

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 588/2011
(22) Anmeldetag: 27.04.2011
(45) Veröffentlicht am: 15.05.2013

(51) Int. Cl. : **E06B 3/54** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 7628717 U1

(73) Patentinhaber:
TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
1040 WIEN (AT)

(72) Erfinder:
HOCHHAUSER WERNER DIPL.ING.
KIRCHDORF (AT)
WINTER WOLFGANG DDIPL.ING.
WIEN (AT)
KREHER KLAUS DR.ING.
LUZERN (CH)

(54) VERBUNDKONSTRUKTION AUS EINER GLASSCHEIBE UND EINER RAHMENKONSTRUKTION

(57) Die Erfindung betrifft 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 Koppelement (3) verbunden ist, wobei zwischen einer Stirnseite (9) der Glasscheibe (2) und dem Koppelement (3) zumindest ein Verklotungsmittel (10) nicht haftend anbringbar ist, wobei zwischen dem Verklotungsmittel (10) und dem Koppelement (3) eine Trennschicht (11) vorgesehen ist, sowie ein Verfahren zur Dimensionierung einer derartigen Verbundkonstruktion.

Fig. 1a

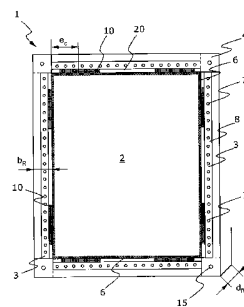
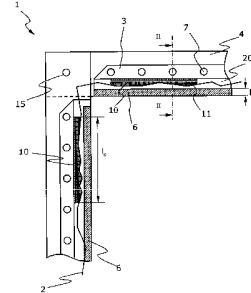


Fig. 1b



Beschreibung

[0001] 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 Koppелеlement verbunden ist, wobei zwischen einer Stirnseite der Glasscheibe und dem Koppелеlement zumindest ein Verklottungsmittel nichthaftend anbringbar ist. Die Erfindung betrifft weiters ein Verfahren zur Dimensionierung einer derartigen Verbundkonstruktion.

[0002] 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.

[0003] 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.

[0004] 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.

[0005] 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.

[0006] 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.

[0007] 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.

[0008] Aus der AT 502 470 A1 ist es bekannt, eine Glasscheibe umfangsseitig an einer Flachseite mit einem Klebemittel an einem mit der Rahmenkonstruktion verbindbaren Koppелеlement zu verbinden. Es ist aus dieser Druckschrift insbesondere bekannt, derartige Koppелеlemente 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 Koppелеlement 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.

[0009] 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.

[0010] 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.

[0011] Aus dem Stand der Technik ist weiters seit langem bekannt, statt dem umfangsseitigen Klebemittel zwischen der Glasscheibe und dem Koppелеlement 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 Koppелеlement eine Fuge freigelassen. In diese Fuge wird das Verklotzungsmittel eingebracht.

[0012] Beispielsweise zeigt die DE 7 628 717 U1 eine Verbundkonstruktion aus einer Glasscheibe und einer Rahmenkonstruktion, wobei an den Stirnseiten der Glasscheibe Verklotzungsmittel in Form von Ausgleichswippen nichthaftend angeordnet sind.

[0013] 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 Koppелеlement einzuspannen. Es können hierbei auch beidseitig haftende Materialien verwendet werden, um schädliche Bewegungen der Glasscheibe möglichst zu vermeiden.

[0014] Derartige Verklotzungsmittel haben jedoch den entscheidenden Nachteil, dass sie sowohl am Koppелеlement 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.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] 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 Kleb-

stoffsysteme, 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.

[0018] 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.

[0019] Die erfindungsgemäß Aufgabe wird dadurch gelöst, dass zwischen dem Verklotzungsmittel und dem Koppellement eine Trennschicht vorgesehen ist.

[0020] Zu diesem Zweck kann zwischen der Stirnseite der Glasscheibe und dem Koppellement eine Fuge zum Einbringen des Verklotzungsmittels vorgesehen sein. Durch das nicht haftende Einbringen des Verklotzungsmittels wird eine Druckübertragung zwischen dem Koppellement und der Glasscheibe ermöglicht und gleichzeitig eine Übertragung von Zugkräften und Schubbeanspruchungen ausgeschlossen.

[0021] Die Glasscheibe wird also primär auf Druck beansprucht, wodurch es erstmals möglich wird, die Glasscheibe materialgerecht als aussteifendes Konstruktionselement zu verwenden.

[0022] Die Trennschicht kann zwischen dem Verklotzungsmittel und dem Koppellement oder zwischen dem Verklotzungsmittel und der Stirnseite der Glasscheibe vorgesehen sein, um zu erreichen, dass zwischen dem Koppellement und der Stirnseite der Glasscheibe keine Zugkräfte (oder Schubbeanspruchungen) übertragen werden. Diese Trennschicht kann insbesondere als Klebeband, Kunststoffolie, 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 Koppellement haftet. Bei sehr dicken Trennschichten wäre jedoch die Federsteifigkeit der Trennschicht für die Dimensionierung zu berücksichtigen.

[0023] Vorzugsweise kann die Trennschicht an der dem Koppellement 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).

[0024] 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.

[0025] Das Verklotzungsmittel kann vorzugsweise so ausgeformt sein, dass es einen trapezförmigen Querschnitt aufweist, wobei die Basis des Trapezes, also die längere Seite, dem Koppellement zugewandt ist.

[0026] Das Koppellement kann insbesondere als Koppelleiste ausgeführt sein. Koppellement und/oder Rahmenkonstruktion können aus Holz, Kunststoff, oder aus anderen Materialien bestehen.

[0027] Zur Dimensionierung dieser erfindungsgemäßen Verbundkonstruktion erstreckt sich die Erfindung weiters auf ein Verfahren welches folgende Schritte umfasst:

[0028] i. Bestimmung der Einwirkungen für Scheiben- und Plattenbeanspruchung sowie für Klimlasten;

- [0029] ii. Bestimmung von Geometrie- und Materialparametern der Konstruktionselemente;
- [0030] iii. Berechnung äquivalenter Federsteifigkeiten der Konstruktion an Hand eines vereinfachten Federmodells;
- [0031] iv. Bestimmung der Lastverteilung auf Schubfeld- und Druckdiagonale;
- [0032] v. Berechnung der Kopfverschiebung der Glasscheibe, der Schubspannung im Klebmitte und der Druckspannung im Verklotzungsmittel unter Benutzung des vereinfachten Federmodells;
- [0033] vi. Prüfung ob alle berechneten Werte innerhalb vorab bestimmter Sicherheitsschranken liegen;
- [0034] vii. Prüfung ob Widerstandswerte anderer Bauteilkomponenten (Glas, Verbindungsmittel, etc.) den Einwirkungen infolge Schubspannung im Klebmittel und Druckspannung im Verklotzungsmittel genügen,

[0035] wobei das vereinfachte Federmodell einen Zweig zur Modellierung der Schubbeanspruchung des Klebmittels und einen zweiten, parallelen Zweig zur Modellierung der Druckbeanspruchung des Verklotzungsmittels umfasst.

[0036] Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass zur Modellierung der Schubbeanspruchung des Klebmittels Federelemente zur Modellierung folgender Effekte vorgesehen sind:

- [0037] i. Verformung des Klebmittels;
- [0038] ii. Verformung des Koppелеlements;
- [0039] iii. Verformung der Verbindungsmittel;
- [0040] iv. Verformung der Rahmenkonstruktion;
- [0041] v. Verformung der Glasscheibe.

[0042] Weiters kann vorgesehen sein, dass zur Modellierung der Druckbeanspruchung des Verklotzungsmittels Federelemente zur Modellierung folgender Effekte vorgesehen sind:

- [0043] i. Verformung der Glasscheibe;
- [0044] ii. Verformung des Klebmittels und des Verklotzungsmittels;
- [0045] iii. Verformung der Verbindungsmittel;
- [0046] iv. Verformung des Koppелеlements;
- [0047] v. Verformung der Rahmenkonstruktion;
- [0048] vi. Verformung von Rahmengelenken der Rahmenkonstruktion.

[0049] Insbesondere erstreckt sich die Erfindung auch auf eine Verbundkonstruktion, welche nach einem erfindungsgemäßen Verfahren dimensioniert wurde.

[0050] Weitere Merkmale der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens sind den Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren zu entnehmen.

[0051] Es wird nun die gegenständliche Erfindung anhand exemplarischer Ausführungsbeispiele näher beschrieben. Es zeigen

[0052] Fig. 1a: eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Holz-Glas-Verbundkonstruktion;

[0053] Fig. 1b: eine schematische Ansicht eines Details eines alternativen Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Holz-Glas-Verbundkonstruktion;

[0054] Fig. 2a den Querschnitt entlang der Linie II-II in Fig. 1b;

[0055] Fig. 2b den Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Verklotzungsmittel;

- [0056] Fig. 3a: eine schematische Darstellung der Schubkräfte in einer erfindungsgemäßen Verbundkonstruktion;
- [0057] Fig. 3b: eine schematische Darstellung der Druckkräfte auf die Verklotzungsmittel in einer erfindungsgemäßen Verbundkonstruktion;
- [0058] Fig. 4: das vereinfachte Federmodell zur Verwendung in einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Dimensionierungsverfahrens;
- [0059] Fig. 5: ein schematisches Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Dimensionierungsverfahrens;
- [0060] Fig. 6: eine schematische Darstellung des Bemessungsdiagramms zur Verwendung in dem erfindungsgemäßen Verfahren.

[0061] Fig. 1a zeigt eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Verbundkonstruktion 1. Die Verbundkonstruktion 1 umfasst eine Glasscheibe 2 und zumindest ein Koppелеlement 3. Das Koppелеlement 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 Koppелеlement 3 an einer Rahmenkonstruktion 4 zu verbinden. Zu diesem Zweck verfügt das Koppелеlement 3 über mehrere Verbindungsmittel 7, beispielsweise Schrauben, Stifte oder Nägel, mit denen das Koppелеlement 3 an der Rahmenkonstruktion 4 befestigt werden kann.

[0062] Die Rahmenkonstruktion 4 umfasst weiters ein oder mehrere Verbindungsmittel in Form von Rahmengelenken 15 in ihren Ecken. Zwischen der Glasscheibe 2 und dem Koppелеlement 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.

[0063] Die Glasscheibe 2 ist an dem Koppелеlement 3, bzw. an den einzelnen Komponenten des Koppелеlements 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.

[0064] Darüber hinaus ist der Vorsprung 8 des Koppелеlements 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 Koppелеlements 3 ein Verklotzungsmittel 10 nicht haftend anzubringen, welches die Glasscheibe 2 mit dem Koppелеlement 3 verbindet. Somit erfolgt eine Verklotzung der Glasscheibe 2 am Koppелеlement 3, welche geeignet ist, Druckspannungen weiterzuleiten, Zug- und Schubbeanspruchungen jedoch nicht weiterleitet.

[0065] 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 Koppелеlement 3 ist eine Trennschicht 11 vorgesehen, die verhindert, dass das Verklotzungsmittel 10 an dem Koppелеlement 3 haftet.

[0066] 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 Koppелеlement 3 und eine Rahmenkonstruktion 4. Die Flachseite 5 der Glasscheibe 2 ist über das Klebemittel 6 an dem Koppелеlement 3 angebracht, insbesondere damit verklebt. Diese Verklebung ist elastisch oder semielastisch und erlaubt eine gewisse Bewegung der Glasscheibe 2 in Bezug auf das Koppелеlement 3. Das Koppелеlement 3 ist über das Verbindungsmittel 7 mit

dem Rahmengelenk verbunden. Weiters verfügt das Koppellement 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 Koppellement 3 einzufügen. Dieses Verklotzungsmittel 10 kann vorzugsweise ein Klebstoff, beispielsweise ein Epoxidharzkleber sein. Um zu verhindern, dass das Verklotzungsmittel 10 am Vorsprung 8 des Koppellements 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.

[0067] 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 Koppellement 3 und der Glasscheibe 2 aus, die in Richtung der schematisch eingezeichneten Pfeile verlaufen. Diese Schubspannungen 18 wirken direkt auf das Klebemittel 6 ein.

[0068] 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 Koppellement 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.

[0069] 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.

[0070] Zur Modellierung der Schubbeanspruchung werden folgende Komponenten berücksichtigt, wobei die Federsteifigkeiten C flächenbezogen sind und die Einheit N/m^2 aufweisen:

[0071] 1. Die Gleitung des Klebemittels 6 längs des Koppellements 3 wird durch folgende Formel berücksichtigt, wobei $C_{\tau,l}$ eine äquivalente Federsteifigkeit, G_{τ} das Schubmodul längs des Klebemittels 6, b_{τ} die Breite des Klebemittels 6 und d_{τ} die Dicke des Klebemittels 6 bezeichnet:

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

[0072] 2. Die Gleitung des Koppellements 3 längs zur Rahmenkonstruktion 4 wird durch folgende Formel berücksichtigt, wobei $C_{KL,l}$ eine äquivalente Federsteifigkeit, G_{KL} das Schubmodul des Koppellements 3, b_{KL} die Breite des Koppellements 3 und d_{KL} die schubbeanspruchte Dicke des Koppellements 3 bezeichnet:

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

[0073] 3. Die Verformung der Verbindungsmittel 7 längs des Koppellements 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 Koppellements und l die Länge des Koppellements bezeichnet:

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

[0074] In dieser Formel wird zur Berechnung von K_{ser} die Dichte der Rahmenkonstruktion ρ_{BSH} und die Dichte des Koppellements ρ_{KL} gemittelt. Das Symbol d_{VM} bezeichnet den Durchmesser des Verbindungsmittels gemäß ÖNORM EN 1995-1-1.

[0075] 4. Die Gleitung der Rahmenkonstruktion 4 längs des Koppellements 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.

[0076] 1. 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 sowie h_G die Höhe und l_G die Länge der Glasscheibe bezeichnet:

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

[0077] Die Beschreibung der Verformungsmöglichkeiten der einzelnen Komponenten durch Federsteifigkeiten ermöglicht nun eine Serienschaltung aller beteiligten Federn:

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

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

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

[0078] 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:

[0079] 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 $l_{eff}/4$, mit l_{eff} als kleinerer Wert aus Länge und Höhe der Glasscheibe) und l_G , h_G die Länge und Höhe der Glasscheibe bezeichnen.

[0080] 2. Die Gleitung des Klebemittels und die Stauchung der Verklotzung werden durch

äquivalente parallelgeschaltene Federsteifigkeiten $C_{\tau,q}$ und C_c modelliert, wobei G_τ das Schubmodul des Klebemittels quer zur Klebefuge, E_c 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_τ , d_τ die Breite und Dicke des Klebemittels bezeichnen:

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

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

[0081] 3. Die Verformung der Verbindungsmittel quer zum Koppелеlement 3 wird durch die äquivalente Federsteifigkeit $C_{VM,q}$ berechnet, wobei n_c die Anzahl der Verbindungsmittel innerhalb des Lastausbreitungswinkels des Koppелеlements, ρ_{BSH} und ρ_{KL} die Dichte der Rahmenkonstruktion und des Koppелеlements, und d_{VM} den Durchmesser des Verbindungsmittels bezeichnet:

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

[0082] 4. Die Gleitung des Koppелеlements quer zur Längsachse wird durch folgende äquivalente Federsteifigkeit $C_{KL,q}$ beschrieben, wobei G_{KL} das Schubmodul des Koppелеlements, l_c die Länge des Verklotzungsmittels, b_{KL} die Breite des Koppелеlements, d_{KL} die Dicke des Koppелеlements, d_τ die Dicke des Klebemittels, und $b_{c,H}$ die holzseitige Breite des Verklotzungsmittels bezeichnet:

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

[0083] 5. Die Stauchung des Koppелеlements 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 Koppелеlements und $b_{c,H}$ die holzseitige Breite des Verklotzungsmittels ist:

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

[0084] 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:

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

[0085] 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 belaste-

ten Einfeldträgers hergeleitet werden:

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

[0086] 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:

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

[0087] 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 ρ_{BSH} die Dichte der Rahmenkonstruktion bezeichnet:

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

[0088] Aus diesen Federsteifigkeiten für das Federmodell der Druckdiagonale können nun die äquivalente Federsteifigkeit $C_{c,\ddot{a}q}$ der horizontal und vertikal wirkenden Klötze berechnet werden:

$$C_{c,\ddot{a}q,i} = K_i = \left\{ \frac{1}{C_{VM,i,q}} + \frac{1}{C_{KL,q}} + \frac{1}{C_{KL,\varepsilon}} + \frac{1}{C_{T,q}} + C_c + \frac{1}{C_{G,\varepsilon}} + \frac{1}{C_{R,q}} + \frac{1}{C_{R,\varepsilon}} + \frac{1}{C_{RG}} + \frac{1}{C_{R,B}} \right\}^{-1}$$

[0089] In dieser Formel steht der Index i für "V" oder "H". $C_{c,\ddot{a}q,V} = K_V$ beschreibt die Federsteifigkeit des vertikal wirkenden Klotzes, welche z.B. infolge unterschiedlicher Federsteifigkeiten der Pfosten- bzw. Riegelbiegung von $C_{c,\ddot{a}q,H} = K_H$, der Federsteifigkeit des horizontal wirkenden Klotzes, bei nicht quadratischen Glasscheiben abweicht. Daraus ergeben sich äquivalente Elastizitätsmodule $E_{\ddot{a}q,i}$ für die horizontal und vertikal wirkenden Klötze:

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

[0090] Über die nachfolgende Formel kann unter vereinfachender Annahme gleicher Federsteifigkeiten der Schubverklebung längs und quer zur Fuge die Systemsteifigkeit des Schubfeldes errechnet werden:

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

[0091] Über die nachfolgende Formel kann die Systemsteifigkeit der Druckdiagonale errechnet werden:

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

[0092] 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.

[0093] Über die Systemsteifigkeit des Schubfeldes K_τ 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:

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

[0094] wobei K_{Schub} für K_τ 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_τ 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_τ und $k_{geo,2}$ für alle Faktoren außer K_V und K_H in der Gleichung für K_C .

[0095] 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.

[0096] 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.

[0097] 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 $E_{\text{äq}}$ (E) bzw. $G_{\text{äq}}$ (G):

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

[0098] 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 $E_{\text{äq}}/G_{\text{äq}}$ berücksichtigt wird. Somit kann auf der Abszisse der Wert von $E_{\text{äq}}/G_{\text{äq}}$ aufgetragen werden, und auf der Ordinate eine Hilfsgröße unter Verwendung von $G = 1\text{N/mm}^2$ und $H = 1\text{kN/m}$. In einem weiteren Schritt kann dann aus dieser Hilfsgröße die gesuchten Größen bestimmen, wobei gilt:

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

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

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

[0099] Die Kurven zur Ermittlung der Kopfverschiebung u und der Schubspannung im Klebemittel sind identisch, unterscheiden sich also nur durch den Korrekturfaktor.

[00100] 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.

[00101] 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.

[00102] 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 $E_{\text{äq}}$ (E) und $H_{\text{äq}}$ (H) sowie einem Korrekturfaktor wie folgt:

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

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

[00103] 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.

[00104] 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 $H_{c,\text{max}}$ umgerechnet werden. Es ergibt sich so eine obere Schranke für die rechte Ordinate in Fig. 6.

[00105] Der kleinste Widerstand jener Bauteilkomponenten, die infolge Lastabtrag über Schubfeld aktiviert werden, kann in eine maximale Horizontalkraftbeanspruchbarkeit des Schubfeldes $H_{\tau,\text{max}}$ umgerechnet werden, worüber die maximal zulässige Schubspannung in der Schubverklebung τ_{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 τ_{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.

[00106] 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.

[00107] 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 Ausführun-

gen 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 Koppелеlement
- 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 Koppелеlement (3) verbunden ist, wobei zwischen einer Stirnseite (9) der Glasscheibe (2) und dem Koppелеlement (3) zumindest ein Verklotzungsmittel (10) nicht haftend anbringbar ist, wobei zwischen dem Verklotzungsmittel (10) und dem Koppелеlement (3) eine Trennschicht (11) vorgesehen ist.
2. Verbundkonstruktion nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trennschicht (11) als Klebeband, Kunststoffolie, Metallfolie, Papier, oder als Textilgewebe ausgeführt ist.
3. Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Glasscheibe (2) als Floatglas mit gebrochenen Kanten, als thermisch vorgespanntes Glas oder als Verbundsicherheitsglas ausgeführt ist.
4. Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verklotzungsmittel (10) abschnittsweise oder umlaufend in Form eines nachträglich aushärtenden Flüssigklebstoffes ausgeführt ist.
5. Verbundkonstruktion nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verklotzungsmittel (10) als semielastisches Klebemittel, insbesondere als Acrylat, oder als Epoxidharz ausgeführt ist.
6. Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rahmenkonstruktion (3) Holz, Metall, Kunststoff oder einen Verbund dieser Werkstoffe umfasst.

7. Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Klebemittel (6) in Form einer Klebstoffschicht aus Silikonkleber oder Acrylatkleber, oder als Klebeband ausgeführt ist.
8. Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Koppelement (3) als Koppelleiste mit einer im wesentlichen rechtwinkelig vorspringenden Anlegekante ausgeführt ist.
9. Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verklotzungsmittel (10) einen trapezförmigen Querschnitt aufweist, wobei die Basis des Trapezes vorzugsweise dem Koppelement (3) zugewandt ist.
10. Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Stirnseite jedes Verklotzungsmittels (10) und den Ecken der Glasscheibe (2) ein Sicherheitsabstand herrscht, um die Ecken der Glasscheibe (2) nicht übermäßig zu beanspruchen.
11. Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass in jeder Ecke der Glasscheibe ein oder zwei Verklotzungsmittel (10) vorgesehen sind.
12. Verfahren zur Dimensionierung einer Verbundkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei
 - i. die Einwirkungen für Scheiben- und Plattenbeanspruchungen sowie für Klimlasten 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 Sicherheits-schranken liegen; und
 - vii. geprüft wird, ob die Widerstandswerte anderer Bauteilkomponenten den Einwirkungen infolge Schubspannung im Klebemittel und Druckspannung im Verklotzungsmittel genügen,**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.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **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.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 13, **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).

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 14, **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 Koppelements (3);
 - v. Stauchung des Koppelements (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).
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ausführung des Verfahrens ein vorab berechnetes zweidimensionales Bemessungsdiagramm (16) verwendet wird.
17. Verbundkonstruktion (1), hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 12 bis 16.

Hierzu 7 Blatt Zeichnungen

Fig. 1a

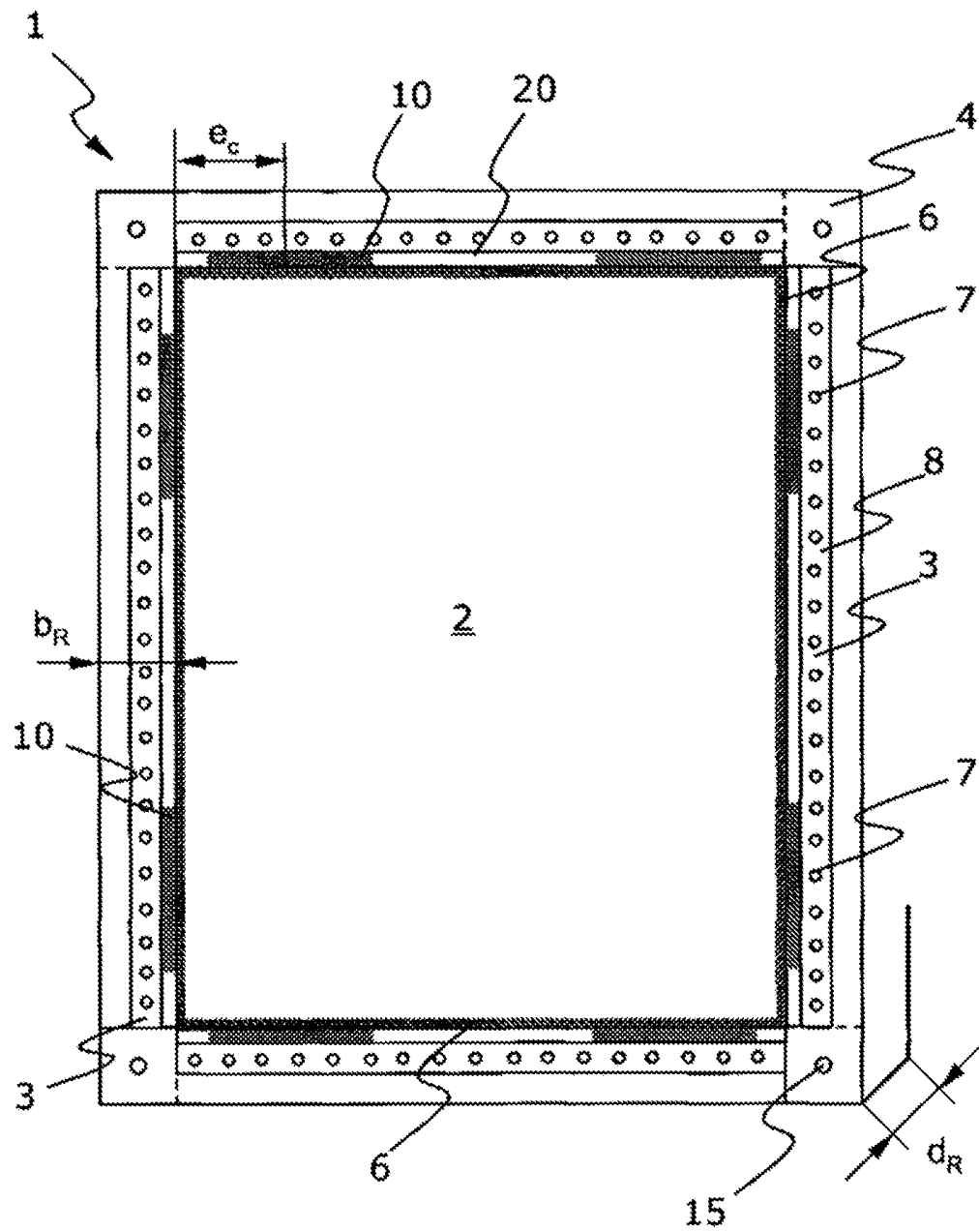


Fig. 1b

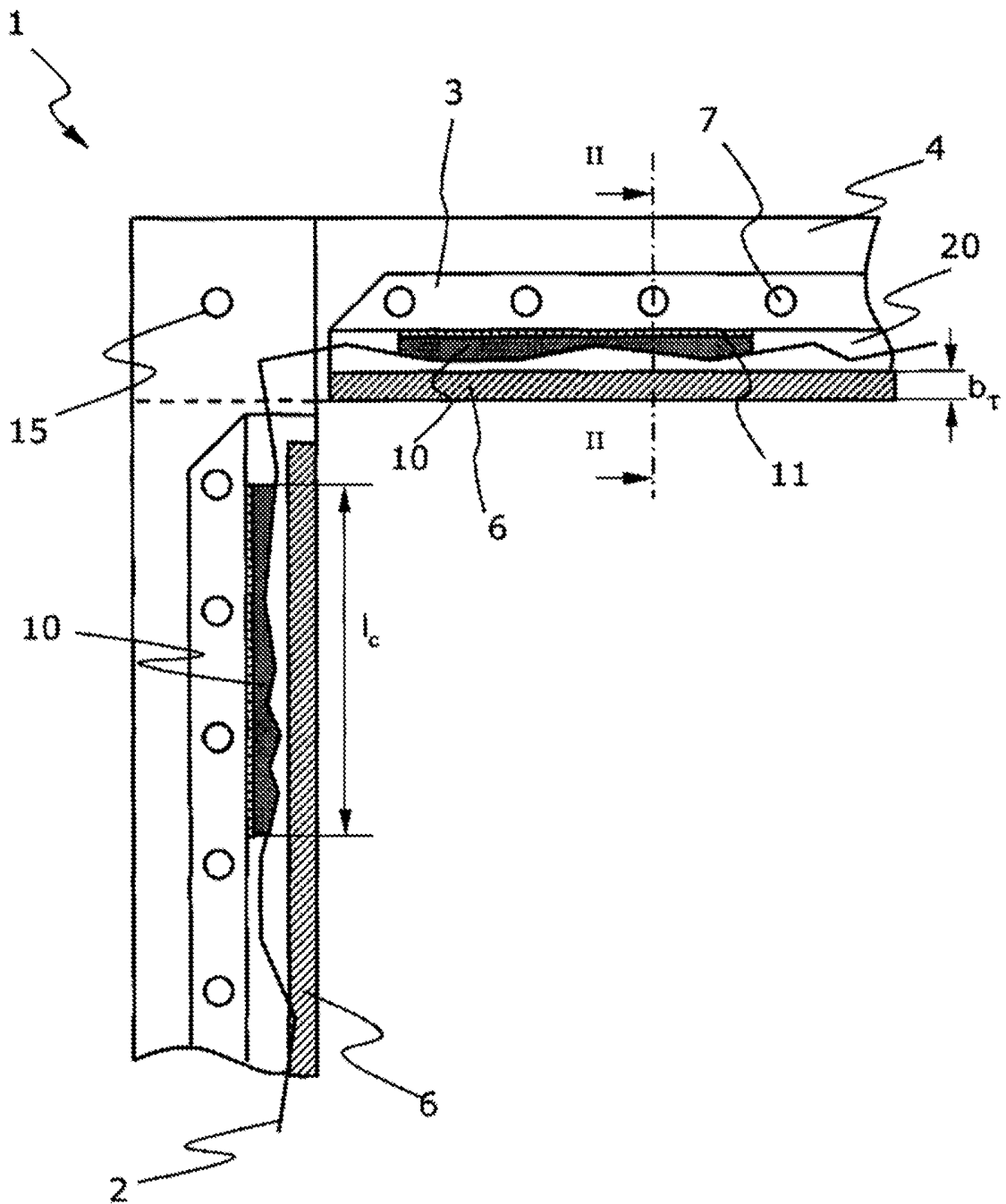


Fig. 2a

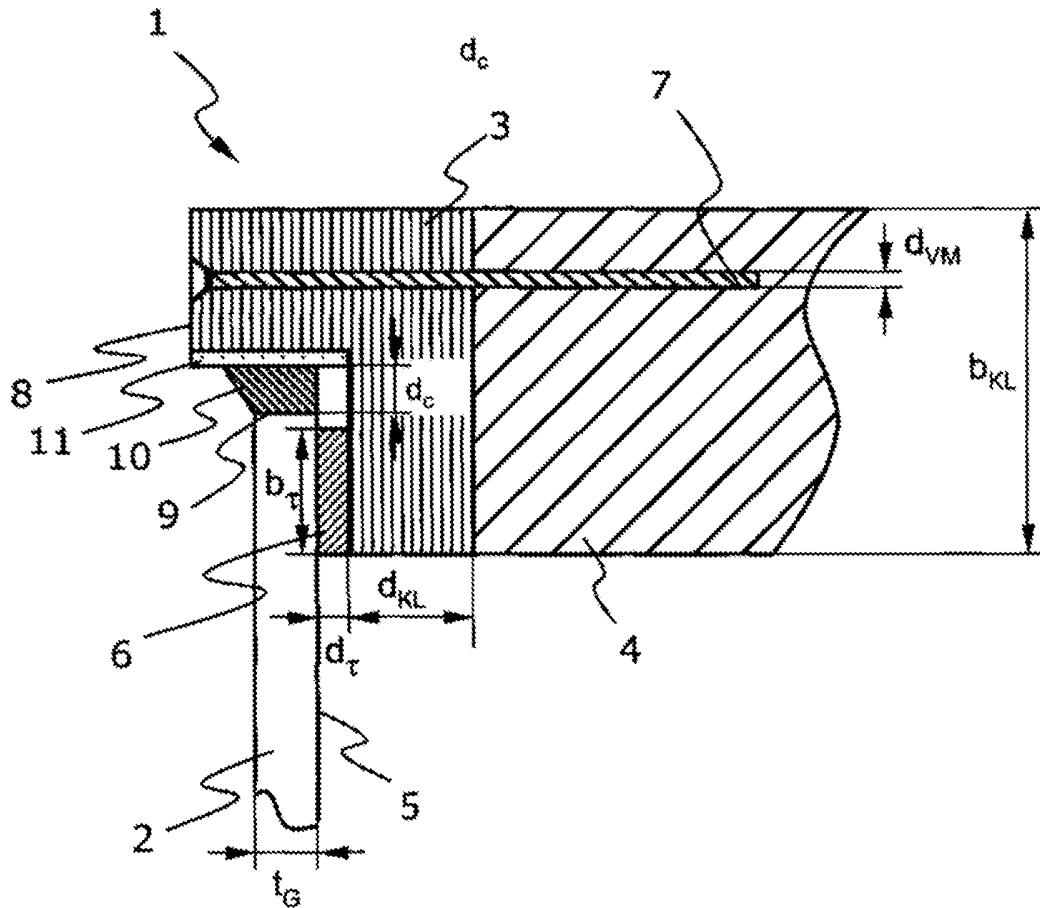


Fig. 2b

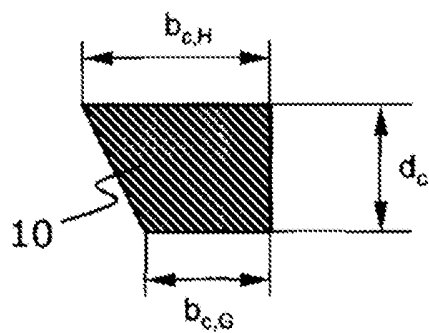


Fig. 3a

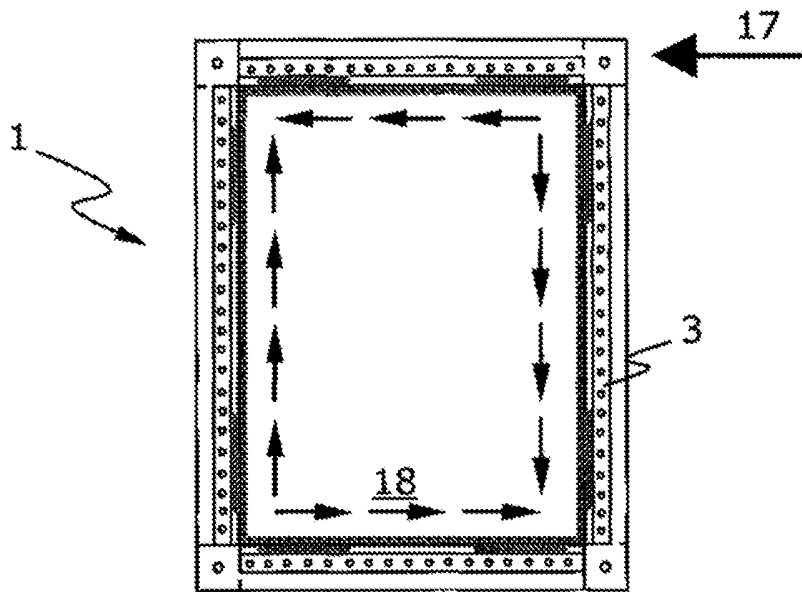


Fig. 3b

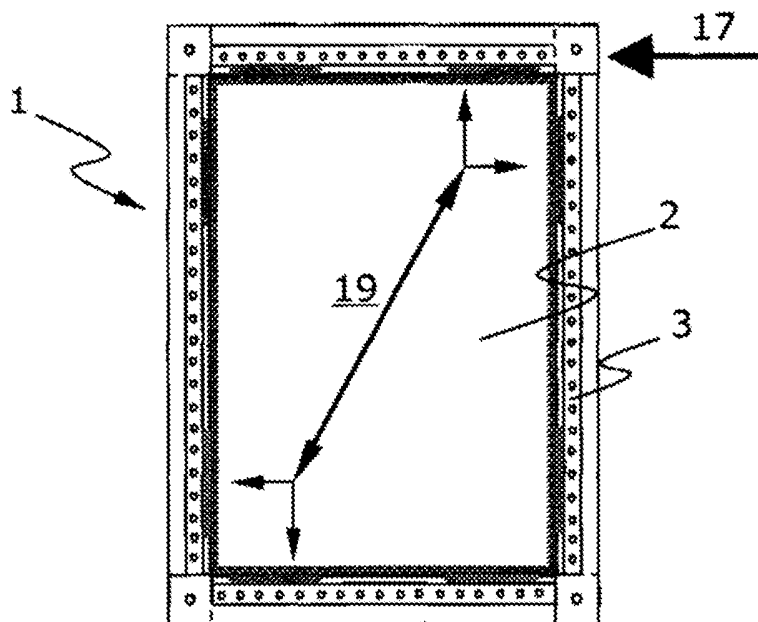


Fig. 4

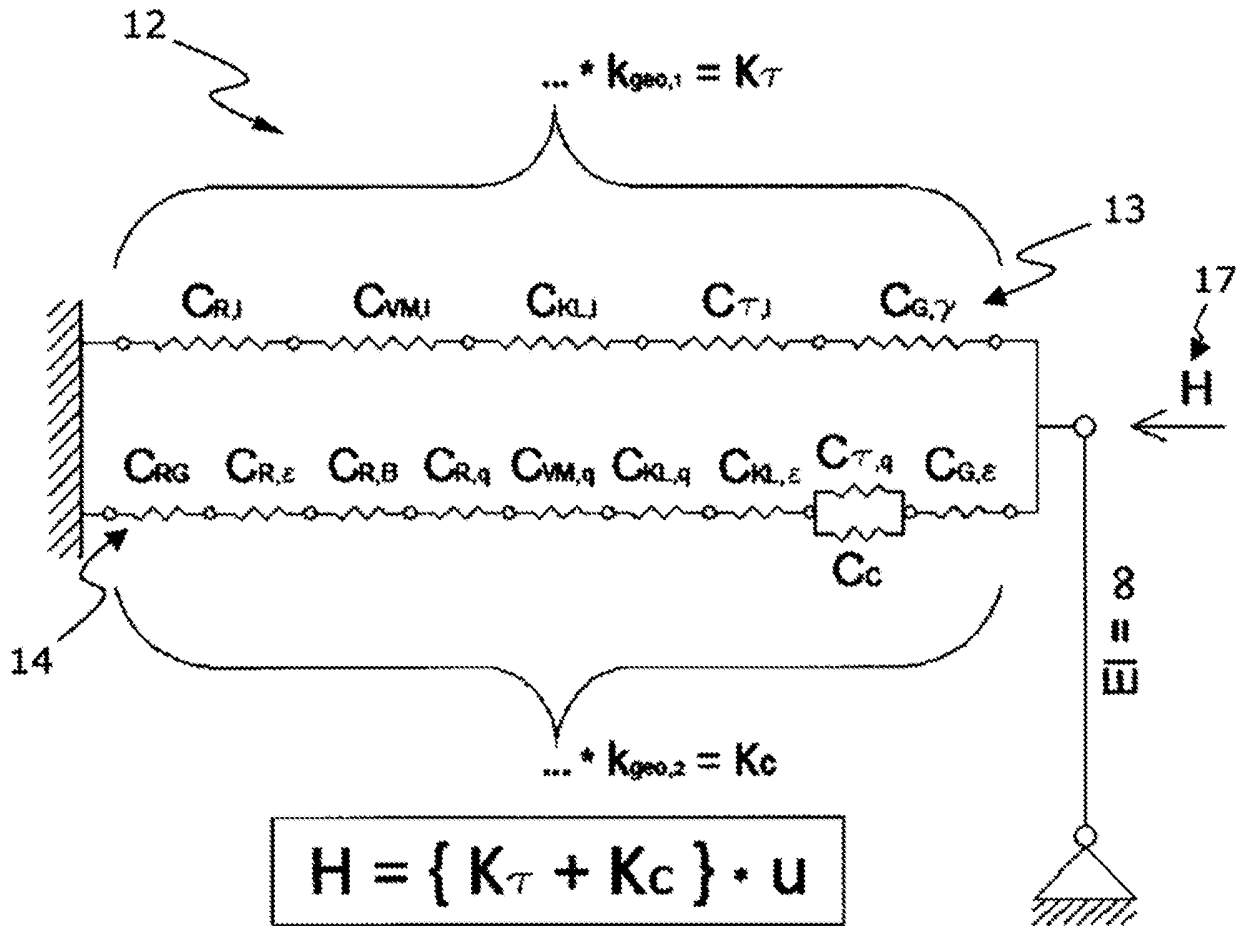


Fig. 5

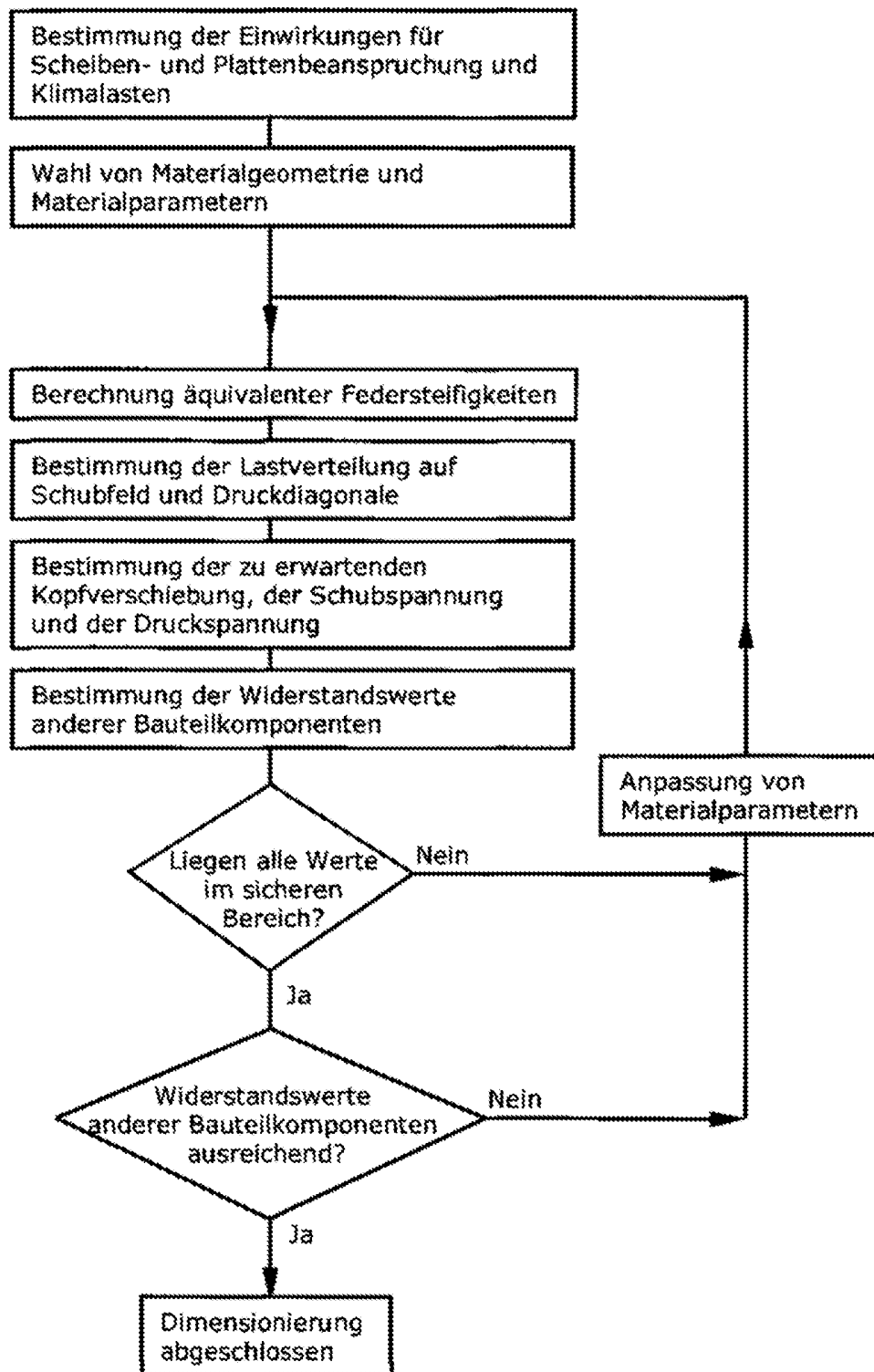


Fig. 6

