



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 658 099 A5

⑤① Int. Cl. 4: E 06 B 5/16  
E 06 B 3/66  
C 03 C 27/12

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑲ Gesuchsnummer: 3985/82

⑳ Anmeldungsdatum: 29.06.1982

⑳ Priorität(en): 30.06.1981 DE 3125597

㉔ Patent erteilt: 15.10.1986

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 15.10.1986

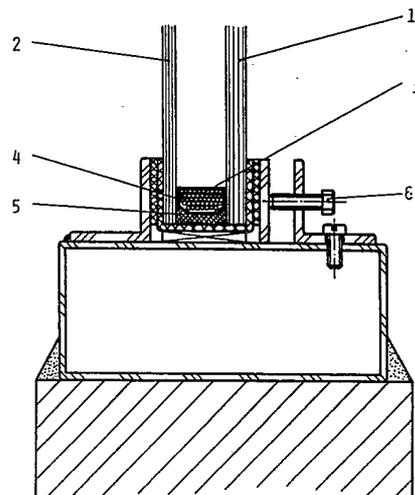
⑦③ Inhaber:  
Schott Glaswerke, Mainz 1 (DE)

⑦② Erfinder:  
Kiefer, Werner, Dr., Mainz (DE)  
Lucius, Viktor, Bischofsheim (DE)

⑦④ Vertreter:  
Rottmann Patentanwälte AG, Zürich

⑤④ **Mehrscheiben-Isolierverglasung.**

⑤⑦ Die Mehrscheiben-Isolierverglasung ist mindestens aus zwei Scheiben (1, 2) aufgebaut von den mindestens eine Scheibe eine Brandschutzscheibe ist. Sie ist so beschaffen, dass sie im Aufheizprozess weder durch die Temperaturdifferenz zwischen Scheibenmitte und Scheibenrand noch durch den Innendruck zerspringt. Eine Scheibe mit einem Produkt aus linearer Wärmeausdehnung  $\alpha$  und Elastizitätsmodul E von kleiner als  $0,4N/mm^2k$  und einer Erweichungstemperatur von  $\geq 800^\circ C$  übersteht den Aufheizprozess, wenn in den ersten 15 Min. des Brandverlaufes ein Abbau der Druckvorspannung erfolgt.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Mehrscheiben-Isolierverglasung, bei welcher mindestens eine der Glasscheiben eine Brandschutzscheibe ist, die einem Brandtest nach DIN 4102, entsprechend der Einheits-temperaturkurve, über mindestens 30 min widersteht, und Abstandshalter zwischen den Scheiben vorgesehen sind, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

a) die Brandschutzscheibe besteht aus einem Glas oder einer Glaskeramik, für das bzw. die das Produkt aus linearer Wärmeausdehnung  $\alpha$  und Elastizitätsmodul  $E \leq 0,4 \text{ N}/(\text{mm}^2\text{K})$ , und

b) die Erweichungstemperatur  $E_w$  des Glases bzw. der Glaskeramik ist mindestens  $800^\circ\text{C}$ ;

c) die Brandschutzscheibe weist in der Oberflächenschicht eine Druckvorspannung  $\sigma \geq \alpha \times E \times 180 - 30) \text{ N}/\text{mm}^2$  auf;

d) die Isolierverglasung ist derart aufgebaut, dass sie ausser der Brandschutzscheibe eine gleich dicke oder dünnere Glasscheibe aus einem Glas mit dem Produkt  $\alpha \times E \geq 0,6 \text{ N}/(\text{mm}^2\text{K})$  aufweist, und/oder

e) die Isolierverglasung enthält geeignete Mittel, um in den ersten 15 min nach Beginn des Brandtests einen Druckausgleich zwischen dem Inneren des Bauelements und seiner Umgebung zu erreichen.

2. Isolierverglasung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brandschutzscheibe in der Oberflächenschicht eine Druckvorspannung  $\sigma \geq (\alpha \times E \times 320 - 30) \text{ N}/\text{mm}^2$  aufweist.

3. Isolierverglasung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Brandschutzscheibe aus einem Glas mit dem Produkt  $\alpha \times E = 0,2 \text{ N}/(\text{mm}^2\text{K})$ , sowie einer Erweichungstemperatur  $E_w$  von  $815^\circ\text{C}$  besteht, und dass die durch thermisches Vorspannen erzeugte Druckvorspannung  $\sigma \geq 34 \text{ N}/\text{mm}^2$  beträgt.

4. Isolierverglasung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brandschutzscheibe aus einer durchsichtigen Hochquarz-Mischkristall enthaltenden Glaskeramik mit dem Produkt  $\alpha \times E \leq 0,09 \text{ N}/\text{mm}^2\text{K}$  und mit einer Erweichungstemperatur  $E_w > 1000^\circ\text{C}$  besteht.

5. Isolierverglasung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass diese Mittel zum Druckausgleich aus Ventilen bestehen, die entweder auf Temperaturanstieg oder auf Druckanstieg im Luftzwischenraum zwischen den Isolierglasscheiben ansprechen.

6. Isolierverglasung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei thermisch vorgespanntem Brandschutzglas mit  $0,09 \leq \alpha \times E \leq 0,4 \text{ N}/(\text{mm}^2\text{K})$  die Ventile so eingestellt sind, dass sie bei einem Innendruck öffnen, der in der Scheibe eine Spannung von  $\leq 20 \text{ N}/\text{mm}^2$  verursacht.

7. Isolierverglasung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Brandschutzglas mit  $\alpha \times E < 0,09 \text{ N}/(\text{mm}^2\text{K})$  die Ventile so eingestellt sind, dass sie bei einem Innendruck öffnen, der in der Scheibe eine Spannung von  $\leq 40 \text{ N}/\text{mm}^2$  verursacht.

8. Isolierverglasung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass sie ausser einer Brandschutzscheibe eine oder mehrere Scheiben aufweist, die eine Sollbruchstelle haben.

9. Isolierverglasung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass seine Scheiben durch einen dauerelastischen Kleber miteinander verklebt sind, der DIN 4102 erfüllt.

10. Isolierverglasung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstandshalter aus einem Material bestehen, das unterhalb  $700^\circ\text{C}$  nicht schmilzt.

11. Isolierverglasung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstandshalter in den Eckbereichen verstärkt sind.

5

Infolge der Energieverknappung wird bereits in vielen Ländern bei Aussenverglasungen die Isolierverglasung gesetzlich vorgeschrieben. Somit erhebt sich automatisch auch die Forderung nach Brandschutz-Isolierverglasung, denn in einigen Aussenbereichen ist auch der Einbau von Brandschutzverglasungen unerlässlich.

15 Wenn z.Z. auch noch davon ausgegangen werden muss, dass selbst bei Hochhäusern nicht die gesamte Aussenverglasung aus Brandschutz-Isolierverglasung bestehen wird, so kann die Brandschutz-Isolierverglasung doch sinnvollen Einsatz finden in Treppenhausverglasungen, Verglasungen neben Treppenräumen, in Eckbereichen von Gebäuden, bei denen zwei Brandabschnitte aufeinandertreffen, oder bei Hochhäusern unterschiedlicher Nutzung.

20 Ziel der vorliegenden Erfindung ist eine Isolierverglasung, die einem Brandtest nach DIN 4102, Ausgabe vom 25 September 1977 entsprechend der Einheitstemperaturkurve, ETK, (Fig. 1), über mindestens 30 min, vorzugsweise 60 und 90 min, widersteht. Zu den technischen Forderungen, die an eine normale Isolierverglasung zu stellen sind, kommt somit noch die Forderung nach einem Brandschutz hinzu. Die beanspruchte Brandschutz-Isolierverglasung soll somit die Bedingungen einer G 30-Verglasung bzw. G 60- oder G 90-Verglasung erfüllen.

Es sind im wesentlichen drei Gruppen von G-Einfachverglasungen bekannt, die sich in ihrer Wirkungsweise deutlich unterscheiden.

Die erste Gruppe ist das Drahtglas. Ohne besondere Vorkehrungen widersteht es dem Brandtest nur 30 min (G 30), da es bereits nach wenigen Sekunden zerspringt und nach 30 min zu fließen beginnt. Soll das Drahtglas dem Brandtest länger widerstehen, dann müssen in den Glasrand Löcher gebohrt und muss das Glas mit Stiften am Rahmen befestigt werden. Das weiche Glas hängt dann im Drahtnetz, das seinerseits an den Stiften hängt. Für beschränkte Scheibengrößen lassen sich so Brandzeiten von 90 min (G 90) erreichen.

Die zweite Gruppe von G-Einfachverglasungen sind Gläser mit einem niedrigen Produkt aus Wärmedehnung und Elastizitätsmodul und einer hohen Erweichungstemperatur ( $> 800^\circ\text{C}$ ), die zusätzlich thermisch vorgespannt sind. Diese Gläser überstehen den Aufheizprozess, ohne zu zerspringen. Durch die hohe Erweichungstemperatur des Glases erreichen diese Gläser Standzeiten von G 90 und G 120. Ein Glas dieser Gruppe ist auf dem Markt unter dem Handelsnamen PYRAN (Glaswerke SCHOTT) erhältlich.

Die dritte Gruppe von G-Einfachverglasungen umfasst die durchsichtigen Glaskeramiken (ROBAX, Glaswerke SCHOTT). Diese Glaskeramiken enthalten einen hohen Anteil an Hochquarz-Mischkristallen, die der Glaskeramik eine extrem niedrige Wärmeausdehnung von  $\leq \pm 1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  zwischen  $0^\circ\text{C}$  und  $500^\circ\text{C}$  verleihen. Aufgrund der geringen Wärmeausdehnung sind diese Gläser gegen die im Aufheizprozess auftretenden Temperaturdifferenzen völlig unempfindlich. Der hohe kristalline Phasengehalt verleiht diesen Gläsern eine hohe Temperaturbelastbarkeit. Diese Gläser können dem Brandtest sogar über 240 min widerstehen, ohne zu deformieren.

65 Unter dem Namen CONTROFLAMM G (Vereinigte Glaswerke) sind auch Mehrfachverglasungen bekannt, die dem Feuer jedoch nur maximal 60 min (G 60) widerstehen.

Sie bestehen aus thermisch vorgespannten handelsüblichen Fensterglasscheiben mit einem speziellen Lochrahmensystem.

Demgegenüber genügt die erfindungsgemässe Isolierverglasung sowohl den technischen Forderungen einer normalen Isolierverglasung als auch den brandschutztechnischen Forderungen einer G-Verglasung nach DIN 4102.

Bei der Klassifizierung der Baustoffe nach DIN 4102 wird das Verhalten der Baustoffe in der Entwicklungsphase eines Brandes und bei der brandschutztechnischen Einstufung von Bauteilen die Standzeit bei vollentwickeltem Brand untersucht. Die Prüfung erfolgt nach der international einheitlichen Temperatur-Zeit-Kurve mit einem speziellen Brandofen, in dem ein Überdruck von  $10 \pm 2$  Pa herrscht. Danach werden die Verglasungen den Feuerwiderstandsklassen G und F (T) zugeordnet.

G-Verglasungen nach Teil 5, DIN 4102 sollen den Flammen- und Brandgasdurchtritt über die Branddauer von 30, 60, 90, 120 und 180 min verhindern, so dass auf der vom Feuer abgekehrten Seite keine Flammen oder entzündbaren Gase auftreten. Diese G-Verglasungen müssen einschliesslich ihrer Halterungen, Befestigungen und Fugen beim Brandversuch als Raumabschluss wirksam bleiben.

Die erfindungsgemässe Mehrscheiben-Isolierverglasung ist durch die Merkmale im Anspruch 1 gekennzeichnet.

Die Isolierglasscheiben, die dem Feuer über mehr als 60 Minuten widerstehen sollen, können durch Abstandhalter getrennt sein, die aus einem Material bestehen, das unterhalb  $700^\circ\text{C}$  nicht schmilzt, und die vorzugsweise in den beiden oberen Ecken eine Verstärkung enthalten.

Die Verklebung der Scheiben kann durch einen organischen Kleber erfolgen, der DIN 4102 erfüllt, d. h. der schwer entflammbar und/oder selbstverlöschend ist.

Von den bisher bekannten G-Verglasungen unterscheidet sich die beanspruchte G 90-Isolierverglasung dadurch, dass sie neben den brandschutztechnischen Eigenschaften die Eigenschaften einer normalen Isolierverglasung erfüllt. Von den bisher bekannten G-Mehrfachverglasungen unterscheidet sie sich durch den einfacheren Rahmenaufbau. Für die beanspruchte G-Isolierverglasung wird kein spezieller Lochrahmen benötigt.

Zur Erläuterung der Erfindung wird im folgenden kurz auf die Problematik von Brandschutz-Isolierverglasungen eingegangen.

Auf beiliegenden Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 – 4 verschiedene Diagramme,

Fig. 5 eine Brandschutz-Isolierverglasung in einem Stahlrahmen,

Fig. 6 einen Schnitt durch eine Brandschutz-Isolierverglasung,

Fig. 7 und 8 weitere Ausführungen einer Brandschutz-Isolierverglasung und

Fig. 9 einen Abstandhalter aus Stahlprofilrohr.

Wie bei den Einfachverglasungen müssen auch bei den Brandschutzisolierverglasungen im Brandtest zwei Phasen, die Aufheizphase und die Brandphase, unterschieden werden. Während der Aufheizphase entstehen auch bei den Scheiben der Isolierverglasung Temperaturdifferenzen zwischen den heissen Scheibenmitten und den abgedeckten Scheibenrändern. Diese Temperaturunterschiede können in den Scheiben Zugspannungen  $\sigma_{\Delta T}$  verursachen und zur Zerstörung der Scheiben führen. Im Gegensatz zur Einfachverglasung entstehen bei der Isolierverglasung zusätzliche Spannungen  $\sigma_{ID}$ , die auf den Innendruck zurückzuführen sind.

Wie bei den Einfachverglasungen muss auch bei den Brandschutz-Isolierverglasungen dafür Sorge getragen werden, dass während des Brandtests keine Öffnung entsteht,

d. h. dass zumindest eine Brandschutzscheibe im Rahmen verbleibt und den Raumabschluss gewährt.

Gegenüber der normalen Isolierglasherstellung kommt noch erschwerend hinzu, dass die verwendeten dauerelastischen Kittes, die heute üblicherweise eingesetzt werden, schwer entflammbar und/oder selbstverlöschend sein müssen.

Die Brandschutzscheibe soll so beschaffen sein, dass sie im Aufheizprozess weder durch die Temperaturdifferenz zwischen Scheibenmitte und Scheibenrand noch durch den Innendruck zerspringt. Es wurde gefunden, dass Brandschutzscheiben mit einem Produkt aus linearer Wärmeausdehnung  $\alpha$  und Elastizitätsmodul  $E$  von  $\leq 0,40$  N/(mm<sup>2</sup>K), einer Druckvorspannung ( $\sigma_{Vorsp.}$ ) in der Glasoberfläche von  $\sigma_{Vorsp.} \geq (\alpha \times E \times 180 - 30)$  [N/mm<sup>2</sup>] und einer Erweichungstemperatur von  $\geq 800^\circ\text{C}$  den Aufheizprozess überstehen, wenn in den ersten 15 min des Brandverlaufes ein Abbau der Druckvorspannung erfolgt.

Die an einer erfindungsgemässen zweifachen Isolierverglasung gemessenen Temperaturdifferenzen, die in der Aufheizphase des Brandtests zwischen der Scheibenmitte und dem Scheibenrand auftreten, sind in Fig. 2 gegen die Aufheizzeit aufgetragen. Die Messungen erfolgten an einer Isolierverglasung aus zwei 6 mm PYRAN-Brandschutzscheiben von 1 m  $\times$  1 m bei einem Glasabstand von 12 mm. Der Isolierverbund besass ein Ventil aus Wood'schem Metall zum Druckausgleich und war in einem Stahlrahmen mit einer 25 mm hohen Glashalteleiste eingebaut. Die Glasabdeckung betrug 20 mm. Die Temperaturdifferenz  $\Delta T$  durchlief auf der dem Feuer zugekehrten Seite nach etwa 10 min ihren maximalen Wert von etwa 320 K. Auf der feuerabgekehrten Seite erreicht sie nach 15 min einen maximalen Wert von  $180^\circ\text{C}$ .

Der Druckausgleich in den ersten 15 min nach Beginn des Brandtests kann durch ein Temperaturventil, ein Druckventil oder durch entsprechende Auswahl bzw. Behandlung der restlichen Isolierglasscheiben erfolgen.

Für vorgespannte Gläser mit einem Produkt aus Wärmeausdehnung  $\alpha$  und Elastizitätsmodul  $E$  von

$$0,09 < \alpha \times E < 0,4 \text{ [N/(mm}^2\text{K)]}$$

sollte die Belastung durch den Innendruck  $\sigma_{ID} \leq 20$  N/mm<sup>2</sup> möglichst nicht überschreiten. Bei Gläsern mit  $\alpha \times E < 0,09$  N/(mm<sup>2</sup>K) sollte die Belastung durch den Innendruck  $\leq 40$  N/mm<sup>2</sup> sein.

Für Druckausgleichsventile, die auf Temperatur ansprechen, sind in Fig. 3 die Ansprechtemperaturen in Abhängigkeit von der Länge der kleinsten Kante für beide Glasarten ( $\sigma_{ID} \leq 20$  N/mm<sup>2</sup> und  $\sigma_{ID} \leq 40$  N/mm<sup>2</sup>) aufgetragen. Als Temperaturventil kann z. B. ein Ventil mit Wood'schem Metall eingesetzt werden. Aber auch jedes andere Ventil, das auf eine Temperatur anspricht, die unterhalb der gezeichneten Linie liegt, kann erfindungsgemäss eingesetzt werden, z. B. auch org. Materialien oder Lösungen mit anderen thermischen Effekten, wie Bimetalleffekt. Die Temperaturkurven hängen etwas von der Dicke der Glasscheiben ab.

Für Druckausgleichsventile, die auf Druck ansprechen, sind in Fig. 4 die Ansprechdrücke gegen die kürzeste Kantenlänge aufgetragen. Auch hier sind die Kurven aufgezeichnet, die zu einer zusätzlichen Belastung der Scheiben von 20 bzw. 40 N/mm<sup>2</sup> durch den Innendruck führen. Bei Scheiben mit  $\geq 1$  m kürzester Kantenlänge ändert sich der Ansprechdruck kaum noch. Die Druckventile eignen sich besser für kleine Isolierverglasungen als für grosse. Bei grossen Isolierverglasungen müssen sehr empfindliche Druckventile eingebaut werden. Dieser Effekt lässt sich dadurch erklären, dass sich grosse Scheiben wesentlich stärker auswölben als kleine Scheiben.

Die Isolierverglasung kann erfindungsgemäss auch so aufgebaut sein, dass der Druckausgleich durch das frühzeitige Zerspringen der restlichen Scheiben erfolgt, während die Brandschutzscheibe unbeschädigt bleibt.

Die restlichen Scheiben müssen so frühzeitig zerspringen, dass die Zugspannungen im Brandschutzglas, die durch die Temperaturdifferenz ( $\sigma_{\Delta T}$ ) zwischen Scheibenrand und Scheibenmitte und durch den Innendruck ( $\sigma_{iD}$ ) entstehen, stets kleiner sind als deren Gesamtfestigkeit ( $\sigma_{BZ}$ )

$$\sigma_{BZ} > \sigma_{\Delta T} + \sigma_{iD}$$

$\sigma_{BZ}$  = Gesamtfestigkeit = Biegezugfestigkeit N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{\Delta T}$  = Spannung durch Temperaturdifferenz Scheibenmitte-Scheibenrand

$\sigma_{iD}$  = Spannung durch Innendruck.

Die Gesamtfestigkeit eines Glases setzt sich zusammen aus der Grundfestigkeit  $\sigma_G$  und der Druckvorspannung  $\sigma_{Vorsp.}$ , falls die Scheibe vorgespannt ist. Die Grundfestigkeit enthält auch die Kantenfestigkeit. Damit die restlichen Scheiben vor der Brandschutzscheibe zerspringen, muss folgende Bedingung erfüllt sein

$$(\sigma_G + \sigma_{Vorsp.} - \sigma_{\Delta T} - \sigma_{iD})_{BSG} > (\sigma_G + \sigma_{Vorsp.} - \sigma_{\Delta T} - \sigma_{iD})_{\text{restl. Glasscheiben.}}$$

Der kritische Fall entsteht, wenn die Brandschutzscheibe dem Feuer zugekehrt ist. In diesem Fall entsteht in dem Brandschutzglas durch Temperaturdifferenz nach 15 min Branddauer die Zugspannung

$$\sigma_T = \alpha_1 \times E_1 \times 320 \text{ (Brandschutzglas),}$$

und in der auf der feuerabgekehrten Seite befindlichen Glasscheibe die Zugspannung

$$\sigma_{\Delta T} = \alpha_2 \times E_2 \times 180 \text{ (restl. Glasscheiben).}$$

Bei gleich dicken Glasscheiben ist  $\sigma_{iD}$  in beiden Scheiben gleich und fällt somit aus der Gleichung.

Ein erfindungsgemässer Isolierverbund kann somit aus einer Brandschutzscheibe gemäss der oben gegebenen Definition und einer gleich dicken oder dünneren Glasscheibe mit  $\alpha \times E \geq 0,6 \text{ N/(mm}^2\text{K)}$  (z.B. Fensterglas) ohne zusätzliches Ventil bestehen. Bei gleichen Abmessungen und gleichem Innendruck werden dünne Scheiben durch den Innendruck stets stärker belastet als dickere Scheiben. Sind die restlichen Scheiben dünner als das Brandschutzglas, dann zerspringen sie wesentlich rascher als diese.

Sollen aus sicherheitstechnischen Gründen die restlichen Glasscheiben aus Sicherheitsglas, d.h. aus Gläsern mit einer Druckvorspannung von etwa  $100 \text{ N/mm}^2$  bestehen, dann müssen diese Scheiben entweder eine definierte Verletzung enthalten, die ihre Festigkeit auf die Festigkeit einer normalen Scheibe reduziert, oder sie müssen um mehr als einen Millimeter dünner sein als die Brandschutzgläser.

Neben dem Aufheizprozess spielt die Branddauer eine wesentliche Rolle für die Wahl des Aufbaus der Isolierverglasung und deren Einbau in einen Rahmen. Es wurde gefunden, dass auch Isolierverglasungen mit Standzeiten von 60 und 90 min hergestellt werden können, wenn für die Dauer des Brandtests ein ausreichender Anpressdruck erhalten bleibt. Der Anpressdruck bleibt während des gesamten Brandtests erhalten, wenn der Abstandshalter zwischen den Isolierglasscheiben aus einem Material besteht, das unterhalb  $700^\circ\text{C}$  nicht schmilzt. Als besonders günstig hat sich ein Abstandshalter aus Stahlprofilrohr bewährt. Da die Brandschutzscheiben aus Glas mit  $0,09 \leq \alpha \times E \leq 0,4 \text{ N/(mm}^2\text{K)}$

und  $E_w 800^\circ\text{C}$  bereits vor Erreichen der 90 min weich zu werden beginnen, besitzen sie die Neigung, den Abstandshalter nach unten zu ziehen. So muss z.B. ein Stahlprofilrohr, entsprechend den Scheibenabmessungen, eine ausreichende Wandstärke aufweisen und/oder in der Eckverbindung eine Verstärkung enthalten, die den Abstandshalter an einem Absinken hindert. Die Eckverstärkung kann beispielsweise aus einem etwas längeren, über Eck verschweisstem Vollstahl bestehen, der in das Stahlhohlprofil eingeschoben ist. Der Vollstahl sollte umso weiter in das Hohlprofil hineinragen, je grösser die Scheibendurchmesser sind. Die Eckverstärkung verhindert auch ein zu starkes Ausbeulen des Abstandshalters nach unten aufgrund dessen thermischer Wärmeausdehnung.

Da nach DIN 4102 bei gegen Feuer widerstandsfähigen Verglasungen auf der feuerabgekehrten Seite keine Flammen über längere Zeiträume entstehen dürfen, müssen der organische Kleber und die Dichtungslippen des Rahmens aus selbstverlöschenden Materialien bestehen.

Die Feuerwiderstandsdauer von 60 min wird mit der erfindungsgemässen Isolierverglasung nach DIN 4102 nur dann erreicht, wenn die Isolierverglasung in einen Rahmen eingebaut wird, der über die gesamte Zeit des mehr als 60-minütigen Brandtests einen vorgegebenen Anpressdruck aufrecht erhält.

Der Glaseinstand im Rahmen soll für die G 60- und G 90-Brandschutzisolierverglasungen  $20 \pm 3 \text{ mm}$  betragen. Die nachstehenden Ausführungsbeispiele sollen zur weiteren Erläuterung der Erfindung beitragen.

#### Beispiel 1

In Fig. 5 ist eine Brandschutz-Isolierverglasung, eingebaut in einem Stahlrahmen, dargestellt. Die Brandschutz-Isolierverglasung besteht aus einer thermisch vorgespannten Brandschutzscheibe 1 von 6 mm Dicke und einer nicht vorgespannten Fensterglasscheibe von 4 mm Dicke. Die Brandschutzscheibe 1 besteht aus einem Borosilicatglas mit  $\alpha \times E = 0,20 \text{ N/(mm}^2\text{K)}$ , einer Druckvorspannung von  $\sigma_{Vorsp.} = 40 \text{ N/mm}^2$  und einer Erweichungstemperatur von  $E_w = 815^\circ\text{C}$ . Der Abstandshalter 3 besteht aus einem Stahlprofilrohr, das mit Molekularsieb gefüllt und zum Innenraum geschlitz ist. Durch eine Wasserdampfdiffusionssperre 4 und durch eine dauerelastische, schwer entflammbare, selbstverlöschende Masse 5 ist die Isolierverglasung verklebt und der Innenraum nach aussen abgedichtet.

Die Brandschutz-Isolierverglasung wird durch Anpressung mit Schrauben 6 oder Kippleisten während des Brandtests im Falz gehalten und somit ein Herausrutschen im Brandfall verhindert.

#### Beispiel 2

Die Fig. 6 zeigt den Schnitt einer Brandschutz-Isolierverglasung mit einer 6 mm Brandschutzscheibe 7 und einer 6 mm Fensterglasscheibe 8. Die Brandschutzscheibe 7 besteht aus einer durchsichtigen Glaskeramik mit der Wärmeausdehnung  $\alpha = 0,1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Der  $E_w$  dieser Glaskeramik lässt sich aufgrund der vorhandenen Kristalle nicht exakt bestimmen. Er liegt jedoch über  $1000^\circ\text{C}$ .

#### Beispiel 3

Die Fig. 7 zeigt eine Brandschutz-Isolierverglasung mit zwei 6 mm dicken Brandschutzscheiben 1 und einem Druckventil 9 mit Membrane 10. Bei den Brandschutzscheiben handelt es sich um die in Beispiel 1 beschriebenen Brandschutzscheiben. Die Abmessung der Scheiben beträgt  $400 \text{ mm} \times 1200 \text{ mm}$ . Die Druckmembrane ist so ausgelegt, dass sie bei einem Innendruck von  $0,01 \text{ N/mm}^2$  zerreisst.

#### Beispiel 4

Die Fig. 8 zeigt eine Brandschutz-Isolierverglasung, bestehend aus einer 6 mm dicken, thermisch vorgespannten Brandschutzscheibe 1, entsprechend Beispiel 1, und einer 6 mm dicken, thermisch vorgespannten Fensterglasscheibe. Der Druckausgleich im Brandfall erfolgt durch ein Ventil 12, das auf Temperatur anspricht. Ein Aluminiumröhrchen ist

mit einem niedrig schmelzenden Wood'schen Metall 13 verschlossen.

#### Beispiel 5

In Fig. 9 ist ein Abstandshalter aus Stahlprofilrohr mit einer Eckverstärkung aus massivem Stahl dargestellt. Die Eckverstärkung ist besonders für den oberen Abstandshalter wichtig, aber auch in den unteren Ecken bringt er eine, wenn auch geringe, Verbesserung.

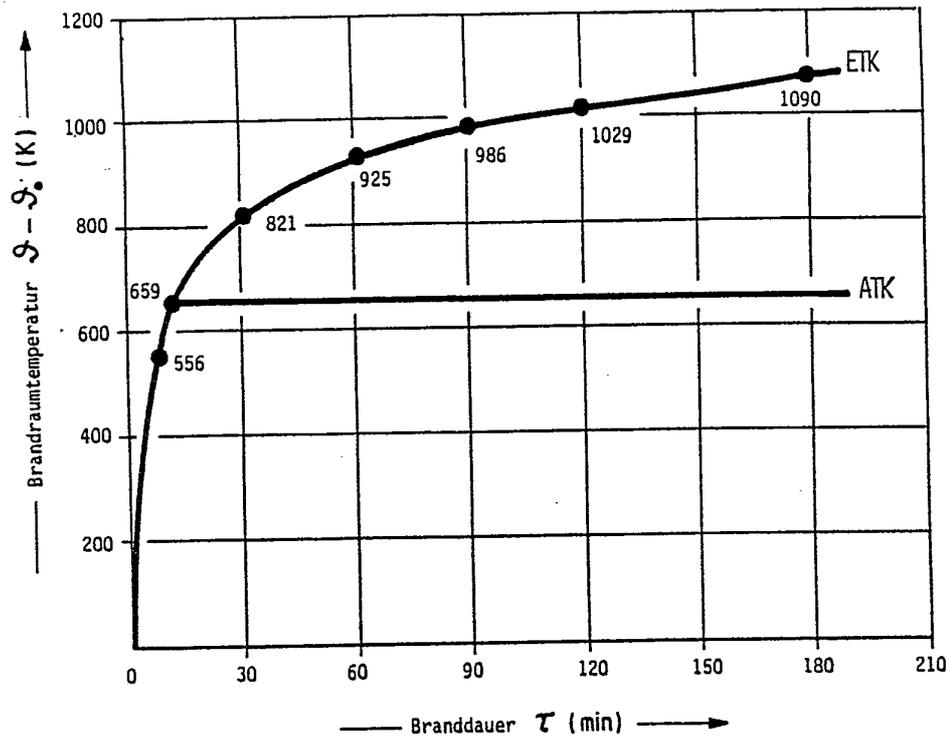


FIG. 1

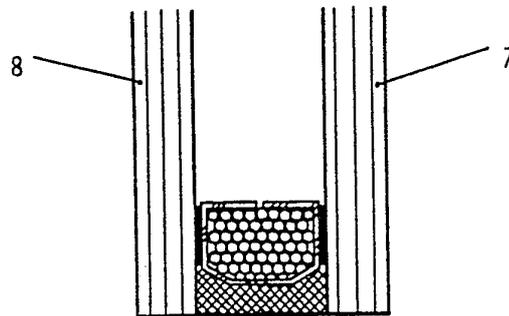


FIG. 6

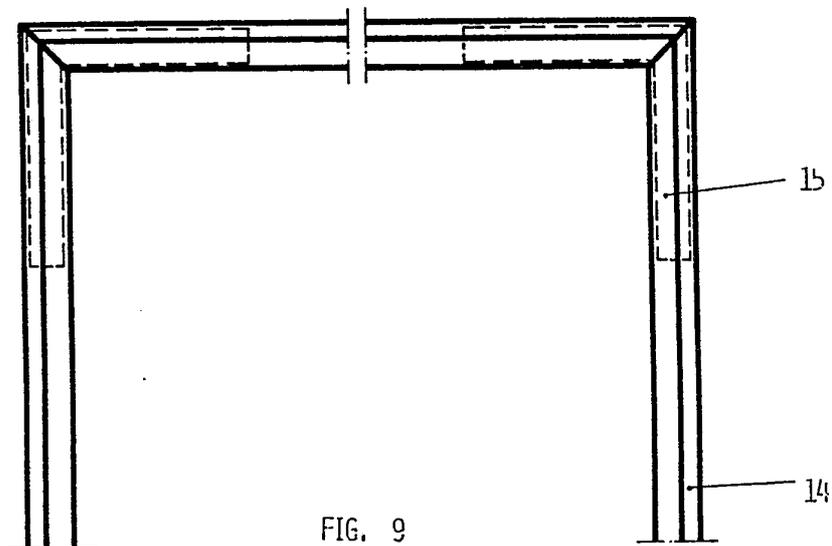


FIG. 9

FIG. 2

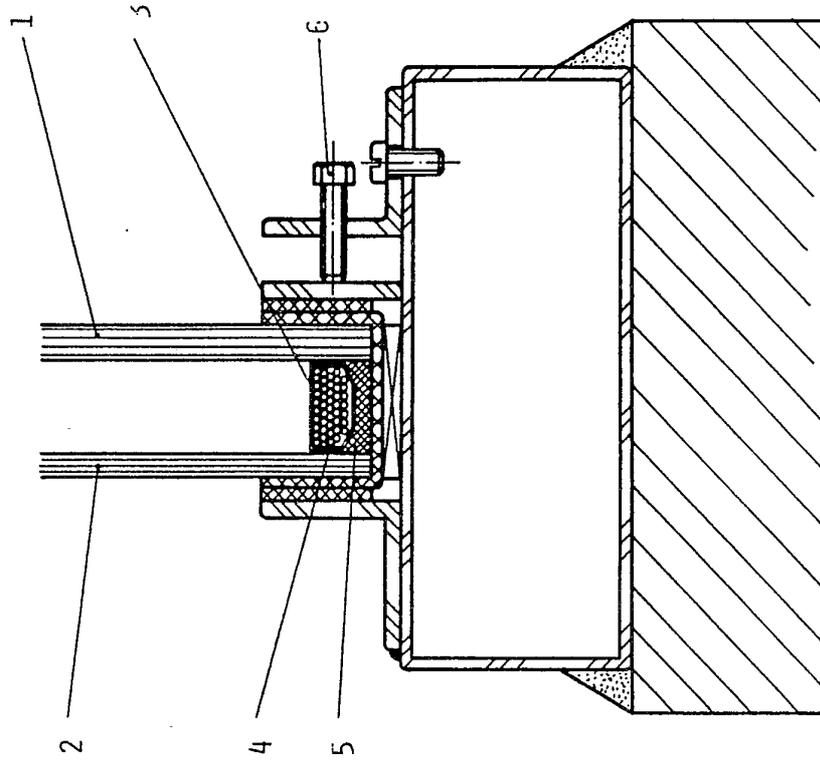
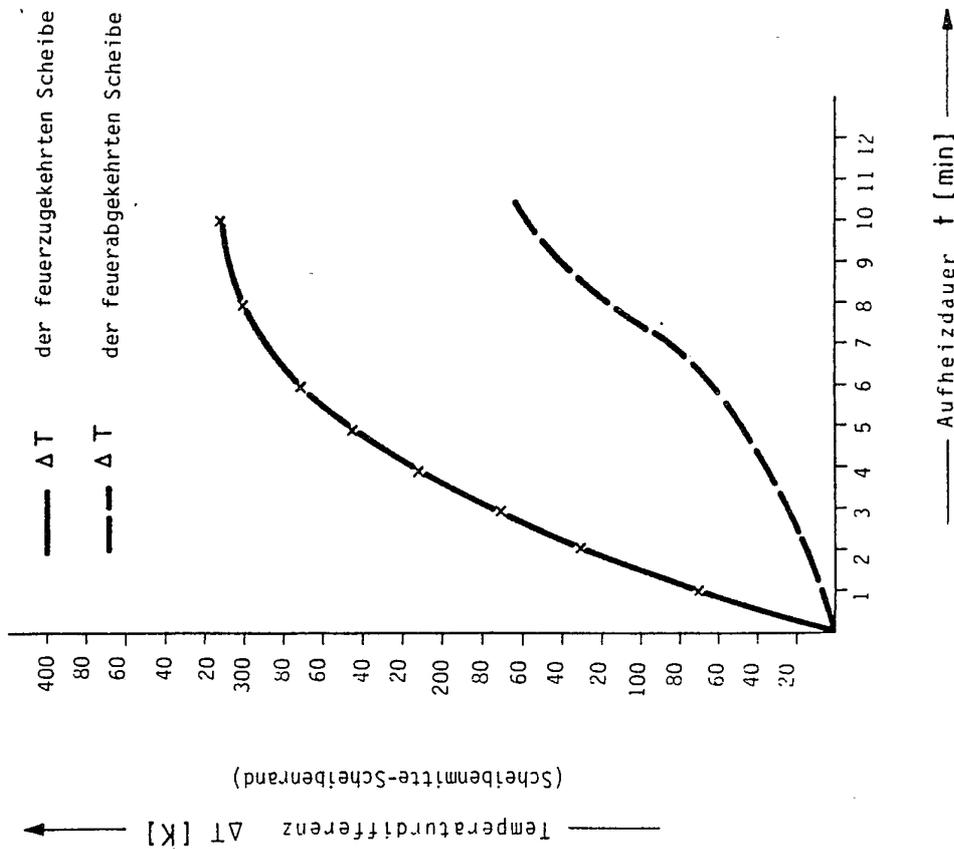
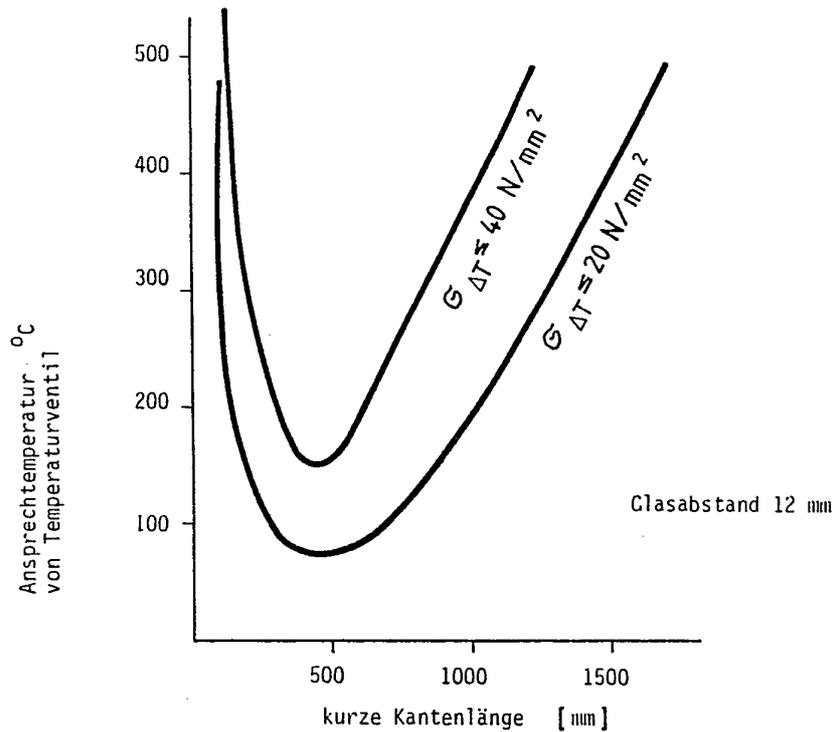


FIG. 5

Figur 3



Figur 4

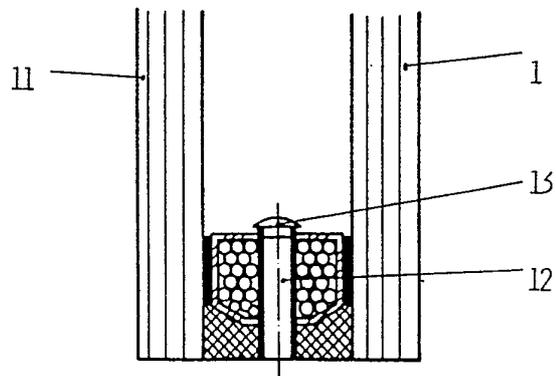
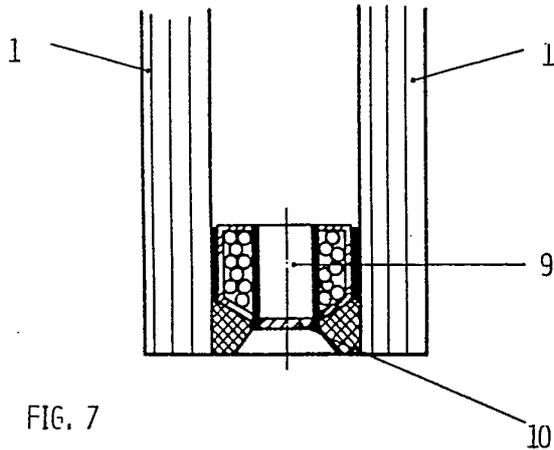
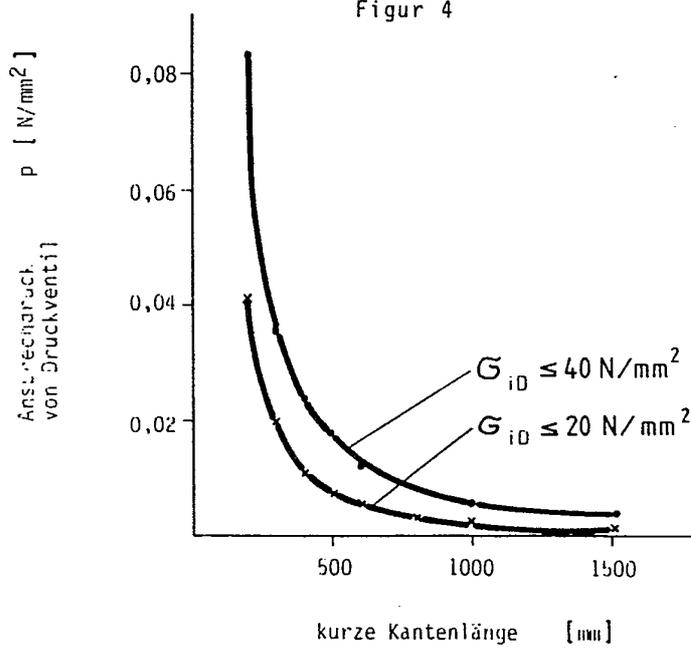


FIG. 8