

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

696 408 A5

(51) Int. Cl.: E06B 3/67 (2006.01)

## Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

## (12) PATENTSCHRIFT

(21) Gesuchsnummer: 02002/02

(22) Anmeldedatum: 27.11.2002

(24) Patent erteilt: 31.05.2007

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.05.2007

(73) Inhaber:  
Glas Trösch Holding AG, Spitalgasse 9  
3011 Bern (CH)

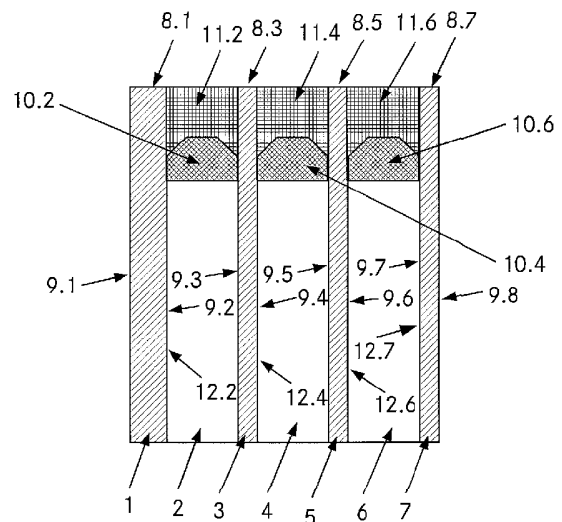
(72) Erfinder:  
Roman Graf, 4600 Olten (CH)

(74) Vertreter:  
Keller & Partner Patentanwälte AG,  
Schmiedenplatz 5 Postfach  
3000 Bern 7 (CH)

### (54) Mehrscheiben-Isolierverglasung.

(57) Die Mehrscheiben-Isolierverglasung hat genau vier, nämlich zwei äussere (1, 7) und zwei innere (3, 5) Scheiben aus transparentem Material (z.B. Glas). Es werden folglich drei Scheibenzwischenräume (2, 4, 6) definiert. Vier Scheibenoberflächen (9.2, 9.4, 9.6, 9.7) sind mit einer emissionsreduzierenden Beschichtung (12.2, 12.4, 12.6, 12.7) versehen. Die Scheibenzwischenräume (2, 4, 6) sind mit Xenon oder einem ähnlichen, den Wärmedurchgang reduzierenden Gas gefüllt. Der Gesamtfüllgrad beträgt mindestens 95 Vol.-%. Vorzugsweise hat jede emissionsreduzierende Beschichtung (12.2, 12.4, 12.6, 12.7) eine Emissivität von 0.02 oder weniger. Typischerweise sind die vier Scheiben (1, 3, 5, 7) unterschiedlich dick, wobei eine der äusseren Scheiben (1, 7) dicker ist als die inneren Scheiben (3, 5).

Die Kombination der genannten Merkmale führt zu einer hervorragenden Wärmedämmung (also einem niedrigen Ug-Wert), zu einem abgestimmten Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) und einer guten Schalldämmung, ohne dass die Transparenz der Verglasung wesentlich beeinträchtigt ist. Entscheidend ist, dass es durch die richtige Auswahl von technisch unproblematisch zu realisierenden Einzelmassnahmen gelingt, einen Ug-Wert von  $0.2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  oder kleiner zu realisieren.



## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Mehrscheiben-Isolierverglasung mit vier, nämlich zwei äusseren und zwei inneren, Scheiben aus transparentem Material (z.B. Glas), wobei drei Scheibenzwischenräume definiert werden. Dabei ist mindestens eine Oberfläche mindestens einer der Scheiben mit einer emissionsreduzierenden Beschichtung versehen, und mindestens einer der Scheibenzwischenräume hat eine Füllung aus einem Gas zur Reduktion des Wärmedurchgangs.

### Stand der Technik

**[0002]** Es wird schon seit langem daran gearbeitet, Isolierverglasungen mit niedrigem k-Wert bzw. einem kleinen Ug-Wert herzustellen. Während für konventionelle Bauten die heute verfügbaren Isolierverglasungen durchaus zufriedenstellend sind, gibt es bei erhöhten Anforderungen immer noch keine wirklich befriedigenden Fenster. Erhöhte Anforderungen werden z. B. bei Häusern gestellt, die ausschliesslich mit Solarenergie betrieben werden sollen.

**[0003]** Aus der EP 0 916 801 A2 ist eine Zwei-, Drei- oder Mehrfachverglasung mit konventionellem Abstandshalterrahmen aus Metall bekannt. Der Randverbund ist z. B. aus Polysulfid oder Polyurethan oder Silicon hergestellt. Für die Gasfüllung werden Argon, Krypton und Xenon in Betracht gezogen. Ebenfalls wird auf die Vorteile einer Low-E-Beschichtung hingewiesen. Aus der US 5 156 894 ist eine weitere Mehrscheibenisolierverglasung dieser Art bekannt.

**[0004]** An sich ist klar, dass mit zunehmender Anzahl von Scheiben die Wärmedämmung verbessert werden kann. In diesem Sinn schlägt die DE 2 809 682 A1 eine Mehrfachverglasung vor, welche eine dicke äussere Glasscheibe und fünf übrige, der Rauminnenseite zugewandte Glasscheiben aufweist. Anstelle von Luft wird im Scheibenzwischenraum Stickstoffgas verwendet. In der Praxis sind aber Fenster mit sehr vielen Scheiben unhandlich. So bringt z.B. das grosse Gewicht mechanische Probleme bei der Aufhängung mit sich. Auch die Dicke der Verglasungseinheit als ganze kann unhandliche Dimensionen annehmen.

**[0005]** Zur Verringerung des Gewichts wurde schon vorgeschlagen, Mehrscheibenmodule aus Kunststoff zu fertigen (EPO 286 003 A1; EP 0 014 235 A1). Zu erwähnen ist auch der Vorschlag, Kunststoff/Glas-Sandwich-Konstruktionen einzusetzen (US 4 459 789).

**[0006]** Ein anderer Ansatz zur Verbesserung von Verglasungen besteht z.B. darin, die Beschichtungen von Verglasungen zu verbessern (US 6 059 909, EP 0 722 913 A1).

**[0007]** Die EP 0 829 610 A2 zeigt eine Dreifachverglasung auf der Basis von 4-mm-Floatglas. In den Positionen 3 und 5 sind Schichten mit einer Emissivität  $e < 0.1$  aufgebracht. Der Scheibenzwischenraum wird mit einem Edelgas, zum Beispiel Krypton gefüllt. Auf diese Weise soll ein Ug-Wert von  $0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$  erreicht werden.

**[0008]** Weitere Verbesserungsversuche wurden gemacht mit dem Einsatz von Gasmischungen als Füllungen (EP 0 796 818 A1). Um die Wirksamkeit der Gasfüllung einer Isolierverglasung zu optimieren, wird eine Mischung aus Edelgasen vorgeschlagen. Diese enthält 89–95% Krypton, 5–8% Xenon und Restbestandteile. Die thermische Leitfähigkeit der offenbarten Mischung liegt zwischen Krypton und Xenon.

**[0009]** Zudem gibt es Vakuumisolierverglasungen (EP 0 860 406 A1; EP 1 030 023), welche sich auf dem Markt jedoch bis jetzt nicht durchsetzen konnten.

### Darstellung der Erfindung

**[0010]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine dem eingangs genannten technischen Gebiet zugehörige Mehrscheiben-Isolierverglasung zu schaffen, welche einen sehr geringen Wärmedurchgangswert (Ug-Wert) hat.

**[0011]** Die Lösung der Aufgabe ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 definiert. Die Mehrscheiben-Isolierverglasung hat genau vier, nämlich zwei äussere und zwei innere, Scheiben aus transparentem Material (z.B. aus Glas oder Kunststoff). Die beiden äusseren Scheiben begrenzen gleichsam das Volumen der Isolierverglasung. Die zwei inneren Scheiben unterteilen das genannte Volumen in drei Scheibenzwischenräume. Gemäss der Erfindung sind vier Oberflächen der Scheiben mit einer emissionsreduzierenden Beschichtung versehen. Mindestens einer der Scheibenzwischenräume weist eine Gasfüllung auf, wobei ein Gas verwendet wird mit einem hohen Wärmeisulationsvermögen, dessen Molekulargewicht zumindest demjenigen von Krypton entspricht (z.B. Xenon) oder vorzugsweise deutlich grösser ist; der Gesamtfüllgrad des Gases beträgt zudem mindestens 95 Vol.%. Geeignet ist eine Mischung aus Xenon mit einem geringen Anteil (z.B.  $< 10\%$ ) eines anderen Gases (z.B. Krypton).

**[0012]** Die Kombination der genannten Merkmale führt zu einer hervorragenden Wärmedämmung (also einem niedrigen Ug-Wert), zu einem abgestimmten Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) und einer guten Schalldämmung, ohne dass die Transparenz der Verglasung wesentlich beeinträchtigt ist. Entscheidend ist, dass es durch die richtige Auswahl von technisch unproblematisch zu realisierenden Einzelmassnahmen gelingt, einen Ug-Wert von  $0.2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  oder kleiner zu realisieren.

**[0013]** Mit Vorteil hat jede einzelne emissionsreduzierende Beschichtung eine Emissivität von 0.02 oder weniger. Eine derart geringe Emissivität lässt sich mit geeigneten Metallbeschichtungen (z.B. Silber) erreichen. Dies bewirkt eine gute

Wärmedämmung, indem die Wärmeabstrahlung der betreffenden Oberflächen stark vermindert ist. Es ist auch möglich, Low-E-Beschichtungen (Low Emissivity) mit höheren oder sich voneinander unterscheidenden Emissivitätswerten zu verwenden, wobei dann mit anderen Massnahmen dafür gesorgt werden kann, dass der gewünschte Ug-Wert erreicht wird.

**[0014]** Vorzugsweise weisen die vier Scheiben eine unterschiedliche Dicke auf, wobei eine der äusseren Scheiben dicker ist als die inneren Scheiben. Die äusseren Scheiben sind Fremdeinwirkungen (z.B. Schlägen, Luftdruckveränderung der Umgebung, Umwelteinflüssen, Reinigung der Verglasung) stärker ausgesetzt als die inneren. Zum Beispiel kann es bei Erwärmung des Moduls zu erhöhten Innendruck kommen, was zu Ausbauchungen der äusseren Scheiben führen kann. Um störende optische Effekte an einer von aussen betrachteten Glasfassade zu vermeiden, wird die der Gebäudeaussenseite zugewandte Scheibe vorzugsweise dicker als alle anderen gemacht. Die gebäudeinnenseitig auftretenden Verformungen sind nicht störend sichtbar. In gleicher Weise sind barometrische Einflüsse (Höhenunterschied zwischen Produktionsstätte und Einbaustandort) zu beachten.

**[0015]** Ein weiterer Vorteil unterschiedlich dicker Scheiben ist der verbesserte Schallschutz einer derartigen (asymmetrischen) Anordnung, weil der Einfluss der Eigenfrequenz vermindert wird und das gesamte Frequenzspektrum gleichmässiger gedämpft wird. Schliesslich vermindern dünnere Innenscheiben optische Verzerrungen, welche der Durchgang des Lichts durch mehrere Gläser bewirkt. Trotz allem ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass in gewissen Anwendungen alle Scheiben gleich dick sein können.

**[0016]** Mit Vorteil sind zumindest die inneren Scheiben vorgespannte Glasplatten. Das Vorspannen von Glas erhöht die mechanische und thermische Belastbarkeit der Scheiben (z.B. bedingt durch grosse Temperaturdifferenzen innerhalb einer Scheibe). Solche Temperaturdifferenzen treten insbesondere dann auf, wenn die Sonneneinstrahlung stark ist, so dass sich besonders die inneren Scheiben stark aufheizen, und wenn gleichzeitig die Abschattung (z.B. durch Sonnenstoren) nicht alle Teile des Fensters in gleichem Mass betrifft. Die dadurch induzierten Spannungen können bei nicht vorgespannten Gläsern zum Bruch führen.

**[0017]** Alternativ zum Vorspannen können zumindest die inneren Scheiben am Rand längsgeschliffen sein. Die Bearbeitung (Schleifen, Säumen, Rodieren und/oder Polieren) in Längsrichtung verhilft dem Glas zu grösserer mechanischer und thermischer Stabilität, so dass es auch grossen Temperaturunterschieden standhalten kann, ohne dass eine Vorspannung benötigt wird. Die genannte Kantenbearbeitung ist also eine kostengünstige Massnahme zur Verbesserung der Scheiben.

**[0018]** Vorzugsweise sind die Scheiben durch rahmenförmige Abstandshalter aus Edelstahl im Abstand zueinander gehalten. Der Rahmen hält und stabilisiert die Scheiben umlaufend. Edelstahl ist einfach zu bearbeiten und gasdicht. Edelstahl bietet auch eine gute Wärmeisolation.

**[0019]** Es sind anstelle von Abstandshaltern bzw. Rahmen aus Metall auch solche aus Kunststoff bekannt. Grundsätzlich können auch diese eingesetzt werden. Selbstverständlich werden auch die Randabdichtungssysteme verwendet, die aus dem Stand der Technik bekannt sind.

**[0020]** Mit Vorteil sind die Abstandshalter gegenüber dem Rand der Scheiben, welche flächenmässig im Wesentlichen gleich gross sind, nach innen versetzt, und ein Randbereich ist mit einer gasdichten Sekundärdichtung aus beispielsweise Polyurethan (PU), Polysulfid (PS) oder anderen Dichtstoffen versehen. Diese Sekundärdichtung, welche im Bereich zwischen den Abstandshaltern und dem Rand der Scheiben liegt, bewirkt, zusammen mit den rahmenförmigen Abstandshaltern, eine zuverlässige Abdichtung der Scheibenzwischenräume und verhindert so ein Austreten des dort eingeschlossenen Gases und das Eindringen von Wasserdampf.

**[0021]** Vorteilhaft ist es, wenn die Scheibenzwischenräume alle dieselbe Dicke aufweisen, insbesondere ca. 10 mm. Im Zusammenhang mit der Verwendung eines Gases mit einem Molekulargewicht, welches mindestens demjenigen von Krypton entspricht, bewirkt dieser Wert eine gute Wärmedämmung. Trotzdem ist die Gesamtdicke der Verglasung noch nicht so gross, dass wesentliche Lichtverluste oder optische Störeffekte auftreten. Wenn die Scheibenzwischenräume alle dieselbe Dicke aufweisen, können ausserdem für alle Zwischenräume dieselben Mittel zur Beabstandung der Scheiben verwendet werden, also z.B. gleiche rahmenförmige Abstandshalter.

**[0022]** Aus schallisolationstechnischen Überlegungen kann es unter Umständen auch vorteilhaft sein, unterschiedlich grosse Scheibenzwischenräume vorzusehen.

**[0023]** Vorzugsweise bildet mindestens eine der inneren Scheiben eine Durchgangsöffnung, um einen Druckausgleich zwischen den benachbarten Scheibenzwischenräumen zu ermöglichen. Falls Druckdifferenzen zwischen benachbarten Scheibenzwischenräumen herrschen, z.B. weil zwei angrenzende Zwischenräume unterschiedlich stark aufgeheizt worden sind, führt dies zu einer Belastung der dazwischenliegenden Scheibe – eine Durchgangsöffnung verhindert dies auf einfache Art und Weise, indem Gas von einem Zwischenraum in den anderen strömen kann, bis wieder Gleichgewicht herrscht.

**[0024]** Mit Vorteil sind die Low-E-Beschichtungen in den Positionen 2, 4, 6, 7 angeordnet. Dies bedeutet, dass die äusserste Scheibe sowie die zweite und dritte Scheibe jeweils auf ihrer Innenseite beschichtet sind, während die innerste Scheibe auf ihrer äusseren Seite beschichtet ist. Diese Anordnung führt zu einer verbesserten Wärmedämmung und zu einer guten Transparenz der Verglasung. Gleichzeitig ist gewährleistet, dass keine der empfindlichen Beschichtungen von der Aussenseite der Verglasung zugänglich ist, so dass Schäden durch Beeinflussung von aussen verhindert werden.

**[0025]** Aus der nachfolgenden Detailbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche ergeben sich weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Merkmalskombinationen der Erfindung.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0026]** Die zur Erläuterung des Ausführungsbeispiels verwendeten Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 Eine erfindungsgemässe Mehrscheiben-Isolierverglasung im Querschnitt;

Fig. 2 eine Draufsicht auf die Kante der erfindungsgemässen Mehrscheiben-Isolierverglasung.

**[0027]** Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

### Wege zur Ausführung der Erfindung

**[0028]** Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemässe Mehrscheiben-Isolierverglasung im Querschnitt, senkrecht zur Fensterfläche. Die Verglasung weist vier Scheiben 1, 3, 5, 7 aus farbneutralem Weissglas auf, welches einen hohen Lichttransmissionsgrad aufweist, z.B. Floatglas Extraweiss. Die Scheiben 1, 3, 5, 7 haben im Wesentlichen dieselbe Grösse (d.h. dieselbe Länge und Breite), sind parallel zueinander angeordnet und schliessen dadurch drei Scheibenzwischenräume 2, 4, 6 ein. Die Kanten 8.1, 8.3, 8.5, 8.7 sind poliert, was auch die Verletzungsgefahr beim Aufbau und der Handhabung der erfindungsgemässen Verglasung vermindert.

**[0029]** Im Gegensatz zu den Kanten 8.1, 8.7 der äusseren Scheiben 1, 7, welche auf übliche Art und Weise bearbeitet sein können, sind die Kanten 8.3, 8.5 der inneren Scheiben 3, 5 mit einem Längsschliff versehen. Verfahren und Maschinen zum Herstellen von Längsschliffen sind bekannt (vgl. z.B. EP 0 913 231 A1, EP 0 071 541 A1, EP 1 060 833 A1, US 6 196 902).

**[0030]** Die Oberfläche 9.1 der Scheibe 1 bildet die Aussenseite der Verglasung (d.h. sie liegt an der Aussenseite des Gebäudes), die Oberfläche 9.8 der Scheibe 7 bildet die Innenseite der Verglasung (d.h. sie zeigt zum Innenraum des Gebäudes). Die äussere Scheibe 1 weist eine grössere Dicke auf als die weiteren Scheiben 3, 5, 7, die untereinander die gleiche, geringere Dicke haben. Dies verhindert eine Ausbauchung der äussersten Scheibe bei starken Druckveränderungen. Die äussere Scheibe kann z.B. eine Dicke von 6 mm haben und die inneren können eine Dicke von 4 mm aufweisen.

**[0031]** Die Scheiben 1, 3, 5, 7 werden voneinander durch gleichartige und gleich dimensionierte Abstandshalter 10.2, 10.4, 10.6 distanziert, so dass die Zwischenräume 2, 4, 6 dieselbe Dicke, z.B. 10 mm, aufweisen. Die Abstandshalter 10.2, 10.4, 10.6 sind Profile aus einem gasundurchlässigen Material mit guter Wärmeisolation, z.B. aus Edelstahl. Sie enthalten ausserdem ein hygroskopisches Entfeuchtungsmittel. Vier solcher Profile können in an sich bekannter Weise einen rechteckigen Rahmen bilden, welcher zwischen zwei Scheiben eingefügt ist. Der Profilquerschnitt entspricht auf der den Zwischenräumen 2, 4, 6 zugewandten Innenseite dem Abstand der Scheiben 1, 3, 5, 7, während er auf der den Zwischenräumen 2, 4, 6 abgewandten Seite, der Rahmenseite, geringer ist. Dazu bleibt der Profilquerschnitt auf der Innenseite zunächst konstant, etwa in der Mitte der Ausdehnung der Profile parallel zu den Scheibenflächen nimmt der Querschnitt dann linear und beidseitig gleichartig ab; abgeschlossen wird das Profil auf der Rahmenseite durch eine Fläche, welche zur Fläche auf der Innenseite parallel ist und senkrecht zur Scheibenfläche steht. Die Abstandshalter 10.2, 10.4, 10.6 weisen einen gewissen Einstand auf, d.h. die Scheiben 1, 3, 5, 7 ragen über den rahmenseitigen Abschluss der Abstandshalter 10.2, 10.4, 10.6 hinaus. Der Einstand beträgt z.B. 5 mm. Ausserhalb der Abstandshalter 10.2, 10.4, 10.6 sind die Scheibenzwischenräume mit Randabschlüssen 11.2, 11.4, 11.6 aus z.B. Polyurethan (PU) oder Polysulfid (PS) oder gasdichtem Silikon abgeschlossen. Diese Randabschlüsse 11.2, 11.4, 11.6 bilden die Sekundärdichtung, schliessen unmittelbar an die Rahmenseite der Abstandshalter 10.2, 10.4, 10.6 an und füllen den randseitigen Zwischenraum zwischen den Scheiben 1, 3, 5, 7 vollständig aus. (Die Primärdichtungen können durch dünne Schichten von Butylkautschuk zwischen Scheiben und Abstandshalterrahmen gebildet sein.) Die Aussenseite der Randabschlüsse 11.2, 11.4, 11.6 und die Scheibenkanten 8.1, 8.3, 8.5, 8.7 liegen etwa in derselben Ebene und bilden eine durchgehende Fläche.

**[0032]** Die Scheibenzwischenräume 2, 4, 6 sind mit Xenon gefüllt, einem Inertgas, welches den Wärmedurchgang reduziert. Der Gesamtfüllgrad beträgt ca. 97 Vol.-% oder mehr. Jeweils eine Oberfläche der Scheiben 1, 3, 5, 7 weist eine Low-E-Beschichtung 12.2, 12.4, 12.6, 12.7 auf, nämlich die innere Oberfläche 9.2 der äusseren Scheibe 1 (Position 2), die innere Oberfläche 9.4 der Scheibe 3 (Position 4), die innere Oberfläche 9.6 der Scheibe 5 (Position 6) und die äussere Oberfläche 9.7 der Scheibe 7 (Position 7). Diese Anordnung hat den Vorteil, dass die verletzlichen beschichteten Scheibenoberflächen in der Verglasung innen liegen, so dass sie nicht beschädigt werden können. Bei der Beschichtung handelt es sich um eine Low-E-Beschichtung mit einer Emissivität von ungefähr  $\varepsilon = 0.02$ . Sie ist farbneutral, d.h. das Licht, welches die Verglasung passiert, wird spektral (für das menschliche Auge) nicht wesentlich verändert. Die Beschichtung ist reflektierend und bewirkt, dass ein wesentlicher (bzw. überwiegender) Teil der Wärme-Energie nicht aus einem Raum nach aussen verloren geht, sondern zurück in den Raum reflektiert wird. Dadurch wird der Wärmeverlust beträchtlich verringert.

**[0033]** Eine derart aufgebaute Scheibe weist einen ausserordentlich tiefen Ug-Wert von ca. 0.2 W/m<sup>2</sup>K auf.

**[0034]** Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf eine Kante der erfindungsgemässen Verglasung. Die Scheiben 1, 3, 5, 7 sind durch (in Fig. 2 nicht sichtbare) Abstandshalter in der gewünschten gegenseitigen Distanz gehalten. Dichtungsmassen

aus Polyurethan (PU) oder Polysulfid (PS) oder gasdichtem Silikon füllen den Raumbereich, der durch die benachbarten Scheiben, den dazwischen liegenden Abstandshalter und die Aussenkanten der Scheiben definiert sind. Die so gebildeten Randabschlüsse 11.2, 11.4, 11.6 verhindern in Verbindung mit den zwischen Scheiben und Abstandshalterrahmen vorgesehenen Kleberschichten, dass die Gasfüllung aus den Zwischenräumen 2, 4, 6 austreten oder dass Wasserdampf in die Zwischenräume eintreten kann. Die Kanten 8.1, 8.7 der äusseren Scheiben 1, 7 sind auf übliche Art und Weise poliert, so dass Verletzungen beim Aufbau und der Handhabung der Verglasung vermieden werden. Die Kanten 8.3, 8.5 der inneren Scheiben hingegen wurden in Längsrichtung bearbeitet, d.h. geschliffen, gesäumt, radiert und/oder poliert; sie weisen also einen Längsschliff auf. Dies bewirkt eine höhere mechanische Belastbarkeit der inneren Scheiben. Weil diese Scheiben 3, 5 besonders grosse Kräfte bei einer Erwärmung (z.B. durch Sonnenlicht) der Verglasung erfahren, führt deren höhere mechanische Belastbarkeit zu einer höheren thermischen Belastbarkeit der gesamten Verglasung. Es wurde festgestellt, dass ein thermisches Vorspannen der inneren Scheiben 3, 5 aufgrund der längsgeschliffenen Kanten nicht erforderlich ist. Die Richtung des Schliffs ist bei Betrachtung mit Geräten geeigneter optischer Auflösung an der Oberflächenstruktur erkennbar.

**[0035]** Anstelle nur der inneren Scheiben können zusätzlich auch eine oder beide der äusseren Scheiben längsgeschliffene Kanten aufweisen. Alternativ können eine, mehrere oder alle Scheiben mit längsgeschliffenen Kanten durch thermisch vorgespannte Scheiben, z.B. durch Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG), ersetzt werden. Auch der Ersatz einer oder mehrerer Glasscheiben, insbesondere der Mittelscheiben, durch Scheiben aus Kunststoff oder anderen transparenten Materialien ist möglich.

**[0036]** Zum Druckausgleich unter den Zwischenräumen 2, 4, 6 können die inneren Scheiben 3, 5 jeweils eine Durchgangsöffnung haben, so dass die Zwischenräume miteinander kommunizieren.

**[0037]** Die Scheibendicken können variiert werden, insbesondere können alle Scheiben dieselbe Dicke aufweisen oder die Dicken der raumseitigen drei Scheiben können sich voneinander unterscheiden. Anstelle von polierten Kanten können auch unbehandelte oder anders behandelte Kanten vorgesehen werden.

**[0038]** Die Positionen der Low-E-Schichten sind nicht auf die beschriebenen beschränkt, sondern können andersartig gewählt werden. Die Abstandshalter können aus einem anderen, vorzugsweise gasdichten, Material als Edelstahl hergestellt werden; ihr Einstand kann ausserdem variiert werden, z.B. zwischen 3–50 mm. Für die Sekundärdichtung kann anstelle von PU oder PS auch ein anderes gas- und wasserdampfdichtes Material eingesetzt werden. Schliesslich kann anstelle von Xenon auch ein anderes Gas verwendet werden, mit einem Molekulargewicht, welches vorzugsweise grösser ist als dasjenige von Krypton. Auch der Gesamtfüllgrad kann zwischen 95 und 100% anders gewählt werden.

**[0039]** Selbstverständlich ist die Erfindung für unterschiedlichste Profilquerschnitte geeignet. Die zu wählende Form ergibt sich aus den Umständen der konkreten Anwendung. Deshalb ist die Erfindung nicht auf die rechteckigen Rahmen beschränkt.

**[0040]** Zusammenfassend ist festzustellen, dass die erfindungsgemässe Mehrscheiben-Isolierverglasung mit heute verfügbarer Technologie Ug-Werte erreicht, die an der Grenze dessen sind, was physikalisch möglich ist.

## Patentansprüche

1. Mehrscheiben-Isolierverglasung mit genau vier, nämlich zwei äusseren (1, 7) und zwei inneren (3, 5) Scheiben aus transparentem Material, vorzugsweise Glas, wobei drei Scheibenzwischenräume (2, 4, 6) definiert werden, wobei mindestens einer der Scheibenzwischenräume (2, 4, 6) eine Füllung aus einem einen Wärmedurchgang reduzierenden Gas hat, dadurch gekennzeichnet, dass
  - a) vier Oberflächen (9.2, 9.4, 9.6, 9.7) der Scheiben mit einer emissionsreduzierenden Beschichtung (12.2, 12.4, 12.6, 12.7) versehen sind,
  - b) dass als Gas eines mit hohem Wärmeisoliationsvermögen verwendet wird, und
  - c) dass ein Gesamtfüllgrad von mindestens 95 Vol.-% vorhanden ist.
2. Mehrscheiben-Isolierverglasung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jede emissionsreduzierende Beschichtung (12.2, 12.4, 12.6, 12.7) eine Emissivität von 0.02 oder weniger hat.
3. Mehrscheiben-Isolierverglasung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die vier Scheiben (1, 3, 5, 7) unterschiedlich dick sind, und dass eine der äusseren Scheiben (1, 7) dicker ist als die inneren Scheiben (3, 5).
4. Mehrscheiben-Isolierverglasung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die inneren Scheiben (3, 5) vorgespannte Glasplatten sind.
5. Mehrscheiben-Isolierverglasung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die inneren Scheiben (3, 5) einen Kantenlängsschliff haben.
6. Mehrscheiben-Isolierverglasung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheiben durch rahmenförmige Abstandshalter aus Edelstahl (10.2, 10.4, 10.6) im Abstand zueinander gehalten sind.
7. Mehrscheiben-Isolierverglasung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheiben (1, 3, 5, 7) flächemässig im Wesentlichen gleich gross sind, dass die Abstandshalter (10.2, 10.4, 10.6) gegenüber einem Rand der

Scheiben nach innen versetzt sind und dass ein Randbereich mit einer gasdichten Sekundärdichtung (11.2, 11.4, 11.6) versehen ist.

8. Mehrscheiben-Isolierverglasung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibenzwischenräume (2, 4, 6) alle dieselbe Dicke aufweisen, insbesondere ca. 10 mm.
9. Mehrscheiben-Isolierverglasung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der inneren Scheiben (3, 5) eine Durchgangsöffnung bildet, um einen Druckausgleich zwischen den benachbarten Scheibenzwischenräumen (2, 4, 6) zu ermöglichen.
10. Mehrscheiben-Isolierverglasung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtungen (12.2, 12.4, 12.6, 12.7) in den Positionen 2, 4, 6, 7 angeordnet sind.

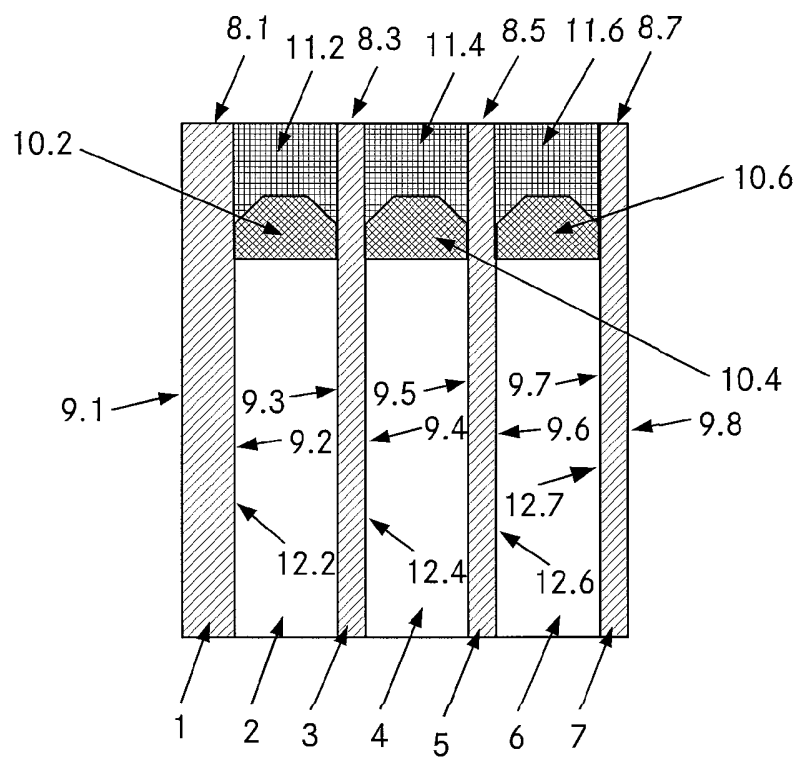


Fig. 1

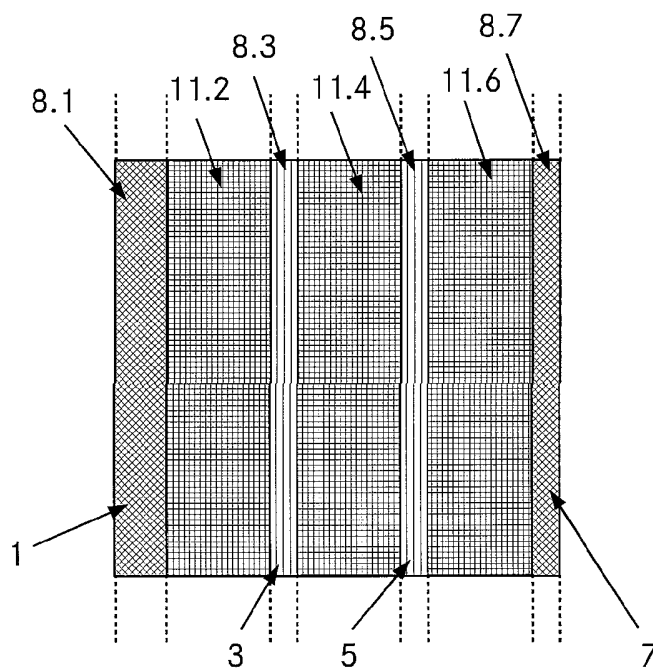


Fig. 2