(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. November 2012 (01.11.2012)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/146575 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
*E06B 3/54* (2006.01) *E06B 3/56* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/057441

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. April 2012 (24.04.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 588/2011 27. April 2011 (27.04.2011) AT

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN** [AT/AT]; Karlsplatz 13, A-1040 Vienna (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **HOCHHAUSER, Werner** [AT/AT]; Rathausplatz 4, A-4560 Kirchdorf (AT). **WINTER, Wolfgang** [AT/AT]; Prinz Eugenstraße 34-9, A-1040 Wien (AT). **KREHER, Klaus** [CH/CH]; Schlösslihalde 15k, CH-6006 Luzern (CH).

(74) Anwälte: **GRABHERR, Claudia** et al.; Reichsratsstraße 13, A-1010 Wien (AT).

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

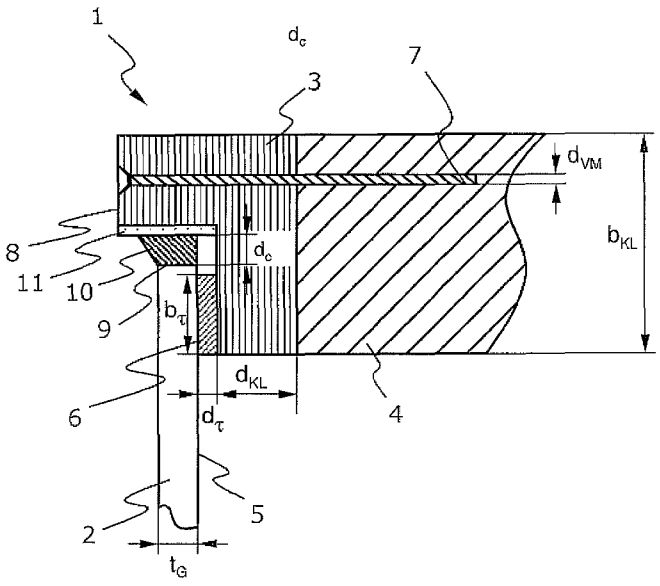
(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

(54) **Title**: COMBINED STRUCTURE OF A GLASS PANE AND A FRAME STRUCTURE

(54) **Bezeichnung** : VERBUNDKONSTRUKTION AUS EINER GLASSCHEIBE UND EINER RAHMENKONSTRUKTION

Fig. 2a




(57) **Abstract**: The invention relates to a combined structure (1) of a glass pane (2) and a frame structure (4). On a flat face (5), the glass pane (2) is peripherally connected to a coupling element (3) by means of an adhesive (6), the coupling element (3) being connected to the frame structure (4). At least one wedging means (10) is non-adhesively secured between an end face (9) of the glass pane (2) and the coupling element (3). The invention also relates to a method for dimensioning such a combined structure.

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung betrifft eine Verbundkonstruktion (1) aus einer Glasscheibe (2) und einer Rahmenkonstruktion (4), wobei die Glasscheibe (2) umfangsseitig an einer Flachseite (5) über ein Klebemittel (6) mit einem, mit der Rahmenkonstruktion (4) verbundenen Koppelelement (3) verbunden ist, wobei zwischen einer Stirnseite (9) der Glasscheibe (2) und dem Koppelelement (3) zumindest ein Verklotzungsmittel (10) nicht haftend angebracht ist, sowie ein Verfahren zur Dimensionierung einer derartigen Verbundkonstruktion.

WO 2012/146575 A1

**Veröffentlicht**:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

**Verbundkonstruktion aus einer Glasscheibe und einer Rahmenkonstruktion“**

Die Erfindung betrifft eine Verbundkonstruktion aus einer Glasscheibe und einer Rahmenkonstruktion, wobei die Glasscheibe umfangsseitig an einer Flachseite über ein Klebemittel mit einem, mit der Rahmenkonstruktion verbindbaren Koppelelement verbunden ist, sowie ein Verfahren zur Dimensionierung einer derartigen Verbundkonstruktion.

Glasscheiben werden seit Jahrhunderten in Wänden, Decken und Dächern eingebaut. In der Regel werden die Glasscheiben in Rahmen eingesetzt, die dann mit der jeweiligen Wand- oder Deckenkonstruktion verbunden werden oder selbst Bestandteil der Tragkonstruktion sind. Für die Rahmen werden unterschiedliche Materialien und Geometrien verwendet (von Holz über Kunststoff und Gusseisen bis hin zu glasfaserverstärkten Profilen). Zur Verbindung der Glasscheibe mit dem Rahmen können die Scheiben unter Verwendung von Klötzen in den Rahmen eingespannt werden, es ist jedoch auch eine umlaufende Verklebung der Scheibe bekannt.

Zeitgenössischen Ansprüchen der Architektur nach filigranen Glaskonstruktionen, einer bauphysikalischen Optimierung und nicht zuletzt nach dem Baustoff Holz, welchem in Zeiten umweltpolitischen Wandels mehr und mehr an Bedeutung zukommt, wird mit der Verwendung derartiger Holz-Glas Verbundkonstruktionen Rechnung getragen.

Der Fügepartner Holz weist in Belangen der Thermodynamik wohl die größten Vorteile für Verbundkonstruktionen mit Glas auf. Diesem Vorteil steht jedoch der große Nachteil des geringen Aussteifungspotentials, das Leichtbaustoffe wie Holz aufweisen, gegenüber. Entsprechend begegnet werden kann dieser Problematik mit eingeklebten Glasscheiben, welche dann im Verbund mit Holz zur Aussteifung von Gebäuden oder zur vertikalen Lastabtragung in Form von Holz-Glas-Verbundträgern herangezogen werden können.

Neuere Entwicklungen im Bereich der Klebetechnik ermöglichen es heute, Holz-Glas-Verbundkonstruktionen im konstruktiven Ingenieurbau anzuwenden. Der Fügepartner Glas kann aufgrund seiner sehr guten Materialeigenschaften über die vorteilhaften transparenten und bauphysikalischen Möglichkeiten hinaus nun auch als tragendes Element genutzt werden.

Um jedoch das große Potenzial von Glasscheiben als tragende Elemente in Verbundscheiben, -trägern oder -platten ausschöpfen zu können bedarf es eines gleichmäßigen Lasteintrags über Verbindungsmittel, deren Härte unterhalb jener der Glasscheibe angesiedelt sein muss. Es ist wesentlich, dass die Glasscheibe mit keinen Werkstoffen in Berührung kommt die härter sind als die Glasscheibe selbst um Oberflächenbeschädigungen weitestgehend ausschließen zu können. Klebstoffe erfüllen diese Bedingung und sorgen zudem für einen gleichmäßigen Lasteintrag ins Glas, übernehmen Dichtungsfunktionen und können thermische oder hygrische Differenzbewegungen kompensieren. Die Verwendung steifer Klebstoffe bietet sich bei größeren Laststufen an.

Es ist insbesondere zu berücksichtigen, dass der horizontal (bzw. vertikal zur Systemachse) abzuleitende Lastabtrag in Extremsituationen (Erdbeben, Anprall von Fahrzeugen, etc.) höhere Werte annehmen kann als infolge von Windbeanspruchungen. Verbundkonstruktionen, die als tragende Elemente konzipiert sind, müssen für die Aufnahme derartiger Belastungsspitzen dimensioniert werden.

Aus der AT 502 470 A1 ist es bekannt, eine Glasscheibe umfangsseitig an einer Flachseite mit einem Klebemittel an einem mit der Rahmenkonstruktion verbindbaren Koppelelement zu verbinden. Es ist aus dieser Druckschrift insbesondere bekannt, derartige Koppelelemente als gezahnte Koppelleisten auszuführen, um durch ein Ineinandergreifen zweier Koppelleisten schmale

Ansichtsbreiten der Stiele zu erhalten, wodurch die Randleisten nach der Befestigung des Verbundelements an der Tragkonstruktion überdeckt werden können. Die Glasscheibe kann vorzugsweise bereits im Werk staubfrei mit dem Koppelelement bzw. der Koppelleiste verklebt werden. Nach einer entsprechenden Aushärtezeit des Klebstoffs kann das fertige Holz-Glas-Verbundelement auf die Baustelle geliefert werden und durch einfache Verschraubung von außen auf eine hölzerne Rahmenkonstruktion montiert werden.

Das Klebemittel zwischen der Koppelleiste und der Glasscheibe wird im Stand der Technik üblicherweise mittels Silikonen ausgeführt. Die Verbindung der Koppelleiste mit der Rahmenkonstruktion erfolgt im Allgemeinen durch selbstbohrende Schrauben, welche zentrisch in den Überlappungsbereich zwischen Koppelleiste und Rahmenkonstruktion eingebracht werden.

Eine derartige Verbundkonstruktion ermöglicht jedoch im Allgemeinen einen zu geringen Lastabtrag angreifender Horizontalkräfte pro Laufmeter der Glasscheibe, um Ansprüchen der modernen Architektur nachkommen zu können. Es besteht demnach ein Bedürfnis, Holz-Glas Verbundkonstruktionen zu schaffen, die einen höheren Lastabtrag horizontal angreifender Kräfte ermöglichen.

Aus dem Stand der Technik ist weiters seit langem bekannt, statt dem umfangsseitigen Klebemittel zwischen der Glasscheibe und dem Koppelelement ein oder mehrere Verklotzungsmittel vorzusehen, die den Zweck haben, die Glasscheibe in den Rahmen einzuspannen. Zu diesem Zweck wird zwischen der Stirnseite der Glasscheibe und dem Koppelelement eine Fuge freigelassen. In diese Fuge wird das Verklotzungsmittel eingebracht.

Diese Verklotzungsmittel werden jedoch im Allgemeinen nicht danach ausgewählt, einen möglichst hohen Lastabtrag zu gewährleisten, sondern

danach, das Eigengewicht der Glasscheibe abzutragen und die Glasscheibe möglichst schonend in das Koppelelement einzuspannen. Es können hierbei auch beidseitig haftende Materialien verwendet werden, um schädliche Bewegungen der Glasscheibe möglichst zu vermeiden.

Derartige Verklotzungsmittel haben jedoch den entscheidenden Nachteil, dass sie sowohl am Koppelement als auch an der Stirnseite der Glasscheibe haften. Somit werden nicht nur Druckkräfte, sondern auch Schub- und Zugkräfte übertragen. Eine Belastung durch direkte Zugkräfte, sollte jedoch aus Gründen der Sicherheit der Glasscheibe jedenfalls vermieden werden. In den herkömmlichen Konstruktionen stellt dies kein Problem dar, da herkömmliche Konstruktionen nicht für den horizontalen Lastabtrag bestimmt sind – eine direkte Zugbelastung tritt demnach nicht auf.

Darüber hinaus besteht aus dem Stand der Technik keine Möglichkeit, Holz-Glas-Verbundkonstruktionen normativ zu berechnen und zu bemessen. Zwar bietet die Normungsreihe der ÖNORM B 3716 die Möglichkeit, Glaskonstruktionen zu bemessen, auf Glas-Verbundkonstruktionen mit anderen Fügepartnern wie Holz wird jedoch nicht eingegangen.

Um den technischen Entwicklungen folgen zu können und diese Neuentwicklungen dem Markt zugänglich zu machen, bedarf es einer Möglichkeit der Berechnung des Tragverhaltens der Konstruktionselemente. Ohne diese Möglichkeit kann auch eine noch so gute Konstruktion durch den Fachmann nicht allgemein gültig statisch berechnet und statisch berücksichtigt werden. Den gültigen Normen entsprechend müssen geeignete Bemessungskonzepte Sicherheitskriterien definieren um damit eine sichere Anwendung der Holz-Glas-Verbundbauweise zu gewährleisten.

Existierende Federmodelle zur Berechnung von Holz-Glas-Verbundkonstruktionen basieren einerseits allein auf einer Modellierung der Verformung des verwendeten Klebemittels aufgrund der auftretenden

Schubkräfte (Berechnung der Schubspannung im Klebemittel), und andererseits auf einer Modellierung der Stauchung der Verklotzungsmittel aufgrund der auftretenden Druckkräfte (Berechnung der Druckspannung im Verklotzungsmittel). Die über existierende Federmodelle berechenbaren Kopfverschiebungen, welche das maßgebende Gebrauchstauglichkeitskriterium darstellen, ergeben sich ausschließlich aus der Gleitung des Klebemittels bzw. der Stauchung des Verklotzungsmittels. Dies mag für sehr weiche Klebstoffsysteme, bei denen die Verformungen aller anderen Bauteilkomponenten im Vergleich zu jenen der Klebesysteme vernachlässigbar klein werden, gültig sein, doch nicht für sehr steife Verklotzungsmittel wie beispielsweise Epoxidharze oder semielastische Klebemittel wie beispielsweise Acrylate.

Die technische Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht demnach darin, die Nachteile der Konstruktionen aus dem Stand der Technik zu überwinden und eine Verbundkonstruktion zu schaffen, die eine erhöhte horizontale bzw. vertikale Lastabtragsfähigkeit aufweist, die einfach in hohen Stückzahlen ohne übermäßigen Aufwand produziert werden kann, und für diese Konstruktion ein Verfahren zur Dimensionierung und Bemessung zu schaffen, welches es dem Fachmann erst erlaubt, die erfindungsgemäße Verbundkonstruktion auf einfache Weise unter Einhaltung vorgegebener Sicherheitsschwellwerte zu fertigen.

Die erfindungsgemäß Aufgabe wird dadurch gelöst, dass zwischen einer Stirnseite der Glasscheibe und dem Koppelelement zumindest ein Verklotzungsmittel nicht haftend anbringbar ist.

Zu diesem Zweck kann zwischen der Stirnseite der Glasscheibe und dem Koppelelement eine Fuge zum Einbringen des Verklotzungsmittels vorgesehen sein. Durch das nicht haftende Einbringen des Verklotzungsmittels wird eine Druckübertragung zwischen dem Koppelelement und der Glasscheibe ermöglicht und gleichzeitig eine

Übertragung von Zugkräften und Schubbeanspruchungen ausgeschlossen. Die Glasscheibe wird also primär auf Druck beansprucht, wodurch es erstmals möglich wird, die Glasscheibe materialgerecht als aussteifendes Konstruktionselement zu verwenden.

Es kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass zwischen dem Verklotzungsmittel und dem Koppelelement oder zwischen dem Verklotzungsmittel und der Stirnseite der Glasscheibe eine Trennschicht vorgesehen ist, um zu erreichen, dass zwischen dem Koppelelement und der Stirnseite der Glasscheibe keine Zugkräfte (oder Schubbeanspruchungen) übertragen werden. Diese Trennschicht kann insbesondere als Klebeband, Kunststofffolie, Metallfolie, Papier, Textilgewebe oder dergleichen ausgeführt sein. Die Dicke der Trennschicht spielt dabei keine Rolle, wesentlich ist deren Eigenschaft, zu verhindern, dass das Verklotzungsmittel an dem Koppelelement haftet. Bei sehr dicken Trennschichten wäre jedoch die Federsteifigkeit der Trennschicht für die Dimensionierung zu berücksichtigen.

Vorzugsweise kann die Trennschicht an der dem Koppelelement zugewandten Seite des Verklotzungsmittels angebracht sein, da die andere, der Glasscheibe zugewandte Seite des Verklotzungsmittels nicht vollflächig an der Glasscheibe anliegen kann, da die Glasscheibe möglicherweise unregelmäßig verlaufende Kanten aufweist (insbesondere bei der Verwendung von Floatglas mit gebrochenen Kanten).

Die Elastizität des Verklotzungsmittels und die Schubsteifigkeit des Klebemittels kann an den jeweiligen Anwendungsbereich und die voraussichtlich zu übertragenden Horizontalkräfte angepasst werden. So kann beispielsweise für eine dünne Glasscheibe ein elastischeres Verklotzungsmittel als für eine dicke Glasscheibe gewählt werden, um die Druckdiagonale zu entlasten und damit z.B. die Beulgefahr zu verringern.

Das Verklotzungsmittel kann vorzugsweise so ausgeformt sein, dass es einen trapezförmigen Querschnitt aufweist, wobei die Basis des Trapezes, also die längere Seite, dem Koppelelement zugewandt ist.

Das Koppelelement kann insbesondere als Koppelleiste ausgeführt sein. Koppelelement und/oder Rahmenkonstruktion können aus Holz, Kunststoff, oder aus anderen Materialien bestehen.

Zur Dimensionierung dieser erfindungsgemäßen Verbundkonstruktion erstreckt sich die Erfindung weiters auf ein Verfahren welches folgende Schritte umfasst:

i. Bestimmung der Einwirkungen für Scheiben- und Plattenbeanspruchung sowie für Klimalasten;
ii. Bestimmung von Geometrie- und Materialparametern der Konstruktionselemente;
iii. Berechnung äquivalenter Federsteifigkeiten der Konstruktion an Hand eines vereinfachten Federmodells;
iv. Bestimmung der Lastverteilung auf Schubfeld- und Druckdiagonale;
v. Berechnung der Kopfverschiebung der Glasscheibe, der Schubspannung im Klebemitte und der Druckspannung im Verklotzungsmittel unter Benutzung des vereinfachten Federmodells;
vi. Prüfung ob alle berechneten Werte innerhalb vorab bestimmter Sicherheitsschranken liegen;
vii. Prüfung ob Widerstandswerte anderer Bauteilkomponenten (Glas, Verbindungsmittel, etc.) den Einwirkungen infolge Schubspannung im Klebemittel und Druckspannung im Verklotzungsmittel genügen.

Dem erfindungsgemäßen Verfahren kann insbesondere ein Federmodell zugrunde gelegt werden, welches einen ersten Zweig zur Modellierung der

Schubbeanspruchung des Klebemittels und einen zweiten, parallelen Zweig zur Modellierung der Druckbeanspruchung des Verklotzungsmittels umfasst.

Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass zur Modellierung der Schubbeanspruchung des Klebemittels Federelemente zur Modellierung folgender Effekte vorgesehen sind:

i. Verformung des Klebemittels;
ii. Verformung des Koppelelements;
iii. Verformung der Verbindungsmittel;
iv. Verformung der Rahmenkonstruktion;
v. Verformung der Glasscheibe.

Weiters kann vorgesehen sein, dass zur Modellierung der Druckbeanspruchung des Verklotzungsmittels Federelemente zur Modellierung folgender Effekte vorgesehen sind:

i. Verformung der Glasscheibe;
ii. Verformung des Klebemittels und des Verklotzungsmittels;
iii. Verformung der Verbindungsmittel;
iv. Verformung des Koppelelements;
v. Verformung der Rahmenkonstruktion;
vi. Verformung von Rahmengelenken der Rahmenkonstruktion.

Insbesondere erstreckt sich die Erfindung auch auf ein Computerprogramm welches ein erfindungsgemäßes Verfahren implementiert, und auf eine Verbundkonstruktion welche nach einem erfindungsgemäßen Verfahren dimensioniert wurde.

Weitere Merkmale der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens sind den Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren zu entnehmen.

Es wird nun die gegenständliche Erfindung anhand exemplarischer Ausführungsbeispiele näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1a: eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Holz-Glas-Verbundkonstruktion;

Fig. 1b: eine schematische Ansicht eines Details eines alternativen Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Holz-Glas-Verbundkonstruktion;

Fig. 2a den Querschnitt entlang der Linie II-II in Fig. 1b;

Fig. 2b den Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Verklotzungsmittel ;

Fig. 3a: eine schematische Darstellung der Schubkräfte in einer erfindungsgemäßen Verbundkonstruktion;

Fig. 3b: eine schematische Darstellung der Druckkräfte auf die Verklotzungsmittel in einer erfindungsgemäßen Verbundkonstruktion;

Fig. 4: das vereinfachte Federmodell zur Verwendung in einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Dimensionierungsverfahrens;

Fig. 5: ein schematisches Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Dimensionierungsverfahrens;

Fig. 6: eine schematische Darstellung des Bemessungsdiagramms zur Verwendung in dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Fig. 1a zeigt eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Verbundkonstruktion 1. Die Verbundkonstruktion 1 umfasst eine Glasscheibe 2 und zumindest ein Koppelelement 3. Das Koppelelement 3 weist einen Vorsprung 8 auf, der zumindest in einem Bereich (beispielsweise in dem Bereich, in dem die Verklotzungsmittel angebracht werden) oder umlaufend über den Rand der Glasscheibe 2 hinausreicht, um das Koppelelement 3 an einer Rahmenkonstruktion 4 zu verbinden. Zu diesem Zweck verfügt das Koppelelement 3 über mehrere

Verbindungsmittel 7, beispielsweise Schrauben, Stifte oder Nägel, mit denen das Koppelelement 3 an der Rahmenkonstruktion 4 befestigt werden kann.

Die Rahmenkonstruktion 4 umfasst weiters ein oder mehrere Verbindungsmittel in Form von Rahmengelenken 15 in ihren Ecken. Zwischen der Glasscheibe 2 und dem Koppelelement 3 befindet sich eine Fuge 20 zum Einbringen des Verklotzungsmittels 10. Es können im Bereich des Verklotzungsmittels 10 eine höhere Anzahl an Verbindungsmitteln 7 vorgesehen sein.

Die Glasscheibe 2 ist an dem Koppelelement 3, bzw. an den einzelnen Komponenten des Koppelelements 3, in der bekannten Art und Weise befestigt, insbesondere durch ein Klebemittel 6 in Form eines Klebstoffes oder dergleichen. Das Klebemittel 6 ist umlaufend am Umfang einer Flachseite 5 der Glasscheibe angebracht.

Darüber hinaus ist der Vorsprung 8 des Koppelelements 3 derart ausgestaltet, dass er über die Ebene der Glasscheibe 2 hinausragt, wie dies im Schnitt II-II in Fig. 2a deutlich sichtbar ist. Dies erlaubt es, zwischen der Stirnseite 9 der Glasscheibe 2 und dem Vorsprung 8 des Koppelelements 3 ein Verklotzungsmittel 10 nicht haftend anzubringen, welches die Glasscheibe 2 mit dem Koppelement 3 verbindet. Somit erfolgt eine Verklotzung der Glasscheibe 2 am Koppelelement 3, welche geeignet ist, Druckspannungen weiterzuleiten, Zug- und Schubbeanspruchungen jedoch nicht weiterleitet.

Fig. 1b zeigt eine schematische Ansicht eines Details eines alternativen Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Verbundkonstruktion 1. In diesem Fall besteht die Glasscheibe 2 aus umfangsseitig gebrochenem Floatglas, was durch einen unregelmäßigen Kantenverlauf angedeutet ist. Entsprechend ist auch die Fuge 20 unregelmäßig. Beim Einfügen eines festen Verklotzungsmittels, wie beispielsweise eines Keils, würde dies zu ungleichmäßiger punktueller Beanspruchung der Glasscheibe führen. Aus

diesem Grund wird als Verklotzungsmittel 10 ein nachträglich aushärtender Nassklebstoff, vorzugsweise ein Epoxidharzkleber, eingefügt, der sich an die unregelmäßige Kante der Glasscheibe anschmiegt und die zu übertragenden Kräfte gleichmäßig einkoppelt. Zwischen dem Verklotzungsmittel 10 und dem Koppelelement 3 ist eine Trennschicht 11 vorgesehen, die verhindert, dass das Verklotzungsmittel 10 an dem Koppelelement 3 haftet.

Fig. 2a zeigt den Querschnitt entlang der Linie II-II in Fig. 1b. Die Verbundkonstruktion 1 umfasst eine Glasscheibe 2 mit einer Flachseite 5 und einer Stirnseite 9, sowie ein Koppelelement 3 und eine Rahmenkonstruktion 4. Die Flachseite 5 der Glasscheibe 2 ist über das Klebemittel 6 an dem Koppelelement 3 angebracht, insbesondere damit verklebt. Diese Verklebung ist elastisch oder semielastisch und erlaubt eine gewisse Bewegung der Glasscheibe 2 in Bezug auf das Koppelelement 3. Das Koppelelement 3 ist über das Verbindungsmittel 7 mit dem Rahmengelenk verbunden. Weiters verfügt das Koppelelement 3 im Bereich dieser Verbindung über einen Vorsprung 8, der sowohl über den Rand der Glasscheibe 2 hinausgeht, als auch die Ebene der Glasscheibe 2 bei Ausführung des Klotzes gemäß Fig. 2b überragt. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, ein Verklotzungsmittel 10 zwischen der Stirnseite 9 der Glasscheibe 2 und dem Koppelelement 3 einzufügen. Dieses Verklotzungsmittel 10 kann vorzugsweise ein Klebstoff, beispielsweise ein Epoxidharzkleber sein. Um zu verhindern, dass das Verklotzungsmittel 10 am Vorsprung 8 des Koppelelements 3 haftet, ist in diesem Ausführungsbeispiel eine Trennschicht 11 vorgesehen, die beispielsweise als Klebeband, Kunststofffolie, Metallfolie, Papier, Textilgewebe oder dergleichen ausgeführt ist. Dadurch wird verhindert, dass sich Zugspannungen oder Schubspannungen auf die Glasscheibe übertragen. Die Verklotzungsmittel 10 können somit ausschließlich Druckspannungen auf die Glasscheibe 2 übertragen.

Fig. 3a zeigt eine schematische Darstellung der Schubspannungen 18 in der erfindungsgemäßen Verbundkonstruktion bei Einleitung einer Horizontalkraft

17. Es bilden sich Schubspannungen 18 zwischen dem Koppelelement 3 und der Glasscheibe 2 aus, die in Richtung der schematisch eingezeichneten Pfeile verlaufen. Diese Schubspannungen 18 wirken direkt auf das Klebemittel 6 ein.

Fig. 3b zeigt eine schematische Darstellung der Druckkräfte 19 in der erfindungsgemäßen Verbundkonstruktion bei Einleitung einer Horizontalkraft 17. Es bilden sich Druckkräfte 19 zwischen dem Koppelelement 3 und der Glasscheibe 2 aus, die in Richtung des schematisch eingezeichneten Pfeils verlaufen. Diese Druckkräfte 19 wirken direkt auf die Verklotzungsmittel 6 ein und können in der gezeichneten Art und Weise in horizontale und vertikale Komponenten aufgeteilt werden.

Fig. 4 zeigt das vereinfachte Federmodell 12 zur Dimensionierung bzw. Berechnung der erfindungsgemäßen Verbundkonstruktion beim Einwirken einer Horizontalkraft 17. Es wird unterschieden zwischen einem Zweig 13 zur Modellierung der Schubbeanspruchung des Klebemittels 6 und einem parallelgeschalteten Zweig 14 zur Modellierung der Druckbeanspruchung des Verklotzungsmittels.

Zur Modellierung der Schubbeanspruchung werden folgende Komponenten berücksichtigt, wobei die Federsteifigkeiten C flächenbezogen sind und die Einheit $N/m^2$ aufweisen:

1. Die Gleitung des Klebemittels 6 längs des Koppelelements 3 wird durch folgende Formel berücksichtigt, wobei $C_{\tau,l}$ eine äquivalente Federsteifigkeit, $G_\tau$ das Schubmodul längs des Klebemittels 6, $b_\tau$ die Breite des Klebemittels 6 und $d_\tau$ die Dicke des Klebemittels 6 bezeichnet:

$$C_{\tau,l} = \frac{G_\tau * b_\tau}{d_\tau}$$

2. Die Gleitung des Koppelelements 3 längs zur Rahmenkonstruktion 4 wird durch folgende Formel berücksichtigt, wobei $C_{KL,l}$ eine äquivalente Federsteifigkeit, $G_{KL}$ das Schubmodul des Koppelelements 3, $b_{KL}$ die Breite des Koppelements 3 und $d_{KL}$ die schubbeanspruchte Dicke des Koppelelements 3 bezeichnet:

$$C_{KL,l} = \frac{G_{KL} * b_{KL}}{d_{KL}}$$

3. Die Verformung der Verbindungsmittel 7 längs des Koppelelements 3 wird durch folgende Formel berücksichtigt, wobei m die Anzahl der Verbindungsmittel pro Längeneinheit, $K_{ser}$ das Verschiebungsmodul pro Scherfuge und Verbindungsmittel, n die Anzahl der Verbindungsmittel des Koppelelements und l die Länge des Koppelelements bezeichnet :

$$C_{VM,l} = m * K_{ser} = \frac{n}{l} * \sqrt{\rho_{BSH} * \rho_{KL}}^{1,5} * \frac{d_{VM}}{23}$$

In dieser Formel wird zur Berechnung von Kser die Dichte der Rahmenkonstruktion $\rho_{BSH}$ und die Dichte des Koppelelements rKL gemittelt. Das Symbol $d_{VM}$ bezeichnet den Durchmesser des Verbindungsmittels gemäß ÖNORM EN 1995-1-1.

4. Die Gleitung der Rahmenkonstruktion 4 längs des Koppelelements 3 berechnet sich durch:

$$C_{R,l} = \frac{G_R * b_R}{d_R}$$

wobei $C_{R,l}$ eine äquivalente Federsteifigkeit, $G_R$ das Schubmodul der Rahmenkonstruktion, $b_R$ die Breite der Rahmenkonstruktion und $d_R$ die Dicke der Rahmenkonstruktion bezeichnet.

5. Die Verzerrung der Glasscheibe 2 berechnet sich aus folgender Gleichung, wobei $C_{G,\gamma}$ eine äquivalente Federsteifigkeit, $G_G$ das Schubmodul und $t_G$ die Dicke der Glasscheibe, $h_G$ die Höhe und $l_G$ die Länge der Glasscheibe bezeichnet:

$$C_{G,\gamma} = \frac{2 * G_G * t_G}{\frac{h_G}{1+h_G/l_G}}$$

Die Beschreibung der Verformungsmöglichkeiten der einzelnen Komponenten durch Federsteifigkeiten ermöglicht nun eine Serienschaltung aller beteiligten Federn:

$$C_{\tau,äq} = k = \left\{ \frac{1}{C_{VM,l}} + \frac{1}{C_{KL,l}} + \frac{1}{C_{\tau,l}} + \frac{1}{C_{R,l}} + \frac{1}{C_{G,\gamma}} \right\}^{-1}$$

und damit eine Rückrechnung aller Systemelastizitäten in eine äquivalenter Federsteifigkeit des Klebemittels 6 aufgrund von Schubbeanspruchungen und damit eine Einführung eines äquivalenten Schubmoduls:

$$G_{äq} = C_{\tau,äq} * \frac{d_\tau}{b_\tau}$$

Analog werden zur Modellierung der Druckbeanspruchung der Verklotzungsmittel 10 folgende Komponenten im Federmodell berücksichtigt. Bei diesen Formeln wird für die Federsteifigkeiten C die Einheit N/m verwendet:

1. Die Stauchung der Glasscheibe wird durch eine äquivalente Federsteifigkeit $C_{G,\varepsilon}$ berechnet:

$$C_{G,\varepsilon} = \frac{E_G * t_G * b_{D,G}}{\frac{\sqrt{{l_G}^2 + {h_G}^2}}{2}} = \frac{E_G * t_G * \frac{l_{eff}}{4}}{\frac{\sqrt{{l_G}^2 + {h_G}^2}}{2}}$$

wobei $E_G$ das Elastizitätsmodul der Glasscheibe, $t_G$ die Dicke der Glasscheibe, $b_{D,G}$ die Breite der Druckdiagonale (angenähert durch leff/4, mit $l_{eff}$ als kleinerer Wert aus Länge und Höhe der Glasscheibe) und $l_G$, $h_G$ die Länge und Höhe der Glasscheibe bezeichnen.

2. Die Gleitung des Klebemittels und die Stauchung der Verklotzung werden durch äquivalente parallelgeschaltene Federsteifigkeiten $C_{\tau,q}$ und $C_c$ modelliert, wobei $G_\tau$ das Schubmodul des Klebemittels quer zur Klebefuge, Ec das Elastizitätsmodul des Verklotzungsmittels, $l_c$ die Länge des Verklotzungsmittels, $d_c$ die Dicke des Verklotzungsmittels, $b_{c,G}$ und $b_{c,H}$ die Breite des Verklotzungsmittels glas- und holzseitig, und $b_\tau$, $d_\tau$ die Breite und Dicke des Klebemittels bezeichnen:

$$C_{\tau,q} = \frac{G_\tau * l_c * b_\tau}{d_\tau}$$

$$C_c = \frac{E_c * l_c * \frac{b_{c,G} + b_{c,H}}{2}}{d_c}$$

3. Die Verformung der Verbindungsmittel quer zum Koppelelement 3 wird durch die äquivalente Federsteifigkeit $C_{VM,q}$ berechnet, wobei $n_c$ die Anzahl der Verbindungsmittel innerhalb des Lastausbreitungswinkels des Koppelelements, $\rho_{BSH}$ und $\rho_{KL}$ die Dichte der Rahmenkonstruktion und des Koppelelements, und $d_{VM}$ den Durchmesser des Verbindungsmittels bezeichnet:

$$C_{VM,q} = n_c * K_{ser} = n_c * \sqrt{\rho_{BSH} * \rho_{KL}}^{1,5} * \frac{d_{VM}}{23}$$

4. Die Gleitung des Koppelelements quer zur Längsachse wird durch folgende äquivalente Federsteifigkeit $C_{KL,q}$ beschrieben, wobei $G_{KL}$ das Schubmodul des Koppelelements, $l_c$ die Länge des Verklotzungsmittels, $b_{KL}$ die Breite des Koppelelements, $d_{KL}$ die Dicke

des Koppelelements, $d_\tau$ die Dicke des Klebemittels, und $b_{c,H}$ die holzseitige Breite des Verklotzungsmittels bezeichnet:

$$C_{KL,q} = \frac{G_{KL} * (l_c + b_{KL}) * b_{KL}}{d_{KL} + d_\tau + b_{c,H}}$$

5. Die Stauchung des Koppelelements 3 wird durch folgende äquivalente Federsteifigkeit $C_{KL,\varepsilon}$ beschrieben, wobei $E_{KL}$ das Elastizitätsmodul, $l_c$ die Länge des Verklotzungsmittels, $b_{KL}$ die Breite des Koppelelements und $b_{c,H}$ die holzseitige Breite des Verklotzungsmittels ist:

$$C_{KL,\varepsilon} = \frac{E_{KL} * (l_c + b_{KL}) * b_{c,H}}{b_{KL}}$$

6. Die Gleitung der Rahmenkonstruktion 4 quer zur Längsachse wird durch die äquivalente Federsteifigkeit $C_{R,q}$ berechnet, wobei $G_R$ das Schubmodul der Rahmenkonstruktion, $l_c$ die Länge des Verklotzungsmittels, $b_R$ die Breite und $d_R$ die Dicke der Rahmenkonstruktion bezeichnen:

$$C_{R,q} = \frac{G_R * l_c * b_R}{d_R}$$

7. Die Biegung der Rahmenkonstruktion 4 (bestehend aus Pfosten und Riegeln) wird durch die äquivalente Federsteifigkeit $C_{R,B}$ beschrieben, wobei l die Länge des Pfostens bzw. Riegels, E das Elastizitätsmodul der Rahmenkonstruktion, und $e_c$ den Abstand zwischen dem Mittelpunkt des Verklotzungsmittels und der Glaskante bezeichnet. Diese Formel kann aus der Formel für die Biegelinie eines gelenkig gelagerten, mit einer Einzelkraft asymmetrisch belasteten Einfeldträgers hergeleitet werden:

$$C_{R,B} = \frac{3 * l * E * I}{{e_c}^2 * (e_c - l)^2}$$

8. Die Dehnung der Rahmenkonstruktion 4 wird durch die äquivalente Federsteifigkeit $C_{R,\varepsilon}$ beschrieben, wobei $E_R$ den Elastizitätsmodul der Rahmenkonstruktion, $d_R$ die Dicke der Rahmenkonstruktion, $b_R$ die Breite der Rahmenkonstruktion und $h_G$ die Höhe der Glasscheibe bezeichnet:

$$C_{R,\varepsilon} = \frac{E_R * d_R * b_R}{\frac{h_G}{2}}$$

9. Die Verformung eines Verbindungsmittels im Rahmeneck, insbesondere des Rahmengelenks 15, wird durch die äquivalente Federsteifigkeit $C_{RG}$ modelliert, wobei $n_{VM,RG}$ die Anzahl der Verbindungsmittel im Rahmeneck, $d_{VM}$ den Durchmesser des Verbindungsmittels und $\rho_{BSH}$ die Dichte der Rahmenkonstruktion bezeichnet:

$$C_{RG} = n_{VM,RG} * K_{ser} = n_{VM,RG} * {\rho_{BSH}}^{1,5} * \frac{d_{VM}}{23}$$

Aus diesen Federsteifigkeiten für das Federmodell der Druckdiagonale können nun die äquivalente Federsteifigkeit $C_{c,äq}$ der horizontal und vertikal wirkenden Klötze berechnet werden:

$$C_{c,äq,i} = K_i = \left\{ \frac{1}{C_{VM,q}} + \frac{1}{C_{KL,q}} + \frac{1}{C_{KL,s}} + \frac{1}{C_{\tau,q} + C_c} + \frac{1}{C_{G,s}} + \frac{1}{C_{R,q}} + \frac{1}{C_{R,s}} + \frac{1}{C_{RG}} + \frac{1}{C_{R,B}} \right\}^{-1}$$

In dieser Formel steht der Index i für "V" oder "H". $C_{c,äq,V} = K_V$ beschreibt die Federsteifigkeit des vertikal wirkenden Klotzes, welche z.B. infolge unterschiedlicher Federsteifigkeiten der Pfosten- bzw. Riegelbiegung von $C_{c,äq,H} = K_H$, der Federsteifigkeit des horizontal wirkenden Klotzes, bei nicht quadratischen Glasscheiben abweicht. Daraus ergeben sich äquivalente Elastizitätsmodule $E_{äq,i}$ für die horizontal und vertikal wirkenden Klötze:

$$E_{äq,i} = C_{c,äq,i} * \frac{d_c}{l_c * b_{c,G}}$$

Über die nachfolgende Formel kann unter vereinfachender Annahme gleicher Federsteifigkeiten der Schubverklebung längs und quer zur Fuge die Systemsteifigkeit des Schubfeldes errechnet werden:

$$K_\tau = \frac{1}{\frac{2}{k*l_G} * \left( \frac{1}{1+\frac{h_G}{3*l_G}} + \frac{\frac{h_G}{l_G}}{1+\frac{l_G}{3*h_G}} \right)}$$

Über die nachfolgende Formel kann die Systemsteifigkeit der Druckdiagonale errechnet werden:

$$K_c = \frac{1}{2 * \left( \frac{1}{1-2*\frac{e_c}{l_G}} \right)^2 * \left( \frac{\left(\frac{h_G}{l_G}\right)^2}{K_V} + \frac{1}{K_H} \right)}$$

Die Variable $e_c$ steht dabei auch gemäß Fig. 1a für den Abstand zwischen Glaskante und dem Mittelpunkt des Klotzes, welcher sich auf der kürzeren Seite der Glasscheibe befindet.

Über die Systemsteifigkeit des Schubfeldes $K_\tau$ und der Systemsteifigkeit der Druckdiagonale $K_c$ kann nun ein Zusammenhang zwischen der angreifenden Horizontalkraft H und der Kopfverschiebung der Glasscheibe $u_k$ gebildet werden. Die Lastverteilung auf Schubfeld- und Druckdiagonale kann bestimmt werden:

$$H = u_k * (K_{Schub} + K_{Diagonale})$$

wobei $K_{Schub}$ für $K_\tau$ und $K_{Diagonale}$ für $K_c$ durch die oben berechneten materialabhängigen Systemsteifigkeiten bestimmt sind. Diese Gleichung ist auch in Fig. 4 angegeben, wobei $K_{Schub}$ durch $K_\tau$ und $K_{Diagonale}$ durch $K_c$ bezeichnet ist. Das Symbol $k_{geo,1}$ in Fig. 4 steht für alle Faktoren außer k in der Gleichung für $K_\tau$ und $k_{geo,2}$ für alle Faktoren außer $K_V$ und $K_H$ in der Gleichung für $K_c$.

Fig. 5 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Dimensionierungsverfahrens. Zunächst werden die

Einwirkungen für Scheiben- und Plattenbeanspruchungen sowie für Klimalasten bestimmt und die Materialgeometrien und Materialparameter gewählt. Dazu zählen insbesondere das Elastizitätsmodul der Verklotzung, das Schubmodul der Verklebung, die Klotzlänge, und die abzuleitende Horizontalkraft. Danach werden wie oben beschrieben die äquivalenten Federsteifigkeiten berechnet, die Lastverteilung auf Schubfeld und Druckdiagonale bestimmt und daraus die Werte für die zu erwartende Kopfverschiebung, die Schubspannung im Klebemittel 6 und die Druckspannung im Verklotzungsmittel 10 berechnet. Danach werden die Einwirkungen infolge Schubspannungen im Klebemittel und Druckspannungen im Verklotzungsmittel auf alle übrigen Bauteilkomponenten bestimmt. Liegen alle Werte bei Vergleich mit vorgegebenen Sicherheitsschranken im sicheren Bereich, so wird geprüft, ob die Widerstandswerte anderer Bauteilkomponenten den Einwirkungen infolge Schubspannung im Klebemittel und Druckspannung im Verklotzungsmittel genügen. Ist dies der Fall, dann ist die Dimensionierung abgeschlossen, ansonsten werden die Materialparameter angepasst und das Verfahren beginnt von vorne.

Um dieses Verfahren für den Praktiker zu vereinfachen, ist vorgesehen, ein zweidimensionales Bemessungsdiagramm vorab zu berechnen, welches vereinfachend davon ausgeht, dass die äquivalente Federsteifigkeit der horizontal wirkenden Klötze $K_H$ gleich der äquivalenten Federsteifigkeit der vertikal wirkenden Klötze $K_V$ ist.

Die gesuchten Größen, also die Kopfverschiebung u, die Schubspannung im Klebemittel und die Druckspannung im Verklotzungsmittel sind Funktionen der Horizontalkraft H sowie der oben berechneten äquivalenten Elastizitäts- bzw. Schubmodule $E_{äq}$ (E) bzw. $G_{äq}$ (G):

$$\{ u, \tau, \sigma_c \} = f(H, E, G)$$

Es ist jedoch nicht möglich, ein Diagramm in zwei Achsen zu erstellen, aus dem die gesuchten Größen direkt abgelesen werden können. Die Anzahl der

Variablen kann aber auf 1 reduziert werden, wenn H auf konstant 1kN/m gesetzt und nur der Verhältniswert $E_{äq}/G_{äq}$ berücksichtigt wird. Somit kann auf der Abszisse der Wert von $E_{äq}/G_{äq}$ aufgetragen werden, und auf der Ordinate eine Hilfsgröße unter Verwendung von $G = 1N/mm^2$ und $H = 1kN/m$. In einem weiteren Schritt kann dann aus dieser Hilfsgröße die gesuchten Größen bestimmen, wobei gilt:

$$u = f(E:G) \times k_u \text{ mit } k_u = f(G,H) = \text{const.}$$
$$\tau = f(E:G) \times k_\tau \text{ mit } k_\tau = f(G,H) = \text{const.}$$
$$\sigma_c = \bar{f}(E:G) \times k_\sigma \text{ mit } k_\sigma = \bar{f}(G,H) = \text{const.}$$

Die Kurven zur Ermittlung der Kopfverschiebung u und der Schubspannung im Klebemittel sind identisch, unterscheiden sich also nur durch den Korrekturfaktor.

Weiters gilt, dass bei größerer Teilsystemsteifigkeit der Druckdiagonale gegenüber der Teilsystemsteifigkeit der Schubspannung die Druckdiagonale auch einen größeren Anteil an der Lastabtragung übernimmt, und umgekehrt. Somit ist der Verlauf von $\tau = f(E:G)$ invers zum Verlauf von $\sigma_c = f(E:G)$. Es kann also hier eine einzige Kurve zur Ermittlung beider Werte herangezogen werden.

Demnach ist ein zweiachsiges Diagramm ausreichend, aus dem eine Hilfsgröße abgelesen wird, die alle geometrischen Systemgrößen sowie die Steifigkeiten des Systems beinhaltet. Zur Ermittlung der gesuchten Größen kann dann die so ermittelte Hilfsgröße mit einem Skalierfaktor multipliziert werden, der die tatsächlichen Größen von G und H beinhaltet.

Um die Methode weiter zu vereinfachen wird im Diagramm nach Fig. 6 eine invers verlaufende Ordinate eingeführt, aus der die durch die Druckdiagonale aufgenommene Horizontalkraft H direkt abgelesen werden kann. Auf der linksseitigen Ordinate wird der Hilfswert u* abgelesen, und die gesuchten

Werte für die Systemverschiebung und die Schubspannung ergibt sich aus den Werten für $E_{äq}$ (E) und $H_{äq}$ (H) sowie einem Korrekturfaktor wie folgt:

$$\text{Systemverschiebung: } u_{System} = u^* \cdot {}^{H}/_{G}$$

$$\text{Schubspannung: } \tau_{Fuge} = u^* / 13{,}886$$

Mit einer Kurve kann jeweils nur eine bestimmte geometrische Systemkonfiguration berücksichtigt werden. Um verschiedene Klotzlängen berücksichtigen zu können, sind mehrere Kurven in einem Diagramm nötig, wie dies in Fig. 6 für verschiedene Längen des Verklotzungsmittels gezeigt ist. Zunächst wird die Kurve für gewählte Verklotzung bei E/G geschnitten. Es ergibt sich ein Wert für u*. Daraus kann direkt die Systemverschiebung und die Schubspannung aus obigen Formeln bestimmt werden. Schließlich kann die Horizontalkraft $H_c$, die durch die Verklotzung aufgenommen wird, direkt abgelesen werden.

Alle zuvor in den Federsteifigkeiten berücksichtigten Bauteilkomponenten bieten den Beanspruchungen infolge Lastabtrag über Schubfeld und Druckdiagonale gewisse Widerstände, welche mittels materialspezifischer, normativer Grundlagen bestimmt werden können. Der kleinste Widerstand jener Bauteilkomponenten, die infolge Lastabtrag über Druckdiagonale aktiviert werden, kann in eine maximale Horizontalkraftbeanspruchbarkeit der Druckdiagonale $H_{C,max}$ umgerechnet werden. Es ergibt sich so eine obere Schranke für die rechte Ordinate in Fig. 6.

Der kleinste Widerstand jener Bauteilkomponenten, die infolge Lastabtrag über Schubfeld aktiviert werden, kann in eine maximale Horizontalkraftbeanspruchbarkeit des Schubfeldes $H_{\tau,max}$ umgerechnet werden, worüber die maximal zulässige Schubspannung in der Schubverklebung $\tau_{max}$ berechnet werden kann. Unter Annahme gleich großer Schubfedersteifigkeiten längs und quer zur Fuge kann ein direkter Zusammenhang zwischen Gleitung der Klebefuge und Kopfverschiebung der

Holz-Glas-Verbundscheibe festgestellt werden und damit auch $\tau_{max}$ mit der Kopfverschiebung $u_k$ verknüpft werden. Damit wird aus dem kleinsten Widerstand der aktivierten Bauteilkomponenten und dem Gebrauchstauglichkeitskriterium der Kopfverschiebung ein Wert $u^*_{max}$ abgeleitet, der die untere Schranke auf der linken Ordinate in Fig. 6 darstellt.

Die Einzeichnung von Sicherheitsgrenzen, die nicht unter- bzw. überschritten werden dürfen, ermöglicht es dem Konstrukteur nun auf einen Blick, festzustellen, ob seine gewählten Material- und Geometrieparameter unter Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen infolge aller Bauteilkomponenten technisch möglich sind.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die angeführten Ausführungsbeispiele. Einzelne Teile können in den Figuren aus Zwecken der Verständlichkeit unmaßstäblich vergrößert dargestellt sein. Weitere dem Erfindungsgedanken entsprechende Ausführungen ergeben sich auch aus Kombinationen einzelner oder mehrerer Merkmale, die aus, der gesamten Beschreibung, den Figuren und/oder den Ansprüchen zu entnehmen sind. Somit sind auch Ausführungen offenbart, die aus Kombinationen von Merkmalen bestehen, die aus unterschiedlichen Ausführungsbeispielen stammen. Weiters beschränkt sich die Erfindung nicht auf die angeführten Formeln sondern umfasst auch Abwandlungen davon, die sich innerhalb des erfinderischen Konzepts bewegen.

Bezugszeichenliste

1 Verbundkonstruktion
2 Glasscheibe
3 Koppelelement
4 Rahmenkonstruktion
5 Flachseite
6 Klebemittel
7 Verbindungsmittel
8 Vorsprung
9 Stirnseite
10 Verklotzungsmittel
11 Trennschicht
12 Federmodell
13 Zweig zur Modellierung der Schubbeanspruchung des Klebemittels
14 Zweig zur Modellierung der Druckbeanspruchung des Verklotzungsmittels
15 Rahmengelenke
16 Bemessungsdiagramm
17 Horizontalkraft
18 Schubkraft
19 Druckkraft
20 Fuge

Patentansprüche

1. Verbundkonstruktion (1) aus einer Glasscheibe (2) und einer Rahmenkonstruktion (4), wobei die Glasscheibe (2) umfangsseitig an einer Flachseite (5) über ein Klebemittel (6) mit einem, mit der Rahmenkonstruktion (4) verbindbaren Koppelelement (3) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen einer Stirnseite (9) der Glasscheibe (2) und dem Koppelelement (3) zumindest ein Verklotzungsmittel (10) nicht haftend anbringbar ist.

2. Verbundkonstruktion nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Verklotzungsmittel (10) und dem Koppelement (3) eine Trennschicht (11) vorgesehen ist.

3. Verbundkonstruktion nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennschicht (11) als Klebeband, Kunststofffolie, Metallfolie, Papier, Textilgewebe oder dergleichen ausgeführt ist.

4. Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Glasscheibe (2) als Floatglas mit gebrochenen Kanten, als thermisch vorgespanntes Glas oder als Verbundsicherheitsglas ausgeführt ist.

5. Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Verklotzungsmittel (10) abschnittsweise oder umlaufend in Form eines nachträglich aushärtenden Flüssigklebstoffes ausgeführt ist.

6. Verbundkonstruktion nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verklotzungsmittel (10) als semielastisches Klebemittel, insbesondere als Acrylat, oder als Epoxidharz ausgeführt ist.

7. Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Rahmenkonstruktion (3) Holz, Metall, Kunststoff oder einen Verbund dieser Werkstoffe umfasst.

8. Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Klebemittel (6) in Form einer Klebstoffschicht aus Silikonkleber oder Acrylatkleber, oder als Klebeband ausgeführt ist.

9. Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Koppelelement (3) als Koppelleiste mit einer im wesentlichen rechtwinkelig vorspringenden Anlegekante ausgeführt ist.

10. Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Verklotzungsmittel (10) einen trapezförmigen Querschnitt aufweist, wobei die Basis des Trapezes vorzugsweise dem Koppelelement (3) zugewandt ist.

11. Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Stirnseite jedes Verklotzungsmittels (10) und den Stirnseiten der Glasscheibe (2) ein Sicherheitsabstand herrscht, um die Ecke der Glasscheibe (2) nicht übermäßig zu beanspruchen.

12. Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass in jeder Ecke der Glasscheibe ein oder zwei Verklotzungsmittel (10) vorgesehen sind.

13. Verfahren zur Dimensionierung einer Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass
    i. die Einwirkungen für Scheiben- und Plattenbeanspruchungen sowie für Klimalasten bestimmt werden:
    ii. Geometrie- und Materialparameter sämtlicher Konstruktionselemente gewählt oder bestimmt werden;
    iii. an Hand eines vereinfachten Federmodells (12) äquivalente Federsteifigkeiten der Konstruktion bestimmt werden;
    iv. die Lastverteilung auf Schubfeld- und Druckdiagonale bestimmt wird;
    v. an Hand der äquivalenten Federsteifigkeiten die Kopfverschiebung der Glasscheibe, die Schubspannung im Klebemittel und die Druckspannung im Verklotzungsmittel bestimmt werden;
    vi. geprüft wird, ob alle berechneten Werte innerhalb vorab bestimmter Sicherheitsschranken liegen; und
    vii. geprüft wird, ob die Widerstandswerte anderer Bauteilkomponenten den Einwirkungen infolge Schubspannung im Klebemittel und Druckspannung im Verklotzungsmittel genügen.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das vereinfachte Federmodell (12) einen Zweig (13) zur Modellierung der Schubbeanspruchung des Klebemittels (6) und einen zweiten, parallelen Zweig (14) zur Modellierung der Druckbeanspruchung des Verklotzungsmittels (10) umfasst.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass aus den äquivalenten Federsteifigkeiten ein äquivalentes Schubmodul des Klebemittels und ein äquivalentes Elastizitätsmodul des Verklotzungsmittels berechnet wird, und diese Werte in Folge zur Dimensionierung herangezogen werden.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass zur Modellierung der Schubbeanspruchung des Klebemittels (6) Federelemente zur Modellierung folgender Effekte vorgesehen sind:
    i. Gleitung des Klebemittels (6);
    ii. Gleitung des Koppelements (3);

iii. Verformung der Verbindungsmittel (7);
iv. Gleitung der Rahmenkonstruktion (4);
v. Verzerrung der Glasscheibe (2).

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass zur Modellierung der Druckbeanspruchung des Verklotzungsmittels (10) Federelemente zur Modellierung folgender Effekte vorgesehen sind:
i. Stauchung der Glasscheibe (2);
ii. Gleitung des Klebemittels (3) und Stauchung des Verklotzungsmittels (10);
iii. Verformung der Verbindungsmittel (7);
iv. Gleitung des Koppelelements (3);
v. Stauchung des Koppelelements (3)
vi. Gleitung der Rahmenkonstruktion (4);
vii. Biegung der Rahmenkonstruktion (4);
viii. Dehnung der Rahmenkonstruktion (4);
ix. Verformung von Verbindungsmitteln im Rahmeneck, insbesondere Rahmengelenken (15).

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ausführung Verfahrens ein vorab berechnetes zweidimensionales Bemessungsdiagramm (16) verwendet wird.

19. Computerprogramm welches ein Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 18 implementiert.

20. Verbundkonstruktion (1), hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 13 bis 19

Fig. 1a

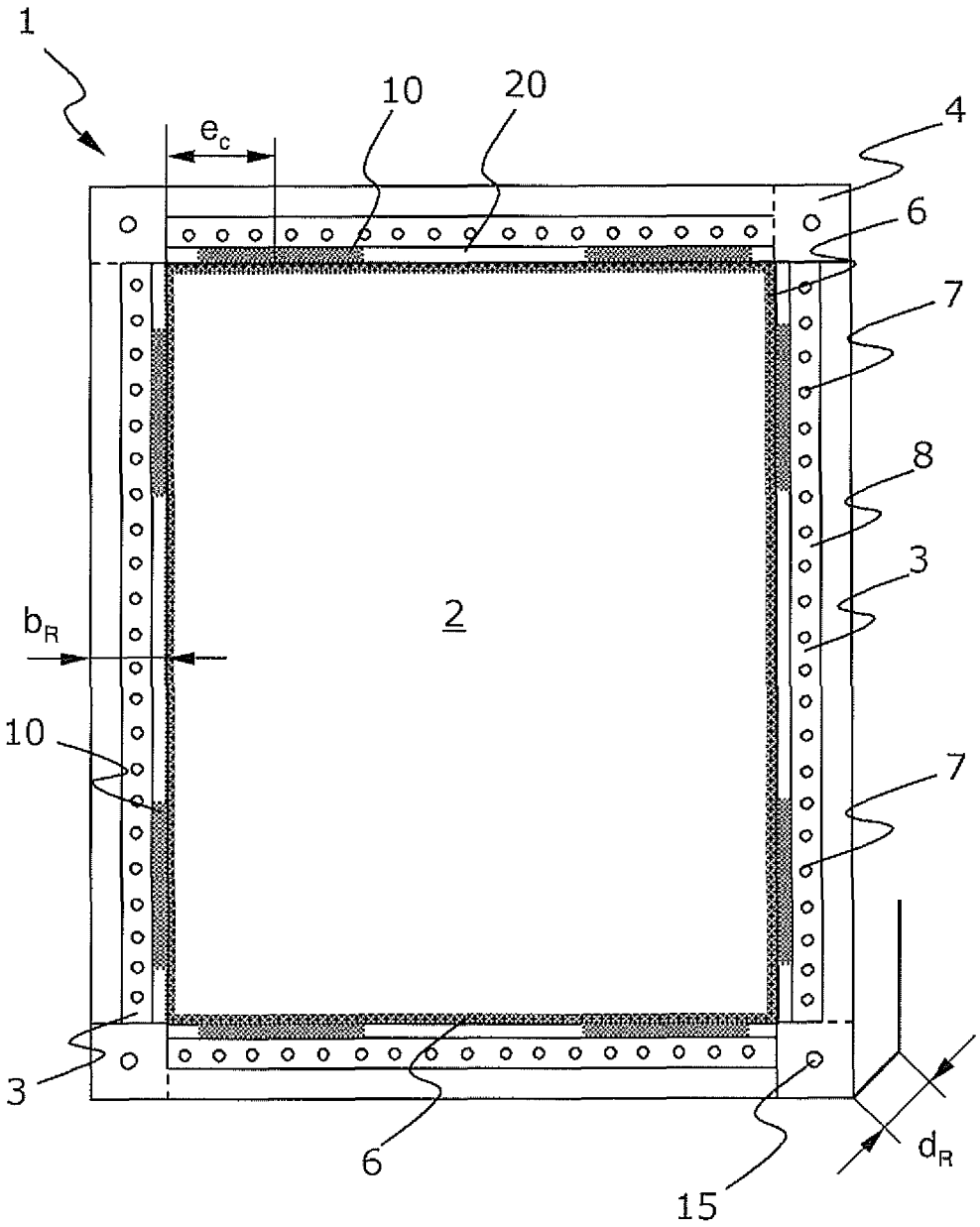


Fig. 1b

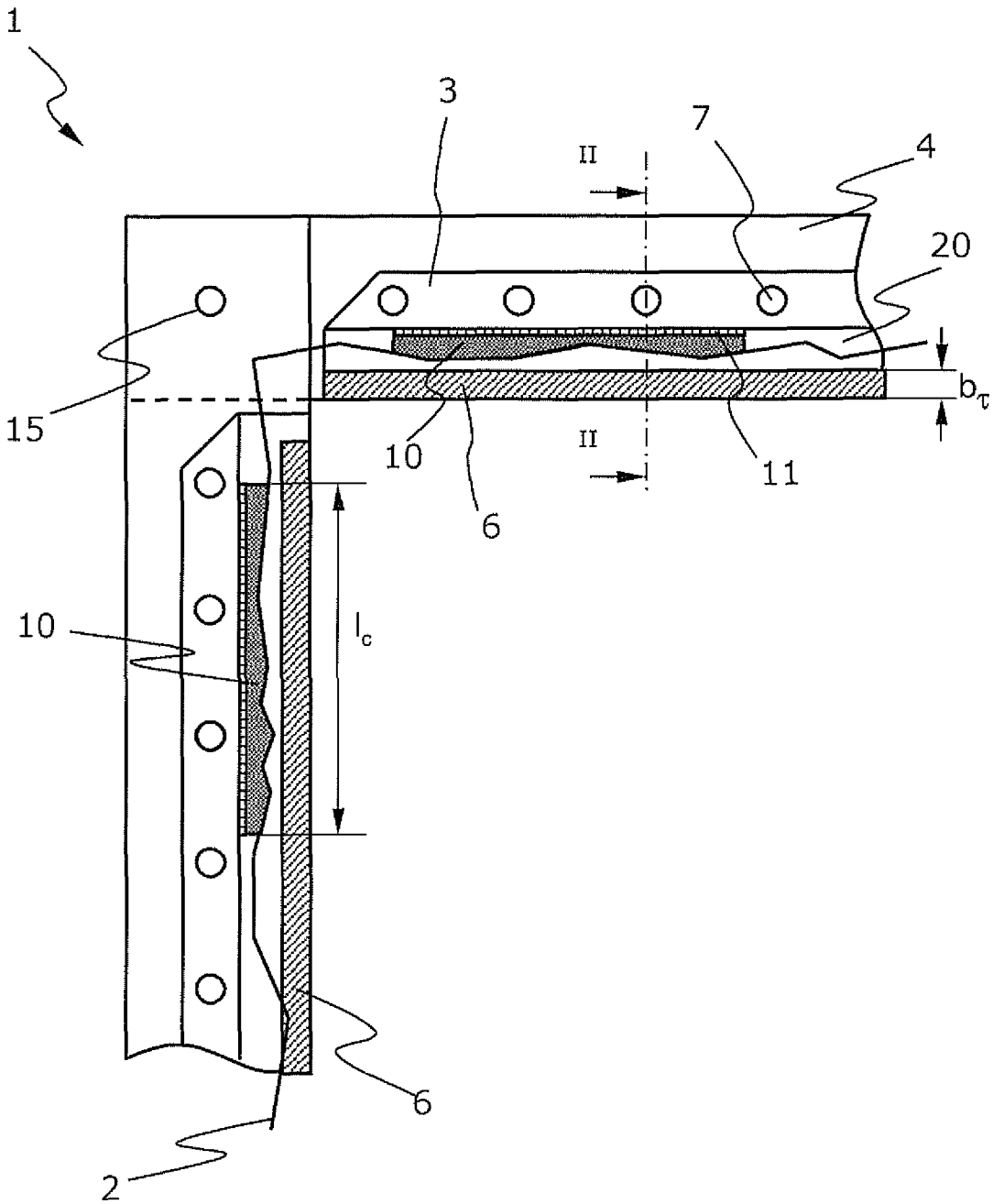


Fig. 2a

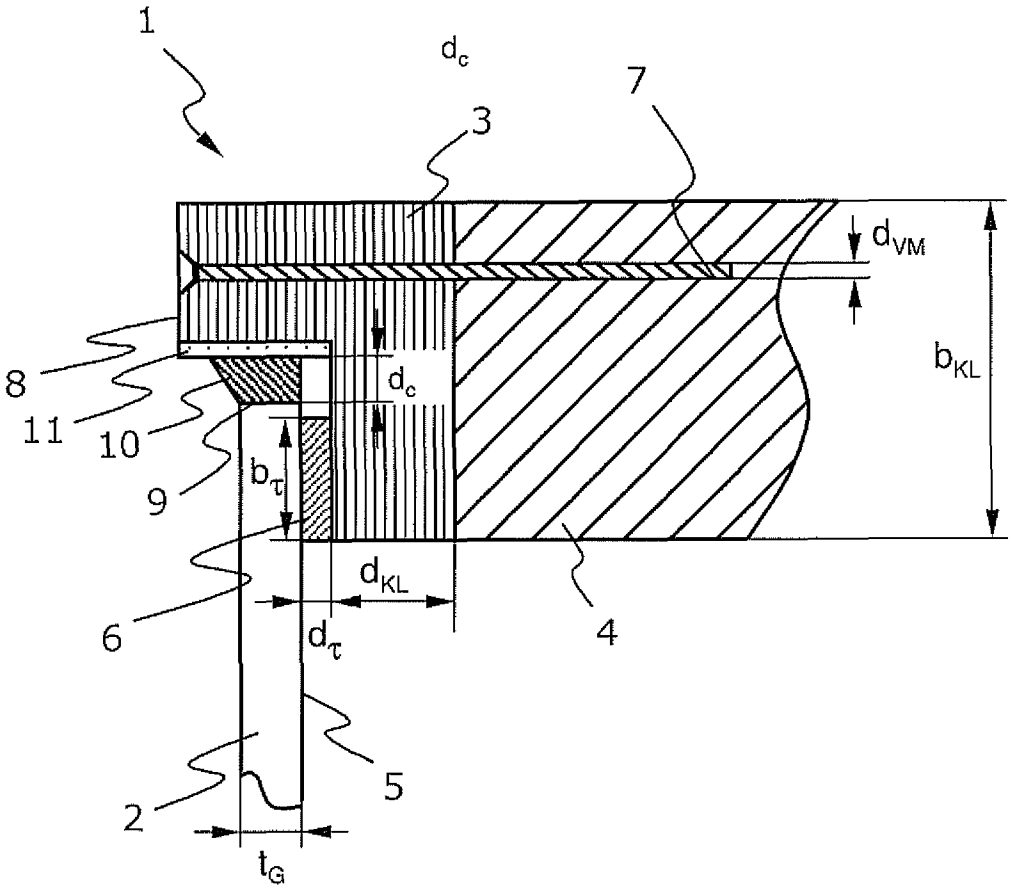



Fig. 2b

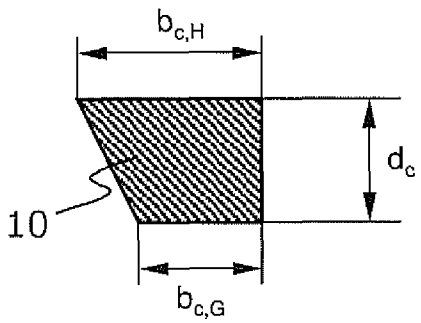


Fig. 3a

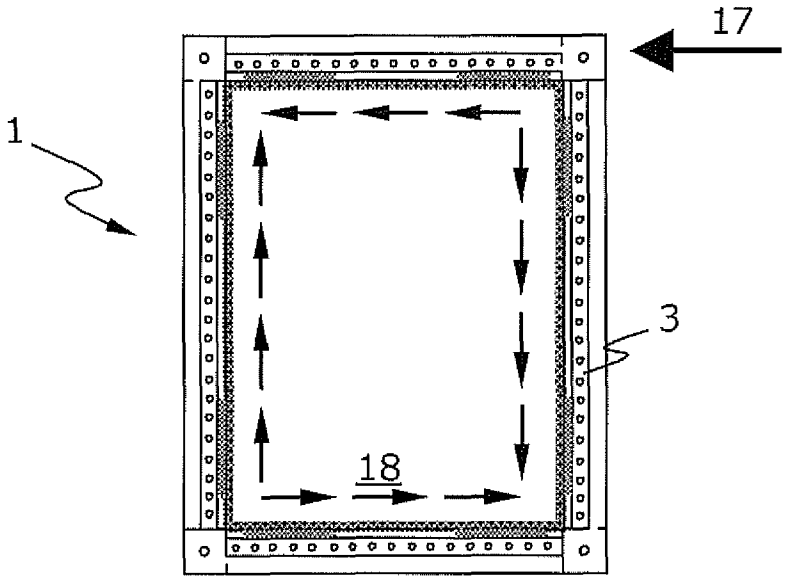



Fig. 3b

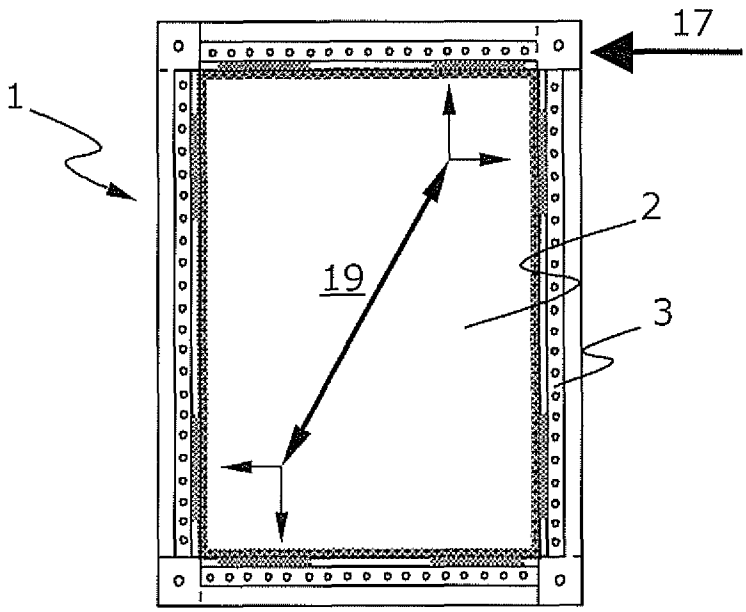


Fig. 4

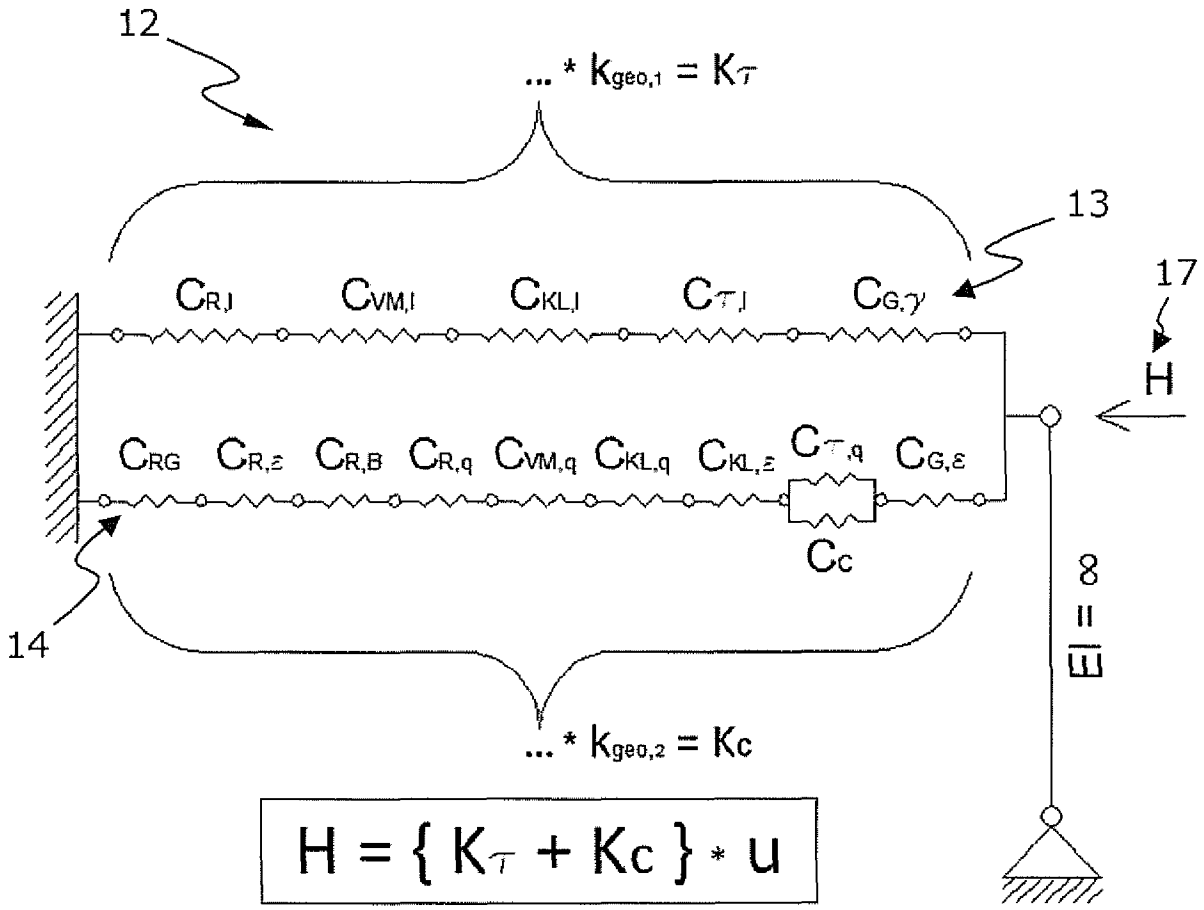

12
... * kgeo,1 = KT
13
17
H
CR,I
CVM,I
CKL,I
CT,I
CG,γ
CRG
CR,ε
CR,B
CR,q
CVM,q
CKL,q
CKL,ε
CT,q
CG,ε
CC
14
... * kgeo,2 = Kc
8
EI
H = { KT + Kc } * u

Fig. 5

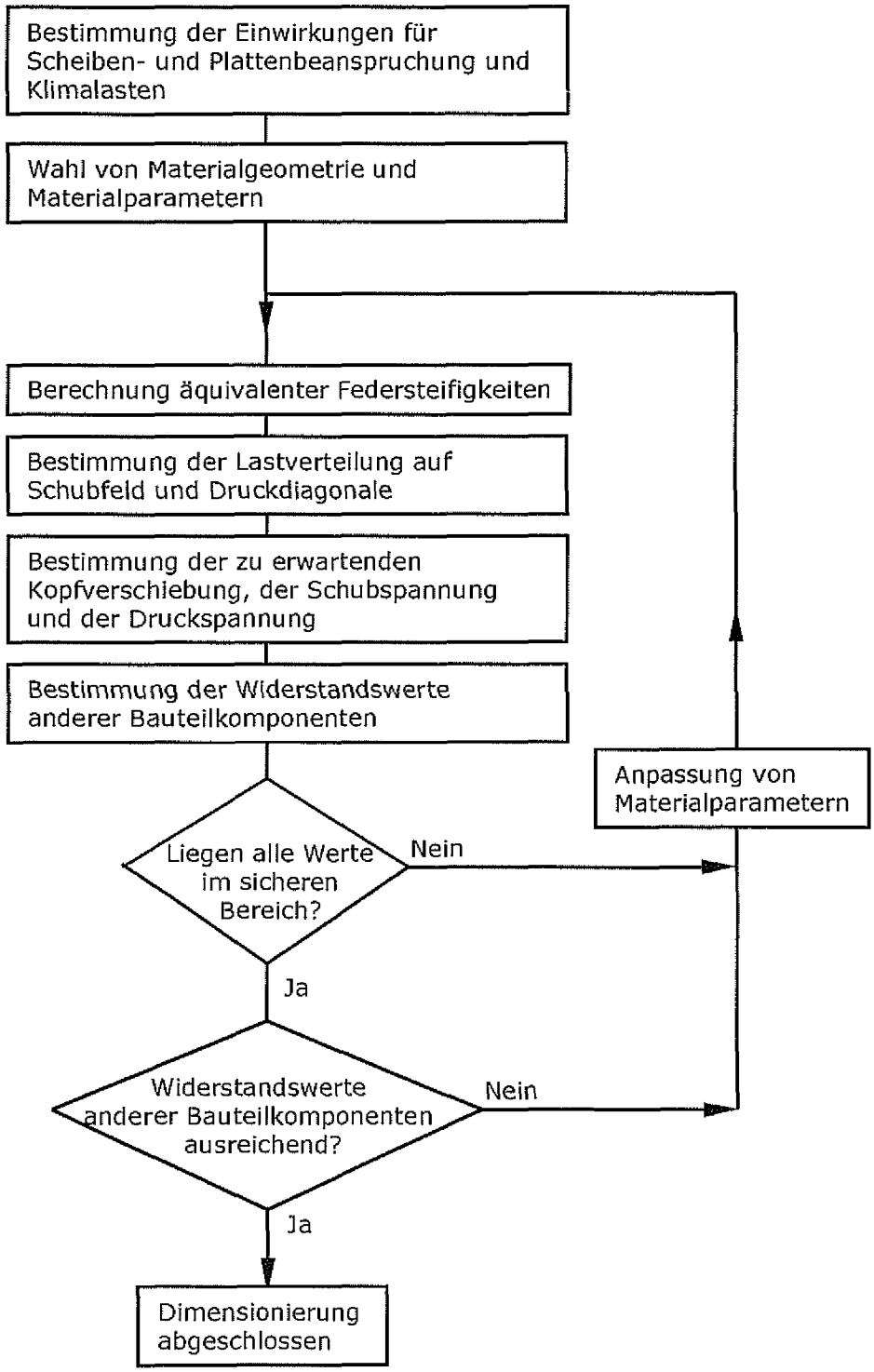
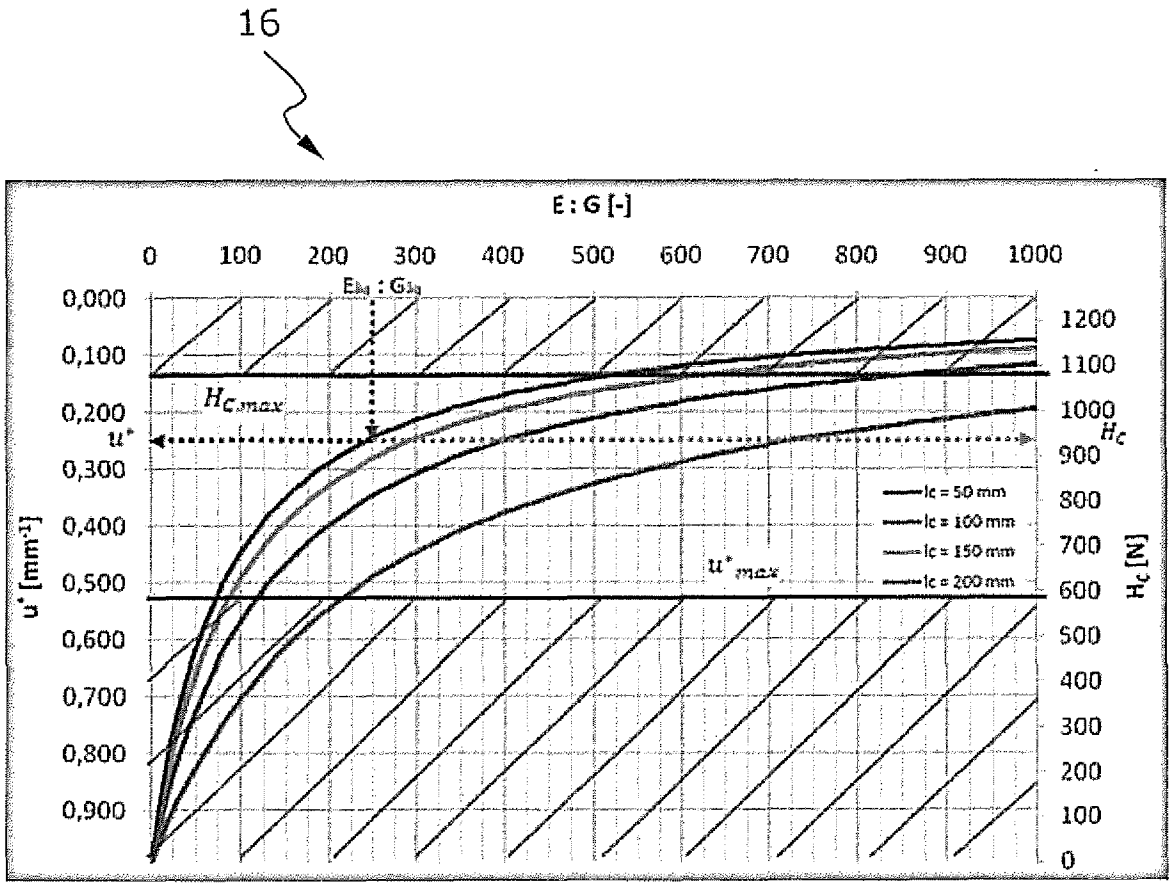

Bestimmung der Einwirkungen für Scheiben- und Plattenbeanspruchung und Klimalasten
Wahl von Materialgeometrie und Materialparametern
Berechnung äquivalenter Federsteifigkeiten
Bestimmung der Lastverteilung auf Schubfeld und Druckdiagonale
Bestimmung der zu erwartenden Kopfverschiebung, der Schubspannung und der Druckspannung
Bestimmung der Widerstandswerte anderer Bauteilkomponenten
Anpassung von Materialparametern
Liegen alle Werte im sicheren Bereich?
Nein
Ja
Widerstandswerte anderer Bauteilkomponenten ausreichend?
Nein
Ja
Dimensionierung abgeschlossen

Fig. 6


16
E : G [-]
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
0,000
0,100
0,200
0,300
0,400
0,500
0,600
0,700
0,800
0,900
u* [mm-1]
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Hc [N]
Hc
Hc max
u*
u* max
lc = 50 mm
lc = 100 mm
lc = 150 mm
lc = 200 mm

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/057441

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. E06B3/54 E06B3/56
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
E06B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X | EP 1 510 644 A2 (GAULHOFER GMBH FENSTER UND TUE [AT] GAULHOFER GMBH & CO KG FENSTER [AT]) 2 March 2005 (2005-03-02) | 1,7-9 |
| A | figure 1 | 2-6, 10-20 |
| | --- | |
| X | DE 20 2008 008660 U1 (SAPA RC SYSTEM N V [BE]) 11 September 2008 (2008-09-11) figure 1 | 1,7-9 |
| | --- | |
| A | AT 502 470 A1 (OESTERREICHISCHE GES FUER HOLZ [AT]) 15 March 2007 (2007-03-15) cited in the application the whole document | 1-20 |
| | --- | |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 27 August 2012 | 04/09/2012 |

| Name and mailing address of the ISA/ | Authorized officer |
|---|---|
| European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Tänzler, Ansgar |

1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2012/057441

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---|---|
| EP 1510644 A2 | 02-03-2005 | DE 10339686 A1 | 07-04-2005 |
| | | EP 1510644 A2 | 02-03-2005 |
| DE 202008008660 U1 | 11-09-2008 | BE 1018050 A3 | 06-04-2010 |
| | | DE 202008008660 U1 | 11-09-2008 |
| AT 502470 A1 | 15-03-2007 | AT 502470 A1 | 15-03-2007 |
| | | DE 202006010480 U1 | 15-02-2007 |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/057441

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. E06B3/54 E06B3/56
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )
E06B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|---|---|---|
| X<br><br><br>A | EP 1 510 644 A2 (GAULHOFER GMBH FENSTER UND TUE [AT] GAULHOFER GMBH & CO KG FENSTER [AT]) 2. März 2005 (2005-03-02)<br>Abbildung 1 | 1,7-9<br><br><br>2-6, 10-20 |
| | ----- | |
| X | DE 20 2008 008660 U1 (SAPA RC SYSTEM N V [BE]) 11. September 2008 (2008-09-11)<br>Abbildung 1 | 1,7-9 |
| | ----- | |
| A | AT 502 470 A1 (OESTERREICHISCHE GES FUER HOLZ [AT]) 15. März 2007 (2007-03-15)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>das ganze Dokument | 1-20 |
| | ----- | |

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
|---|---|
| 27. August 2012 | 04/09/2012 |

| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde | Bevollmächtigter Bediensteter |
|---|---|
| Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Tänzler, Ansgar |

1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/057441

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|---|---|
| EP 1510644 A2 | 02-03-2005 | DE 10339686 A1 | 07-04-2005 |
| | | EP 1510644 A2 | 02-03-2005 |
| DE 202008008660 U1 | 11-09-2008 | BE 1018050 A3 | 06-04-2010 |
| | | DE 202008008660 U1 | 11-09-2008 |
| AT 502470 A1 | 15-03-2007 | AT 502470 A1 | 15-03-2007 |
| | | DE 202006010480 U1 | 15-02-2007 |