierglas nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die hydrophile Schicht (7) durch Ätzen der Glasoberfläche mit einem fluorhaltigen Mittel wie Flußsäure, H₂SiF₆ oder H₂TiF₆ erzeugt wird.

7. Isolierglas nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die hydrophil beschichtete Oberfläche des Isolierglases einen Kontaktwinkel gegen Wasser von weniger als 40°, bevorzugt von weniger als 35° und besonders von weniger als 30° aufweist.

8. Isolierglas nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem luft- oder gasgefüllten Zwischenraum (2) eine Polymerfolie oder Polymerscheibe eingebettet ist, die bevorzugt aus Polycarbonat oder Polyacrylat besteht.

9. Isolierglas nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine und bevorzugt alle Glasscheiben des Isolierglases einen Eisenoxidanteil von weniger als 0,5 Gew.-% aufweisen.

10. Isolierglas nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Glasscheiben (3, 4) eine Dicke im Bereich von 2 bis 10 mm, bevorzugt von 2 bis 6 mm und besonders bevorzugt von 4 mm aufweisen.

11. Isolierglas nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Isolierglas einen Lichtdiffusionsgrad nach ASTM D 1003 von mehr als 20%, bevorzugt von mehr als 40% und besonders bevorzugt von mehr als 60% aufweist.

12. Isolierglas nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Isolierglas einen U-Wert gemäß DIN EN 673 von kleiner gleich 3 W/(m²K), bevorzugt von kleiner gleich 1,6 W/(m²K), besonders bevorzugt von kleiner gleich 1,3 W/(m²K), aufweist.

13. Isolierglas nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Glasscheiben aus einem Einscheibensicherheitsglas (ESG) oder einem teilvorgespannten Glas (TVG) sind.

14. Isolierglas nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der außenseitigen Scheibenoberfläche des Isolierglases eine hydrophobe Schicht angeordnet ist.

15. Isolierglas nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der außenseitigen Scheibe des Isolierglases eine Antireflexschicht angeordnet ist, wobei die Antireflexschicht

- a) zusätzlich zu einer außenseitigen hydrophoben Schicht angeordnet ist; oder
- b) selber eine hydrophobe Schicht darstellt.

16. Isolierglas nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die hydrophobe Schicht eine chemische Verbindung umfasst, die ausgewählt ist aus der Gruppe enthaltend Polysiloxan, Perfluorpolyether und andere Fluorpolymere, Polystyrol, Polyoxypropylen, Polyvinylacetat, Polyoxybutylen, Polyisopren, Polybutadien, Polyvinylchlorid, Polyalkylacrylat, Polyalkylmethacrylat, Polyacrylnitril, Polypropylen, Polyethylen, Polytetrahydrofuran (PTHF), Polymethacrylate, Polyacrylate, Polysulfone, Polyvinylether, Poly(propylenoxid) und Kopolymere hiervon.

17. Isolierglas nach einem der Ansprüche 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie zusätzlich eine niedrig-emittierende Schicht aufweist, die auf der Außenseite des Isolierglases oder auf einer zum Scheibenzwischenraum (SZR) weisenden Oberfläche des Isolierglases angeordnet ist.

18. Isolierglas nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die hydrophob beschichtete Isolierglasscheibe einen Kontaktwinkel gegen Wasser von mehr als 60°, bevorzugt von mehr als 70° und besonders von mehr als 80° aufweist.

19. Gewächshausssystem **dadurch gekennzeichnet**, dass es mindestens eine Pflanzenkultur umfasst, wobei mindestens ein Teil der Verglasung des Gewächshausystems auf der gewächshausseitigen Innenseite des Isolierglases eine hydrophile Beschichtung aufweist.

20. Gewächshausssystem nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Teil der Verglasung ein Isolierglas gemäß einem der Ansprüche 1 bis 18 aufweist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

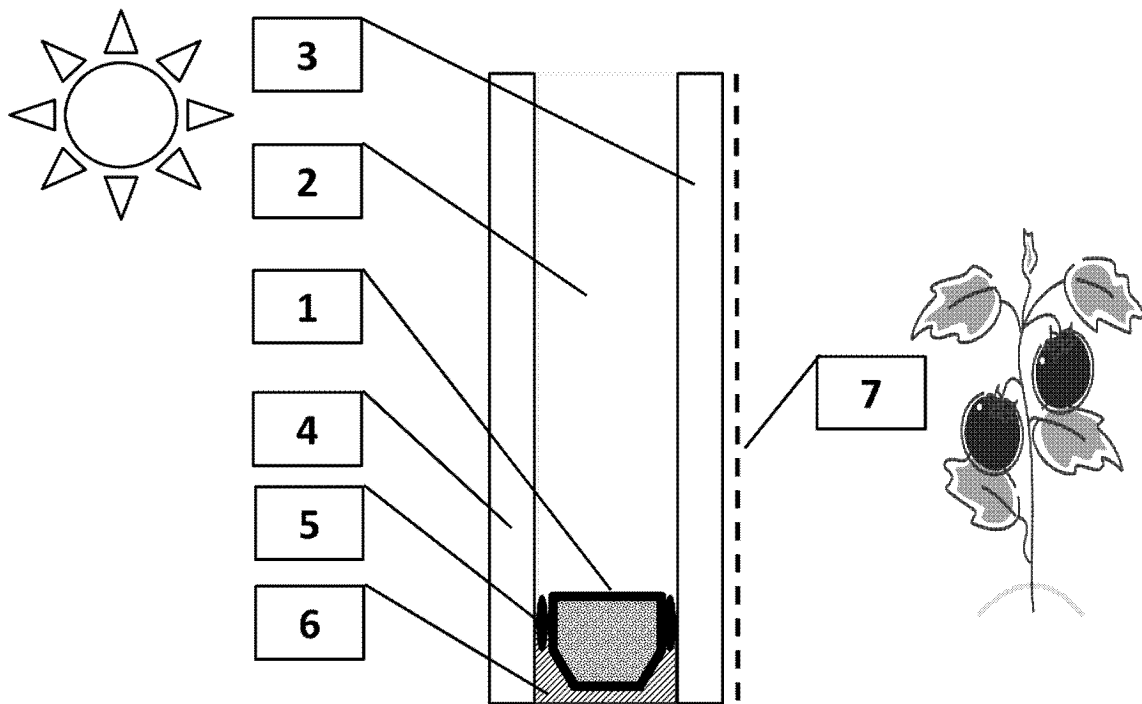


Fig. 2

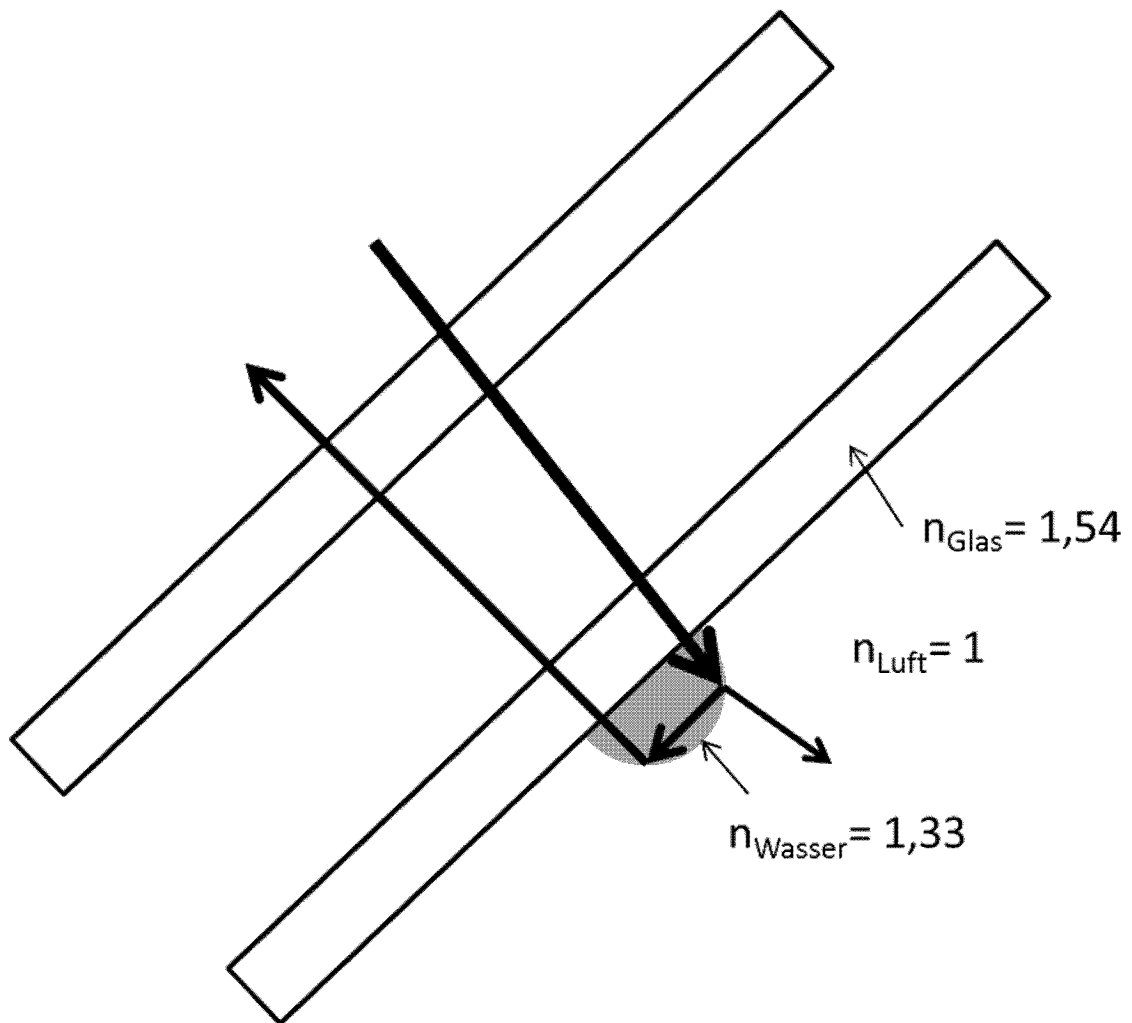


Fig. 3

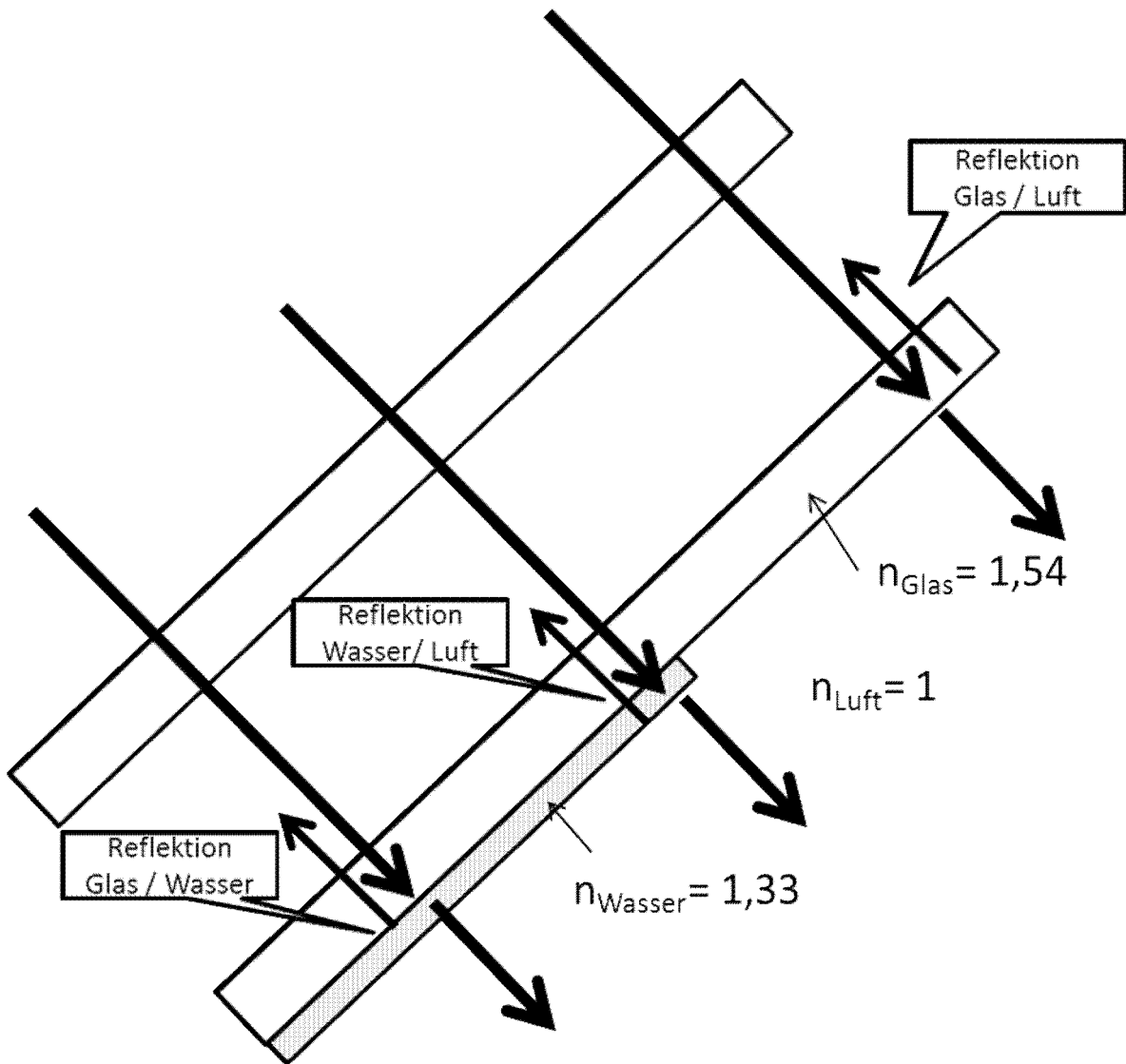


Figure 4

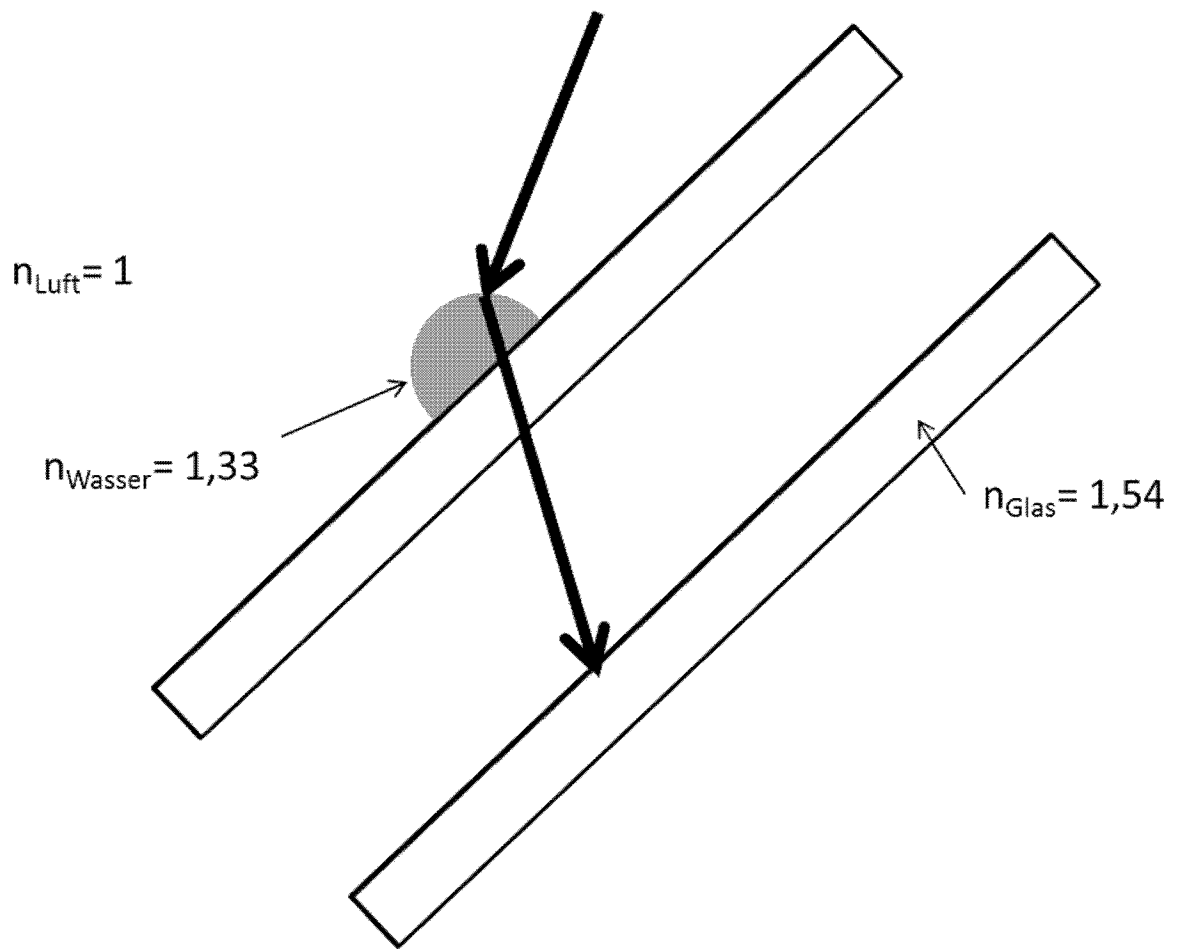
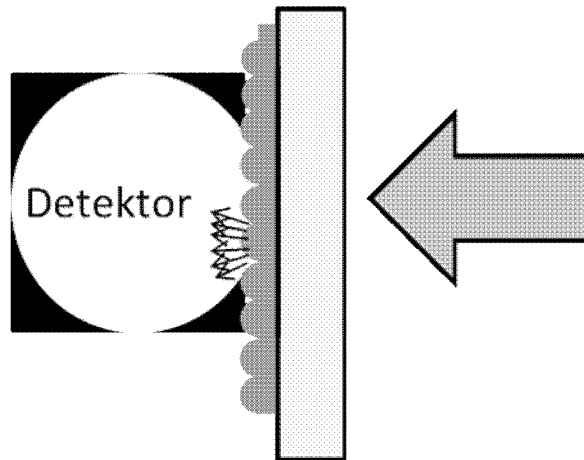


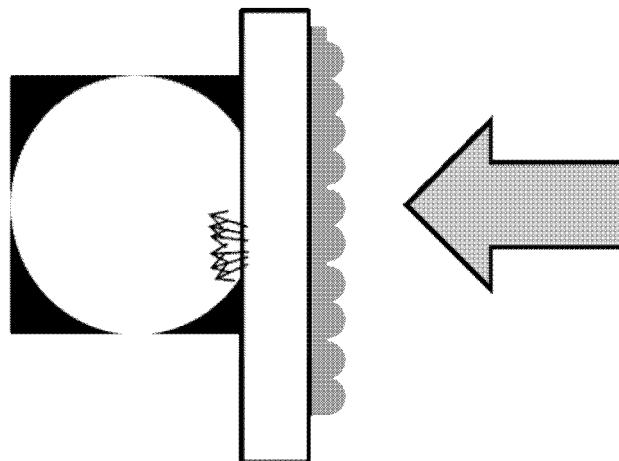
Figure 5

A



Probe	Trans.	Haze
Floatglas	91,2	0,85
Floatglas/Kugelbesch.	64,1	97

B



Probe	Trans.	Haze
Floatglas	91,3	1,2
Floatglas-Kugelbesch.	94,7	99