(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 584 767 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.10.2009 Patentblatt 2009/41

(51) Int Cl.:
E04C 2/16 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **05007510.0**

(22) Anmeldetag: **06.04.2005**

(54) **Bauelement, insbesondere plattenartiges Bauelement, und Verfahren zur Herstellung eines Bauelements, insbesondere eines plattenartigen Bauelements**

Plate-shaped buidling element and method of manufacturing

Elément de construction formé en plaque et méthode de fabrication

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **06.04.2004 DE 102004017325**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.10.2005 Patentblatt 2005/41

(73) Patentinhaber:
- **Fennen, Wolfgang, Dipl.-Ing.**
  26817 Rhauderfehn (DE)
- **Mahler, Manfred, Dr.-Ing.**
  42899 Remscheid (DE)
- **Pasch, Helmut, Prof. Dr.**
  47929 Grefrath (DE)

(72) Erfinder:
- **Fennen, Wolfgang, Dipl.-Ing.**
  26817 Rhauderfehn (DE)
- **Mahler, Manfred, Dr.-Ing.**
  42899 Remscheid (DE)
- **Pasch, Helmut, Prof. Dr.**
  47929 Grefrath (DE)

(74) Vertreter: **Ostriga, Sonnet, Wirths & Roche**
Patentanwaltskanzlei
Friedrich-Engels-Allee 430-432
42283 Wuppertal (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 049 997
DE-A- 3 115 077
DE-A- 3 406 895
DE-C- 10 143 612
US-A- 3 164 511
US-A1- 2003 089 061

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 584 767 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Bauelement entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein solches Bauelement ist in der US 3 164 511 A offenbart.

[0002] Die US 3 164 511 A beschreibt ein Bauelement, und zwar eine zementgebundene Hartfaserplatte, zu deren Herstellung etwa stäbchenartige Holzbestandteile, wie Schabeteile, Furnierteile aus z.B. Douglasfichte oder Hemlock-Tanne, verwendet werden. Die hinsichtlich ihrer Abmessungen ausgewählten Holzbestandteile sollen im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sein, maximal in einem spitzen Winkel von 40° zueinander. Die Holzbestandteile sind mittels Zement überzogen und innerhalb einer Zementmatrix angeordnet. Dabei kann das Gewichtsverhältnis auf trokkener Basis der Holzbestandteile zum Zementanteil zwischen etwa 1 : 2 bis etwa 1 : 10 betragen (s. Sp. 6, Z. 27 bis 29).

[0003] Gemäß der US 3 164 511 A (vgl. Fig. 1-5 in Verbindung mit Sp. 6 Z. 20 bis Sp. 7 Z. 18) werden feuchte oder mit Wasser benetzte Holzbestandteile in einer Mischtrommel mit wahlweise unterschiedlichen Zementbestandteilen mit einer Zementschicht überzogen. Auf einer z.B. plattenförmigen Unterlage werden solche Mischungen in z.B. drei Schichten übereinander geschichtet. Dabei werden in jeder Schicht die Holzbestandteile von Schicht zu Schicht unterschiedlich ausgerichtet. Alle drei so gebildeten Schichten werden gemeinsam mit einem angemessenen Druck, welcher zwischen 50 bis 500 psi betragen kann, zusammengepresst und etwa 24 Stunden in diesem zusammengepressten Zustand gehalten (s. Sp.6 Z. 66 bis 73). Die fertige dreischichtige Hartfaserplatte, welche nur 7,9 mm (0,31 inch) dick ist (s. Sp. 7, Z. 37 bis 39), kann demnach von Haus aus im weitesten Sinne nur eine Verkleidungsfunktion, jedoch keine besondere Tragfunktion oder Wärmedämmfunktion erfüllen.

[0004] Die US 3 164 511A beschreibt außerdem eine eine nicht zur erfindungsgemäßen Gattung zählende phenolharzgebundene Hartfaserplatte von 4,8 mm (3/16 inch) Dicke (s. Sp. 4 Z. 10 bis 12 in Verbindung mit Sp. 4 Z. 58 bis Sp. 5 Z. 6). Vorzugsweise kann die Dichte der mittleren Schicht geringer sein als die Dichte der beiden äußeren Schichten (s. Sp. 5 Z. 5 und 6). Auch jene bekannte phenolharzgebundene Hartfaserplatte ist weder dazu bestimmt noch geeignet, eine Trag- oder Wärmedämmfunktion zu erfüllen.

[0005] Aufbau und Herstellung des plattenartigen Bauelements entsprechend der US 3 164 511 A werden als sehr kompliziert und kostenaufwendig empfunden. Auf eine maßhaltige Fertigungsidentität jeder einzelnen Schicht kommt es bei der bekannten zementgebundenen Hartfaserplatte weniger an, zumal alle übereinander angeordneten Schichten zur Herstellung der zementgebundenen Hartfaserplatte gemeinsam zusammengepresst werden (s.Sp.6 Z. 6 bis 73 in Verbindung mit Sp. 7 Z. 16 bis 18).

[0006] Während gemäß der US 3 164 511 A die Holzbestandteile hinsichtlich ihrer Abmessungen für jede Schicht besonders ausgewählt werden, ist in der DE 31 15 077 A1 eine zementgebundenen Hartfaserplatte beschrieben, zu deren Herstellung lignozellulosehaltige und/oder zellulosehaltige Teile, wie z.B. Hackschnitzelspäne, Hobelspäne oder Sägespäne, verwendet werden. Jene zellulosehaltigen Bestandteile werden unfraktioniert mit Zement und Wasser gemischt und zu zementgebundenen Hartfaserplatten verarbeitet (s. DE 31 15 077 A1 S. 9 Abs. 1), welche nur eine Schicht aufweisen und welche in üblicher Weise nur eine Verkleidungsfunktion, jedoch keine besondere Trag- oder Wärmedämmfunktion, erfüllen können.

[0007] Zur Herstellung einer von der DE 25 48 210 B2 bekannten. Bauplatte bedient man sich eines Faser- bzw. Spangemisches. Dieses wird nach dem Zerspanen in mindestens zwei Fraktionen, nämlich in Feingut mit einer Spangröße von 2-8 mm und Normalgut mit einer Spangröße von 8-20 mm - davon mindestens 80% größer als 12 mm - aufgeteilt und jede der Fraktionen für sich mit Bindemittelzement gemischt. Dabei wird der Feingutfraktion wesentlich mehr Zement zugesetzt als der Normalgutfraktion. Die beiden mit dem Bindemittelzement versetzten Fraktionen werden durch Windsichten auf eine Unterlage aufgestreut, wobei beim Streuen mindestens drei allmählich ineinander übergehende, in Bezug auf Faser- bzw. Späne-Zement-Verhältnis unterschiedliche Schichten erzeugt werden. Entsprechend einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der DE 25 48 210 B2 besteht die Hauptfraktion (64%) hauptsächlich aus einem Spangemisch von 5-12 mm Länge, das eine Armierung der Bauplatte und, damit verbunden, auch die entsprechenden Festigkeiten gewährleisten soll. Der Feinanteil (0-5 mm) von etwa 14% des Gesamtgewichtes der Späne wird in den Außenschichten angeordnet. Dabei ist der Aufbau der bekannten Bauplatte so getroffen, dass ein allmählicher Übergang von den außen liegenden gleichmäßigen Feinschichten zu der innenliegenden Grobschicht erfolgt. Aufbau und Herstellung der Bauplatte entsprechend der DE 25 48 210 B2 werden ebenfalls als sehr kompliziert und kostenaufwendig empfunden. Auch jene bekannte Bauplatte dient üblicher Weise der Verkleidung, jedoch nicht einer Trag- oder Wärmedämmfunktion.

[0008] Von der DE 34 06 895 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung zementgebundener Holzfaser-Formkörper bekannt, bei welchem man eine Mischung mit einem Gehalt an Portlandzement, Wasser und Holzspänen oder Holzwolle, sowie gegebenenfalls mit üblichen Zusatzstoffen verformt und unter Druck und gegebenenfalls mit Erwärmung bis zur Formbeständigkeit aushärtet. Von dieser bekannten Druckschrift ist es auch bekannt, amorphes Siliziumdioxyd zur Mineralisierung der Holzbestandteile (Buchenspäne) zu verwenden.

[0009] Von der DE 198 26 109 C1 ist eine Verbundplatte bekannt, welche aus mindestens zwei Schichten besteht, wobei eine Schicht aus Beton und eine weitere aus einem Dämmstoff besteht, welcher aus einer Mischung von mit

Wasser angerührtem Papierbrei und Zement gebildet ist. Somit weist die bekannte Verbundplatte eine völlig aus Beton bestehende Außenwand auf, welche ein tragendes Element darstellt. Innen ist die Platte mit der aus Papierbrei und Zement hergestellten Dämmplatte versehen. Die Verbundplatte gemäß der DE 198 26 190 C1 wird als nachteilig empfunden, weil der die Tragfunktion der Verbundplatte erfüllende Betonbereich praktisch keinen Beitrag zur Wärmedämmung der Verbundplatte leistet.

[0010] Von der EP 0 960 989 B1 sind ein Baustein und ein Verfahren zum Herstellen eines Bausteines aus Beton bekannt. Zu dessen Herstellung wird in einem ersten Verfahrensschritt ein erster Beton mit einer hohen Rohdichte in eine Form bis in den Bereich ihrer Oberkante verfüllt und gerüttelt. Nachdem sich der erste Beton durch die Rüttelung abgesetzt hat, wird ein zweiter Beton (Leichtbeton) mit einer niedrigeren Rohdichte auf den noch unverfestigten ersten Beton aufgefüllt. Dadurch ergibt sich eine Verbindung zwischen dem ersten und dem zweiten Beton (s. EP 0 960 989 A1 Abs. [0028]). Im Zuge der Fertigstellung des Bausteins erfolgt sodann nach dem kompletten Einfüllen des zweiten Betons niedrigerer Rohdichte zur Verfestigung der Verbindung eine gemeinsame Komprimierung der beiden Betonschichten durch einen Stempel bzw. durch eine Pressvorrichtung. Dadurch werden die beiden Betonschichten gemeinsam in ihre Endstufe komprimiert und entsprechen damit erst den gewünschten Ausmaßen des fertigen Bausteins (s. Abs. [0027]). Der Anteil des Betons niedrigerer Rohdichte beträgt mit einer relativ geringen Schichtdicke von 10 mm maximal 10% des Bausteins (vgl. EP 0 960 989 A1 Sp. 4 Z. 18 bis 25) und dient einer leichteren mechanischen Bearbeitung, vorzugsweise durch Fräsen (s. Abs. [0022]), um einen Baustein sehr hoher Maßgenauigkeit zu erzielen. Die ohnehin geringe und nach dem Abfräsen noch zusätzlich verringerte Stärke der Betonschicht niedrigerer Rohdichte ist nicht in der Lage, eine hinreichende Wärmedämmfunktion zu übernehmen. Dazu wäre eine in der EP 0 960 989 A1 nicht näher beschriebene Isolierung (s. dort Sp. 4 Z. 32 bis 34) erforderlich.

[0011] Schließlich sind ganz allgemein plattenartige Bauelemente aus monostrukturiertem Porenbeton bekannt. Eine solche Porenbetonplatte erfüllt sowohl eine Wärmedämmfunktion als auch eine Tragfunktion. Allerdings werden sowohl die Wärmedämmfunktion einerseits als auch die Tragfunktion andererseits jeweils nicht als optimal angesehen.

[0012] Ausgehend von dem eingangs beschriebenen Bauelement entsprechend der US 3 164 511 A, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein universell anwendbares Bauelement zu schaffen, welches relativ einfach herzustellen ist und welches als integriertes Bauelement unterschiedliche Funktionen, insbesondere die Tragfunktion einerseits und die Wärmedämmfunktion andererseits, optimal erfüllt.

[0013] Entsprechend der Erfindung wird diese Aufgabe gemeinsam mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 mit dessen kennzeichnenden Merkmalen gelöst.

[0014] Ein grundsätzlicher Unterschied des erfindungsgemäßen Bauelements zu zementgebundenen Hartfaserplatten, insbesondere im Vergleich zur zementgebundenen Hartfaserplatte gemäß der US 3 164 511 A, besteht in erster Linie darin, dass das erfindungsgemäße Bauelement sowohl eine Tragfunktion einerseits als auch eine Wärmedämmfunktion andererseits optimal erfüllt. Dabei bildet die jeweilige Schicht mit der geringeren Rohdichte eine Wärmedämmschicht und die Schicht mit der jeweils größeren Rohdichte eine Tragschicht.

[0015] Im Unterschied zum Bauelement gemäß der US 3 164 511 A und auch im Unterschied zum Bauelement gemäß der DE 25 48 210 B2 besteht ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Bauelements zunächst darin, dass die Korngrößenverteilung der Zelluloseelemente bzw. der zellulosehaltigen Elemente über die Dicke einer Schicht hinweg nicht etwa in komplizierter Weise individuell ausgewählt wird, sondern dass jede Schicht - nicht nur eine einzelne Schicht wie bei der Hartfaserplatte gemäß der DE 31 15 077 A1 - im wesentlichen über die gesamte Schichtdicke hinweg aus Zelluloseelementen oder zellulosehaltigen Elementen aller Fraktionen derselben Sieblinie besteht. Dieses Erfindungsmerkmal ist wesentlich für eine einfache Fertigungshandhabung und für ein Höchstmaß an Fertigungsidentität als Voraussetzung für einheitliche Materialkennwerte.

[0016] Im Unterschied zur Hartfaserplatte gemäß der US 3 164 511 A, welche durch eine gemeinsame Zusammenpressung aller Schichten erzeugt wird, werden entsprechend der Erfindung die einander zugekehrten benachbarten Schichten einzeln nacheinander hergestellt. Dabei erfolgt eine feste Verbindung der einander zugekehrten benachbarten Schichten aneinander nicht etwa mittels einer alle Schichtdicken durchsetzenden gemeinsamen Verpressung (vgl. US 3 164 511 A Sp. 7 Z. 16 bis 18), sondern mittels ihrer Grenzflächen, wodurch ein integriertes Bauelement entsteht. Hierdurch gestattet es die Erfindung, jede einzelne Schicht individuell mit für den spezifischen Anwendungsfall erforderlichen Abmessungen und mit der gewünschten Rohdichte herzustellen.

[0017] Zur Erzielung einer festen Verbindung der einander zugekehrten benachbarten Schichten mit ihren Grenzflächen wird eine spaltfreie homogene Verbindung bevorzugt, welche beispielsweise durch Verklebung der einander zugewandten Grenzflächen benachbarter Schichten erfolgen kann. Durch diese feste Verbindung einander zugekehrter benachbarter Schichten mittels ihrer Grenzflächen entsteht ein integriertes Bauelement.

[0018] Besonders wichtig ist es dabei, dass einander benachbarte Schichten in Abhängigkeit vom Zementanteil und/oder in Abhängigkeit vom Verdichtungsgrad unterschiedliche Rohdichten aufweisen.

[0019] Innerhalb der Anwendungsbreite jenes erfindungsgemäßen Merkmals besteht eine besonders vorteilhafte Kombination darin, dass beide einander benachbarten Schichten aus derselben Mischung von Zelluloseelementen und/oder zellulosehaltigen Elementen aller Fraktionen derselben Siebkennlinie bestehen, wobei die eine Schicht indessen

einen relativ geringen Zementanteil und die andere Schicht einen relativ großen Zementanteil beinhaltet.

[0020] Ein solches Verbundbauelement besitzt, einerseits bedingt durch die Schicht mit dem relativ geringen Zementanteil, einhergehend mit einer geringeren Rohdichte, einen sehr guten Wärmedämmwert und verfügt andererseits wegen der Schicht mit dem verhältnismäßig großen Zementanteil, einhergehend mit einer größeren Rohdichte, über eine sehr gute Tragfunktion.

[0021] Ein ebenso vorteilhaftes, gute Wärmedämmfunktion und gute Tragfunktion in sich vereinendes erfindungsgemäßes Bauelement wird dann erzielt, wenn man für beide Schichten eine Mischung mit derselben Rezeptur und mit Zelluloseelementen oder zellulosehaltigen Elementen derselben Sieblinie verwendet und eine der beiden Schichten nicht oder nur gering verdichtet. Auf diese Weise besitzt die letztgenannte Schicht mit der geringeren Rohdichte sehr gute Wärmedämmeigenschaften, während die benachbarte andere Schicht verdichtet wird, um eine größere Rohdichte, verbunden mit einer guten Tragfunktion, zu erzielen.

[0022] Wie bereits erwähnt, sollen beide benachbarten Schichten des erfindungsgemäßen Bauelements mit ihren Grenzflächen fest miteinander verbunden sein. In besonderer Ausgestaltung der Erfindung geschieht dies in der Weise, dass sich die benachbarten Schichten im Bereich ihrer einander zugekehrten Grenzflächen durchdringen, wobei der Durchdringungsbereich eine einen stoffschlüssigen und formschlüssigen Verbund bildende Mischzone darstellt.

[0023] In der Praxis geschieht dies so, dass die erste Schicht mit dem beispielsweise größeren Zementanteil zunächst in eine Form gegossen und eine gewisse Abbindezeit, ohne dass eine gänzliche Erhärtung erfolgt, abgewartet wird und sodann die den geringeren Zementanteil aufweisende zweite noch recht fließfähige Schicht aufgebracht wird. Auf diese Weise ergibt sich an den Grenzflächen der beiden Schichten durch ein Ineinandergreifen der Zelluloseelemente bzw. der zellulosehaltigen Elemente sowohl ein formschlüssiger Verbund als auch durch das Einfließen der zweiten Schicht in die Hohlräume der ersten Schicht ein stoffschlüssiger Verbund.

[0024] Wie bereits erwähnt, besteht ein wesentliches Erfindungsmerkmal darin, dass die Schicht mit der jeweils geringeren Rohdichte die Wärmedämmfunktion und die Schicht mit der jeweils größeren Rohdichte die Tragfunktion des Bauelements erfüllt.

[0025] Darüber hinaus ist die Rohdichte durch Variation der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente zusätzlich zu bestimmen bzw. zu variieren. Dies geschieht erfindungsgemäß dadurch, dass die Rohdichte zusätzlich durch die Dichte der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente bestimmbar ist. So weisen Harthölzer, insbesondere harte Tropenhölzer, eine größere Dichte auf als Weichhölzer.

[0026] Erfindungsgemäß kann die Rohdichte zur Veränderung besonderer bauphysikalischer Eigenschaften, z.B. zur Veränderung von Schallübertragungseigenschaften, zusätzlich dadurch variiert werden, dass man der Mischung unabhängig vom Zementanteil mineralische Beimengungen, wie z.B. eine spezifisch besonders schwere Beimengung in Form von Bariumsulfat, zugibt.

[0027] Wie bereits erwähnt, sieht die Erfindung vor, die Rohdichte einer Schicht in Abhängigkeit vom Verdichtungsgrad zu variieren. Dies kann entsprechend weiteren Erfindungsmerkmalen dadurch geschehen, dass der Verdichtungsgrad durch mechanische Einwirkung, insbesondere durch Vibration bestimmbar ist.

[0028] Weiterhin gestattet es die Erfindung, den Verdichtungsgrad durch Zugabe von Porenbildnern zu bestimmen. Porenbildner können aus einem Reaktionsgemisch aus Kalk, Wasser und Metallpulver bestehen. Als Metallpulver wird Aluminiumpulver oder Zinkpulver bevorzugt. Bei Anwendung solcher Porenbildner entsteht Wasserstoff, mit der Wirkung, dass die Schicht vor ihrer Verfestigung ähnlich wie ein Backteig, Poren bildend, "aufgeht".

[0029] Um einen guten Verbund der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente innerhalb der Schicht zu gewährleisten, sieht die Erfindung vor, dass die Zelluloseelemente oder die zellulosehaltigen Elemente eine mineralisierte Oberfläche aufweisen.

[0030] Erfindungsgemäß kann eine solche Mineralisierung dadurch geschehen, dass die Oberfläche der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente mittels Wasserglas mineralisiert ist. Eine andere Erfindungsvariante besteht darin, dass die Oberfläche der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente mittels amorphem Siliziumdioxyd mineralisiert ist.

[0031] Auch sieht die Erfindung in diesem Zusammenhang vor, dass die Oberfläche der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente mittels Kalkmilch oder Zementmilch mineralisiert ist. So können beispielsweise mit einer dünnen Zementbeschichtung versehene Hobelspäne gemäß der DE 195 31 481 C1 als mineralisierte Zelluloseelemente zur Herstellung erfindungsgemäßer Bauelemente vorteilhaft verwendet werden.

[0032] Entsprechend einer anderen Ausführungsform sieht die Erfindung vor, dass mindestens eine Schicht, insbesondere die die Tragfunktion des Bauelements erfüllende Schicht, mit Armierungselementen, wie z.B. mit langgestreckten und/oder gitter- bzw. netzartigen Armierungselementen aus Metall, Kunststoff, Glasfaser oder Kohlenstoff versehen ist.

[0033] Auch sieht die Erfindung vor, dass im Rahmen einer weitestgehenden Vorfertigung von Bauelementen mindestens eine Schicht Leitungselemente zur Fortleitung von Fluiden und/oder von elektrischem Strom enthält.

[0034] Äußere elektrische Einflüsse (sog. "Elektrosmog") lassen sich entsprechend der Erfindung dadurch abschirmen, dass mindestens eine Schicht Graphitelemente, insbesondere Graphitpulver, enthält.

[0035] Schließlich sieht die Erfindung vor, mindestens einer Schicht Wärmeausgleichselemente hinzuzufügen, welche in der Lage sind, auf Grund des Phasenwechsels, z.B. während der Sonneneinstrahlung, Wärme aufzunehmen und bei Wegfall der Sonneneinstrahlung Wärme abzugeben. Derartige Elemente, die hauptsächlich aus Paraffin bestehen, sind unter der Bezeichnung "PCM" (Phase Change Material) bekanntgeworden und werden beispielsweise von der RUBITHERM GmbH, Worthdamm 13-27, 20457 Hamburg, vertrieben.

[0036] In der voraufgegangenen Beschreibung ist immer von zwei einander benachbarten Schichten die Rede. Selbstverständlich kann ein erfindungsgemäßes Bauelement mehr als zwei Schichten enthalten, von denen indessen immer zwei einander benachbart sind.

[0037] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren, wie es entsprechend den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 18 durch die DE 25 48 210 B2 bekanntgeworden ist.

[0038] Wie bereits erwähnt, erfordert das bekannte Verfahren eine sehr umständliche Herstellungsweise. Entsprechend den Merkmalen des Kennzeichenteils des Anspruchs 18 wird diese Herstellungsweise dadurch erheblich vereinfacht, dass zur Herstellung einer ersten Schicht die Zelluloseelemente und/oder die zellulosehaltigen Elemente mit allen Fraktionen einer bestimmten ersten Sieblinie klassiert werden, dass die Zelluloseelemente oder die zellulosehaltigen Elemente mit Zement und Wasser zu einer Mischung vermischt werden, dass die Mischung in die Form eingefüllt wird, dass die Mischung zur Erhöhung des Verdichtungsgrades gerüttelt oder einer Vibration unterworfen wird, worauf die zweite Schicht als Mischung hergestellt wird, welche der Sieblinie der ersten Schicht oder einer anderen Sieblinie entsprechende Zelluloseelemente oder zellulosehaltige Elemente sowie Zement und Wasser enthält, und dass die zweite Schicht auf die erste Schicht aufgebracht wird.

[0039] Weitere Erfindungsmerkmale sind zusätzlichen Unteransprüchen zu entnehmen.

[0040] In den Zeichnungen sind bevorzugte Ausführungsbeispiele entsprechend der Erfindung dargestellt, es zeigt

Fig. 1 eine schematische Längsschnittansicht eines Rütteltisches mit aufgesetzter Form zur Herstellung einer Verbundplatte,

Fig. 2 einen teilweisen Längsschnitt durch eine Außenwand,

Fig. 3 einen teilweisen Längsschnitt durch eine Bodenplatte,

Fig. 4 einen teilweisen Längsschnitt durch eine Decke,

Fig. 5 einen teilweisen Längsschnitt durch eine Dachplatte,

Fig. 6 eine grafische Darstellung der Wärmeleitzahl Lambda im Verhältnis zur Rohdichte verschiedener Materialien und

Fig. 7 die Druckfestigkeit Sigma D im Verhältnis zur Rohdichte im Vergleich verschiedene Materialien.

[0041] In den Zeichnungen sind einander analoge Elemente bzw. einander analoge Bereiche stets mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0042] Auf einen Rütteltisch 10 ist ein Formkasten 11 aufgesetzt, welcher Formseitenwände 12 sowie einen Formboden 13 aufweist.

[0043] Der Rütteltisch 10 ist in an sich bekannter Weise mit einem Vibrator oder einem sonstigen Unwuchterreger verbunden, was in Fig. 1 durch die mit R bezeichneten beiden Pfeile symbolisiert ist.

[0044] In den oben offenen Formkasten 11 werden nacheinander zwei Schichten A und B eingefüllt, deren Schichtdicke jeweils mit S bezeichnet ist. Beide Schichten A und B, die jeweils eine Schicht aus Holzleichtbeton, im folgenden "HLB" genannt, darstellen, weisen im vorliegenden Fall jeweils eine Mischung mit derselben Rezeptur auf. Die Mischung besteht jeweils aus ca. 12 Gewichtsprozent Hobelspänen, aus ca. 45 Gewichtsprozent Zement und aus ca. 43 Gewichtsprozent Wasser.

[0045] In den Formkasten 11 wird zunächst eine erste Mischung zur Herstellung einer ersten Schicht A eingefüllt und glatt gezogen. Sodann wird der Rütteltisch 10 aktiviert, so dass die Schicht A verdichtet wird. Nach einer im einzelnen zu bestimmenden Abbindezeit, die durch vorherige Zugabe eine Abbindebeschleunigers, z.B. Wasserglas, zur Mischung verkürzt werden kann, wird die zweite Schicht B nach einer anfänglichen Verfestigung der Schicht A auf letztere aufgefüllt. Die Schicht B wird keiner oder nur einer kurzzeitigen Rüttelbewegung unterzogen, also nicht verdichtet, so dass nach Aushärtung beider Schichten A und B die Schicht A eine größere Rohdichte aufweist als die Schicht B.

[0046] Die der Schicht B zugewandte Grenzfläche der Schicht A ist mit FA und die der Schicht A zugewandte Grenzfläche der Schicht B ist mit FB bezeichnet. Indessen hat sich nach dem Eingießen der fließfähigen Mischung der Schicht B im Bereich der Grenzflächen FA und FAB eine mit einer gestrichelten Wellenlinie angedeutete Mischzone M gebildet,

welche die beiden Schichten A und B formschlüssig und stoffschlüssig miteinander verbindet. Insbesondere die Zelluloseelemente, im vorliegenden Fall Hobelspäne, sorgen für eine formschlüssigen Verbund innerhalb der Mischzone M.

[0047] Die unterschiedlichen Rohdichten der Schichten A und B kommen im vorliegenden Fall nicht durch eine unterschiedliche Rezeptur, sondern nur dadurch zustande, dass die Schicht A durch Rüttelung bzw. durch Vibration mechanisch verdichtet wurde, während die Schicht B keiner mechanischen oder nur einer kurzzeitigen Verdichtung unterlag.

[0048] Andererseits ist es im vorliegenden Falle beispielsweise möglich, die Rohdichte z.B. der Schicht A durch Zugabe eines größeren Zementanteils zu erhöhen.

[0049] Wesentlich für die Schichten A und B ist es auch, dass beide Schichten Zelluloseelemente (im vorliegenden Fall Hobelspäne) entsprechend derselben Sieblinie mit allen Fraktionen dieser Sieblinie enthalten. Beispielsweise wurde eine Sieblinie (Siebrückstandskurve) nach folgender Aufstellung bestimmt:

I	II	III	IV	V
> 0 mm	0,46 g	0,46 g	1,44%	1,44%
> 1 mm	1,14 g	1,60 g	3,56%	5,00%
> 2 mm	9,39 g	10,99 g	29,36%	34,37%
> 4 mm	19,74 g	30,73 g	61,73%	96,09%
> 8 mm	1,25 g	31,98 g	3,91%	100,00%

[0050] Hierbei bedeuten die römischen Ziffern folgendes:

I = Siebgröße;
II = Siebrückstand;
III = Siebrückstands-Summe;
IV = prozentualer Siebrückstand;
V = Summen der prozentualen Siebrückstände.

[0051] Die vorstehend angegebenen Tabellenwerte stellen ein Mittel aus ca. 600 Siebungen aus Hobelspänen dar, welche anschließend mit einer dünnen Zementschicht gemäß der DE 195 31 481 A1 versehen - d.h. mineralisiert - wurden, so dass die derart mineralisierten Hobelspäne einen innigen Verbund mit dem Umgebungswerkstoff der jeweiligen Schicht A, B eingehen können.

[0052] Nach hinreichender Aushärtung kann das fertige Verbundplattenbauelement P aus dem Formkasten 11 entformt und entnommen werden. Dabei kann ein solcher Formkasten in an sich bekannter Weise mit von dem Formboden 13 abnehmbaren Formwänden 12 versehen sein.

[0053] Der Gebrauch eines Rütteltisches 10 ist für die Anwendung der erfindungsgemäßen Mischung nicht zwingend. So können z.B. Bodenplatten in situ Schicht für Schicht vergossen und die einzelnen Schichten mit mobilen Vibratoren (sog. Rüttelbirnen z.B.) verdichtet werden.

[0054] Das in Fig. 2 als teilweiser Längsschnitt wiedergegebene Außenwandbauelement E weist außen eine Wetterschutzschicht 14, z.B. eine Putzschicht auf, an welche sich innen eine Schicht B (Wärmedämmschicht) und in weiterer Folge eine Schicht A (Tragschicht) sowie eine Schicht C anschließen.

[0055] Auch im Falle dieses Außenwandbauelements E kann, wie beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1, dieselbe Rezeptur für die Schichten A, B und C vorausgesetzt werden. Auch kann die Herstellung des Außenwandbauelements E grundsätzlich entsprechend der in Fig. 1 gezeigten Art erfolgen. Zweckmäßig würde indessen zunächst die Schicht C gegossen, welche eine Strahlungsheizungsschicht bildet und von einem Wärmetauschermedium durchflossene Rohre 15 einbettet.

[0056] Dabei kann die Rohdichte der Schicht C der Rohdichte der nachfolgend aufgegossenen Tragschicht A entsprechen. Beide Schichten C und A erhalten demnach denselben Verdichtungsgrad, während die Wärmedämmschicht B keiner oder nur einer geringfügigen Verdichtung unterworfen wird und deshalb im Vergleich zu den Schichten C und A über die geringere Rohdichte und demnach über die größere Wärmedämmfähigkeit verfügt.

[0057] Falls es für den individuellen Anwendungsfall zweckmäßig ist, kann die Wärmedämmschicht B mit bereits weiter oben beschriebenen Wärmeausgleichselementen "PCM" (Phase Change Material) versehen sein.

[0058] Analog zu dem Verbundplattenbauelement gemäß Fig. 1 ist auch bei dem Außenwandbauelement E zwischen den Grenzflächen FA und FB sowie zwischen den Grenzflächen FA und FC jeweils eine mit einer gestrichelten Wellenlinie angedeutete Mischzone M vorhanden, in welcher jeweils zwischen den einzelnen Schichten B, A und C ein besonders inniger Form- und Stoffschlussverbund besteht.

[0059] In Fig. 3 ist ein teilweiser Längsschnitt durch ein Bodenplattenbauelement G dargestellt. Auch das Bodenplattenbauelement G weist drei Schichten A, B und C auf, wobei die Rohdichte von der Schicht A bis zu der Schicht C von Schicht zu Schicht stufenweise abnimmt. Die mit 16 bezeichneten Punkte innerhalb der Schicht A sollen eine Bewehrung

symbolisieren, welche als Metall-, Zellstoff- oder Faserarmierung ausgebildet sein kann. Während demnach die Schicht A mit der größten Rohdichte und mit der Bewehrung 16 für die Festigkeit des Bodenplattenbauelements G sorgt, ergeben die Schichten B und C mit der stufenweise geringeren Rohdichte eine gute Wärmedämmung. Auch bei dem Bodenplattenbauelement G gemäß Fig. 4 sind im Bereich der Grenzflächen FA und FB sowie FB und FC Form- und Stoffschluss bewirkende Mischzonen M vorhanden.

[0060] Das gemäß Fig. 4 dargestellte Deckenbauelement D und das gemäß Fig. 5 dargestellte Dachplattenbauelement DP unterscheiden sich von dem Bodenplattenbauelement G gemäß Fig. 4 grundsätzlich nicht. Indessen ist die Dichte der Bewehrung 16 entsprechend den individuellen statischen Voraussetzungen anders gestaltet als die entsprechende Bewehrung 16 des Bauplattenbauelements G (Fig. 4) und des Deckenplattenbauelements DP (Fig. 5). Da die Bauelemente D und DP ansonsten dem Bodenplattenbauelement G weitestgehend entsprechen, sind weitere Erklärungen entbehrlich.

[0061] In den Fig. 6 und 7 sind physikalische Eigenschaften des erfindungsgemäßen Werkstoffs HLB (Holzleichtbeton) im Vergleich zu anderen Materialen dargestellt.

[0062] So ist in Fig. 6 die Wärmeleitfähigkeit verschiedener Materialien als Ordinate Lambda [W/mK] über der Abszisse Rohdichte [kg/m^3] dargestellt.

[0063] Mit dem erfindungsgemäßen Werkstoff HLB werden verglichen der Werkstoff Leichtbeton LB (Beton mit Lufteinschlüssen bildenden Elementen, wie Styropor und Blähton), Leichthochlochziegel LHZ (Gittertonziegel), Porenbeton PB (Beton mit Porenbildnern in Form von Aluminium und/oder Zinkpulver) und Poroton PT (Gitterhohlziegel aus Blähton).

[0064] Aus Fig. 6 geht hervor, dass es mit dem erfindungsgemäßen Werkstoff HLB möglich ist, eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit von etwa 0,05 W/mK zu erreichen. Bei einer Rohdichte von ca. 1000 kg/m^3 verfügt der erfindungsgemäße Werkstoff HLB immerhin noch über eine relativ geringe Wärmeleitfähigkeit von 0,38 W/mK.

[0065] Aus Fig. 7 geht hervor, dass der erfindungsgemäße Werkstoff bei der erwähnten Rohdichte von 1000 kg/m^3, mit der eine relativ geringe Wärmeleitfähigkeit von 0,38 W/mk einhergeht, über eine sehr große Druckfestigkeit von ca. 10,5 N/mm^2 verfügt.

[0066] Schließlich zeichnet sich der erfindungsgemäße Werkstoff HLB durch eine im Vergleich zu den anderen vorbezeichneten Materialien wesentlich grö-βere Biege- und Zugfestigkeit aus.

Patentansprüche

1. Bauelement, insbesondere plattenartiges Bauelement (P), welches mindestens zwei Schichten (A, B) aufweist, wobei jede Schicht (A, B) Zelluloseelemente oder zellulosehaltige Elemente, wie Hobelspäne, Hackschnitzel, z.B. Schäben, Papierschnitzel od. dgl., enthält und wobei jede Schicht (A, B) Zement als Bindemittel und ggf. Zuschläge enthält, wobei der Zement gleichmäßig über die Schichtdicke (S) verteilt ist, und wobei einander benachbarte Schichten (A, B) fest miteinander verbunden sind und Grenzflächen (FA, FB) zwischen sich bilden, **dadurch gekennzeichnet,**

   a) **dass** das Bauelement (P) zur Verwendung als Wandbauelement (E) als Bodenbauelement (G), als Fundamentbauelement, als Dachbauelement (DP), als Deckenbauelement (D), als Trennwandbauelement, als Schallschutz-Wandbauelement od. dgl. dient;
   b) **dass** jede Schicht (A, B) im wesentlichen über die gesamte Schichtdicke (S) hinweg aus einer Mischung von Zelluloseelementen oder zellulosehaltigen Elementen aller Fraktionen derselben Sieblinie besteht;
   c) **dass** einander benachbarte Schichten (A, B) in Abhängigkeit vom Verdichtungsgrad und gegebenenfalls in Abhängigkeit vom Zementanteil unterschiedliche Rohdichten aufweisen;
   d) **dass** die Schicht (B) mit der jeweils geringeren Rohdichte eine Wärmedämmschicht und die Schicht (A) mit der jeweils größeren Rohdichte eine Tragschicht des Bauelements (P, E, G, D, DP) bildet;
   e) **dass** das Bauelement (P, E, G, D, DP) erhältlich ist, **dadurch**, dass die einander zugekehrten benachbarten Schichten (A, B) einzeln nacheinander hergestellt und mittels ihrer Grenzflächen (FA, FB) fest miteinander verbunden werden.

2. Bauelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einander zugekehrten benachbarten Schichten (A, B) durch Verklebung miteinander verbunden sind.

3. Bauelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die benachbarten Schichten (A, B) im Bereich ihrer einander zugekehrten Grenzflächen (FA, FB) durchdringen, wobei der Durchdringungsbereich eine einen stoffschlüssigen und formschlüssigen Verbund bildende Mischzone (M) darstellt.

4. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohdichte zusätzlich durch

die Dichte der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente bestimmbar ist.

5. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohdichte zusätzlich durch Zugabe von mineralischen Beimengungen, wie z.B. durch Beimengung von Bariumsulfat, bestimmbar ist.

6. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdichtungsgrad durch mechanische Einwirkung, insbesondere durch Vibration, bestimmbar ist.

7. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdichtungsgrad durch Zugabe von Porenbildnern bestimmbar ist.

8. Bauelement nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Porenbildner aus einem Reaktionsgemisch aus Kalk, Wasser und Metallpulver besteht.

9. Bauelement nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallpulver Aluminiumpulver oder Zinkpulver ist.

10. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zelluloseelemente oder die zellulosehaltigen Elemente eine mineralisierte Oberfläche aufweisen.

11. Bauelement nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente mittels Wasserglas mineralisiert ist.

12. Bauelement nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente mittels amorphem Siliziumdioxid mineralisiert ist.

13. Bauelement nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche der Zelluloseelemente oder der zellulosehaltigen Elemente mittels Kalkmilch oder Zementmilch mineralisiert ist.

14. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Schicht, insbesondere die die Tragfunktion des Bauelements (P, E, G, D, DP) erfüllende Schicht (A) mit Armierungselementen (16), wie z.B. mit langgestreckten und/oder gitter- bzw. netzartigen Armierungselementen aus Metall, Kunststoff, Glasfaser oder Kohlenstoff, versehen ist.

15. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Schicht (C) Leitungselemente (15) zur Fortleitung von Fluiden und/oder von elektrischem Strom enthält.

16. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Schicht Graphitelemente, insbesondere Graphitpulver, enthält.

17. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Schicht (B) PCM- (Phase Change Material) Elemente enthält.

18. Verfahren zur Herstellung eines mehrere Schichten (A, B) aufweisenden plattenartigen Bauelements (P), bei welchem zur Herstellung einer ersten Schicht (A) Zelluloseelemente oder zellulosehaltige Elemente, wie Hobelspäne, Hackschnitzel, z.B. Schäben Papierschnitzel od.dgl. mit Zement und Wasser zu einer Mischung vermischt werden, worauf aus der Mischung gebildete Schichten (A, B) nacheinander in eine Form (11) eingefüllt werden, worauf mindestens eine Schicht (A) verdichtet und sodann alle Schichten (A, B) einer Aushärtung unterworfen werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Herstellung einer ersten Schicht (A) des plattenartigen Bauelements welches als Wandbauelement (E), Bodenbauelement (G), Fundamentbauelement, Dachbauelement (DP), Deckenbauelement (D), Trennbauelement, eines Schallschutz-Wandbauelement od.dgl. ausgebildet ist, die Zelluloseelemente und/oder zellulosehaltigen Elemente mit allen Fraktionen einer bestimmten ersten Sieblinie klassiert und sodann mit Zement und Wasser zu der Mischung vermischt und in die Form (11) eingefüllt werden, dass die Mischung zur Erhöhung des Verdichtungsgrades gerüttelt oder einer Vibration unterworfen wird, worauf die zweite Schicht (B), welche der Sieblinie der ersten Schicht (A) entsprechende Zelluloseelemente oder zellulosehaltige Elemente sowie Zement und Wasser enthält, auf die erste Schicht (A) aufgebracht wird, und dass die erste Schicht (A) aushärtet oder nur teilweise aushärtet, bevor die zweite Schicht (B) auf die erste Schicht (A) aufgebracht wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mischung der ersten Schicht (A) und/oder der Mischung der zweiten Schicht (B) ein Abbindebeschleuniger, wie z.B. Wasserglas, zugegeben wird.

20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mischung mindestens einer Schicht (B) ein Porenbildner hinzugefügt wird.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor der Herstellung der Mischung die Zelluloseelemente oder die zellulosehaltigen Elemente zur Mineralisierung ihrer Oberfläche in einen innigen Kontakt mit Kalkmilch, Zementmilch, amorphem Siliziumdioxyd oder Wasserglas versetzt und nach Erhärtung der mineralischen Oberfläche der Mischung zugegeben werden.

Claims

1. Structural element, in particular a sheet-like structural element (P), which has at least two layers (A, B), wherein each layer (A, B) contains cellulose elements or cellulose-containing elements, such as wood shavings, wood chips, e.g. shives, paper shavings or the like, and wherein each layer (A, B) contains cement as a binder and optionally additives, wherein the cement is distributed uniformly over the layer thickness (S), and wherein layers (A, B) adjacent to one another are bonded firmly to one another and form interfaces (FA, FB) between them,
characterized in that

a) the structural element (P) serves for use as a wall structural element (E), as a floor structural element (G), as a foundation structural element, as a roof structural element (DP), as a ceiling structural element (D), as a dividing wall structural element, as a soundproofing wall structural element or the like;
b) **in that** each layer (A, B) essentially comprises a mixture of cellulose elements or cellulose-containing elements of all fractions of the same grading curve over the entire layer thickness (S);
c) **in that** layers (A, B) adjacent to one another have different bulk densities, depending on the degree of compaction and, where appropriate, depending on the cement content;
d) **in that** the layer (B) with the particular lower bulk density forms a heat insulation layer and the layer (A) with the particular higher bulk density forms a support layer of the structural element (P, E, G, D, DP);
e) **in that** the structural element (P, E, G, D, DP) is obtainable by producing the adjacent layers (A, B) facing one another individually in succession and bonding them firmly to one another by means of their interfaces (FA, FB) .

2. Structural element according to claim 1, **characterized in that** the adjacent layers (A, B) facing one another are bonded to one another by gluing.

3. Structural element according to claim 1, **characterized in that** the adjacent layers (A, B) penetrate each other in the region of their interfaces (FA, FB) facing one another, the penetration region representing a mixing zone (M) forming a material and cohesive bond.

4. Structural element according to one of claims 1 to 3, **characterized in that** the bulk density can additionally be determined by the density of the cellulose elements or cellulose-containing elements.

5. Structural element according to one of claims 1 to 4, **characterized in that** the bulk density can additionally be determined by addition of mineral admixtures, such as e.g. by admixture of barium sulfate.

6. Structural element according to one of claims 1 to 5, **characterized in that** the degree of compaction can be determined by mechanical action, in particular by vibration.

7. Structural element according to one of claims 1 to 5, **characterized in that** the degree of compaction can be determined by addition of pore-forming agents.

8. Structural element according to claim 7, **characterized in that** the pore-forming agent comprises a reaction mixture of lime, water and metal powder.

9. Structural element according to claim 8, **characterized in that** the metal powder is aluminium powder or zinc powder.

10. Structural element according to one of claims 1 to 9, **characterized in that** the cellulose elements or cellulose-containing elements have a mineralized surface.

11. Structural element according to claim 10, **characterized in that** the surface of the cellulose elements or cellulose-containing elements is mineralized by means of water-glass.

12. Structural element according to claim 10, **characterized in that** the surface of the cellulose elements or cellulose-containing elements is mineralized by means of amorphous silicon dioxide.

13. Structural element according to claim 10, **characterized in that** the surface of the cellulose elements or cellulose-containing elements is mineralized by means of milk of lime or cement slurry.

14. Structural element according to one of claims 1 to 13, **characterized in that** at least one layer, in particular the layer (A) which fulfils the support function of the structural element (P, E, G, D, DP), is provided with reinforcing elements (16), such as e.g. with elongated and/or grid- or net-like reinforcing elements of metal, plastic, glass fibre or carbon.

15. Structural element according to one of claims 1 to 14, **characterized in that** at least one layer (C) contains conducting elements (15) for conduction of fluids and/or electric current.

16. Structural element according to one of claims 1 to 15, **characterized in that** at least one layer contains graphite elements, in particular graphite powder.

17. Structural element according to one of claims 1 to 16, **characterized in that** at least one layer (B) contains PCM (phase change material) elements.

18. Process for the production of a structural element (P) comprising several layers (A, B), in which, for production of a first layer (A), cellulose elements or cellulose-containing elements, such as wood shavings, wood chips, e.g. shives, paper shavings or the like, are mixed with cement and water to give a mixture, after which layers (A, B) formed from the mixture are introduced into a mould (11) in succession, after which at least one layer (A) is compacted and all the layers (A, B) are then subjected to hardening, **characterized in that** for the production of a first layer (A) of the sheet-like structural element, which is constructed as a wall structural element (E), a floor structural element (G), a foundation structural element, a roof structural element (DP), a ceiling structural element (D), a dividing wall structural element, a soundproofing wall structural element or the like, the cellulose elements and/or cellulose-containing elements are classified with all the fractions of a particular first grading curve and then mixed with cement and water to give the mixture and the mixture is introduced into the mould (11), **in that** the mixture is shaken or subjected to vibration to increase the degree of compaction, after which the second layer (B), which contains cellulose elements or cellulose-containing elements corresponding to the grading curve of the first layer (A) and cement and water, is applied to the first layer (A), and **in that** the first layer (A) is hardened or only partly hardened, before the second layer (B) is applied to the first layer (A).

19. Process according to claim 18, **characterized in that** a setting accelerator, such as e.g. water-glass, is added to the mixture of the first layer (A) and/or the mixture of the second layer (B).

20. Process according to claim 18 or 19, **characterized in that** a pore-forming agent is added to the mixture of at least one layer (B).

21. Process according to one of claims 18 to 20, **characterized in that**, before the preparation of the mixture, the cellulose elements or the cellulose-containing elements are brought into intimate contact with milk of lime, cement slurry, amorphous silicon dioxide or water-glass for mineralization of their surface and, after solidification of the mineral surface, are added to the mixture.

Revendications

1. Elément de construction, en particulier élément de construction (P) formé en plaque, présentant au moins deux couches (A, B), chaque couche (A, B) contenant des éléments de cellulose ou des éléments contenant de la cellulose, tels que des copeaux de rabotage, des cossettes de découpage, par exemple des raclures, des cossettes de papier

ou analogue et chaque couche (A,B) contenant du ciment en tant que liant et, le cas échéant, des additifs, le ciment étant régulièrement réparti sur l'épaisseur de couche (S), et des couches (A, B) voisines les unes des autres étant reliées ensemble rigidement et formant entre elles des surfaces limites (FA, FB), **caractérisé en ce que**

a) l'élément de construction (P) sert pour l'utilisation en tant qu'élément de construction de paroi ou mur (E), élément de construction de sol (G), élément de construction de fondation, élément de construction de toiture (DP), élément de construction de plafond (D), élément de construction de paroi de séparation, élément de construction de paroi de protection phonique, ou analogue ;
b) chaque couche (A, B) est composée, sensiblement sur toute l'épaisseur de couche (S), d'un mélange d'éléments de cellulose ou d'éléments contenant de la cellulose de toutes les fractions de la même ligne de tamisage ;
c) des couches (A, B) voisines les unes des autres présentent des densités volumétriques différentes, en fonction du degré de compactage et, le cas échéant, en fonction de la proportion de ciment ;
d) la couche (B), ayant chaque fois la plus faible densité volumétrique, forme une couche d'isolation thermique, et la couche (A) ayant chaque fois la plus forte densité volumétrique, forme une couche support de l'élément de construction (P, E, G, D, DP) ;
e) on peut obtenir l'élément de construction (P, E, G, D, DP) par le fait que les couches (A, B) voisines, tournées les unes vers les autres, sont fabriquées individuellement les unes après les autres et sont reliées rigidement ensemble au moyen de leurs surfaces limites (FA, FB).

2. Elément de construction selon la revendication 1,
caractérisé en ce que les couches (A, B) voisines, tournées les unes vers les autres, sont reliées ensemble par collage.

3. Elément de construction selon la revendication 1,
caractérisé en ce que les couches (A, B) voisines se pénètrent dans la zone de leurs surfaces limites (FA, FB) tournées les unes vers les autres, la zone de pénétrations constituant une zone de mélange (M) formant un composite à liaison par la matière et à liaison par ajustement de formes.

4. Elément de construction selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la densité volumétrique est en plus susceptible d'être déterminée par le biais de la densité des éléments de cellulose ou des éléments contenant de la cellulose.

5. Elément de construction selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la densité volumétrique est en plus susceptible d'être déterminée par ajout d'additions minérales, tel que, par exemple, par addition de sulfate de baryum.

6. Elément de construction selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le degré de compactage est susceptible d'être déterminé par effet mécanique, en particulier par vibration.

7. Elément de construction selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le degré de compactage est susceptible d'être déterminé par addition d'agents porogènes.

8. Elément de construction selon la revendication 7,
caractérisé en ce que l'agent porogène est composé d'un mélange de réaction composé de chaux, eau et poudre métallique.

9. Elément de construction selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la poudre métallique est de la poudre d'aluminium ou de la poudre de zinc.

10. Elément de construction selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** les éléments de cellulose ou les éléments contenant de la cellulose présentent une surface minéralisée.

11. Elément de construction selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la surface des éléments de cellulose ou des éléments contenant de la cellulose est minéralisée au moyen de verre soluble.

12. Elément de construction selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la surface des éléments de cellulose ou des éléments contenant de la cellulose est minéralisée au moyen de dioxyde de silicium amorphe.

13. Elément de construction selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la surface des éléments de cellulose ou des éléments contenant de la cellulose est minéralisée au moyen de lait de chaux ou de lait de ciment.

14. Elément de construction selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce qu'**au moins une couche, en particulier la couche (A) satisfaisant à la fonction support de l'élément de construction (P, E, G, D, DP), est munie d'éléments d'armature (16), tels que des éléments d'armature allongés et/ou du genre de grille et/ou de filet, en métal, matière synthétique, fibre de verre ou carbone.

15. Elément de construction selon l'une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce qu'**au moins une couche (C) contient des éléments conducteurs (15), pour la transmission de fluides et/ou de courant électrique.

16. Elément de construction selon l'une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce qu'**au moins une couche contient des éléments de graphite, en particulier de la poudre de graphite.

17. Elément de construction selon l'une des revendications 1 à 16, **caractérisé en ce qu'**au moins une couche (B) contient des éléments PCM (Phase Change Material).

18. Procédé de fabrication d'un élément de construction (P) formé en plaque, présentant plusieurs couches (A, B), procédé pour lequel, pour la fabrication d'une première couche (A), on mélange des éléments de cellulose ou des éléments contenant de la cellulose, tels que des copeaux de rabotage, des cossettes de découpage, par exemple des raclures, des cossettes de papier ou analogue, avec du ciment et de l'eau pour obtenir un mélange, suite à quoi des couches (A, B), formées à partir du mélange, sont introduites dans un moule (11), au moins une couche (A) étant ensuite compactée, et toutes les couches (A, B) étant ensuite soumises à un durcissement, **caractérisé en ce que**, pour fabriquer une première couche (A) de l'élément de construction formé en plaque, réalisé sous forme d'élément de construction de paroi ou mur (E), d'élément de construction de sol (G), d'élément de construction de fondation, d'élément de construction de toiture (DP), d'élément de construction de plafond (D), d'élément de construction de séparation, d'élément de construction de paroi de protection phonique, ou analogue, les éléments de cellulose et/ou les éléments contenant de la cellulose sont classés avec toutes les fractions d'une première ligne de tamisage déterminée et, ensuite, mélangés à du ciment et à de l'eau, pour former le mélange, et introduits dans le moule (11), **en ce que** le mélange est secoué ou soumis à une vibration de manière à augmenter le degré de compactage, suite à quoi la deuxième couche (B), contenant des éléments de cellulose et/ou des éléments contenant de la cellulose correspondant à la ligne de tamisage de la première couche (A), ainsi que du ciment et de l'eau, est appliquée sur la première couche (A), et **en ce que** la première couche (A) est durcie ou n'est que partiellement durcie avant que la deuxième couche (B) soit appliquée sur la première couche (A).

19. Procédé selon la revendication 18, **caractérisé en ce qu'**un accélérateur de prise, tel que du verre soluble, est ajouté au mélange de la première couche (A) et/ou au mélange de la deuxième couche (B).

20. Procédé selon la revendication 18 ou 19, **caractérisé en ce qu'**un agent porogène est ajouté au mélange d'au moins une couche (B).

21. Procédé selon l'une des revendications 18 à 20,
caractérisé en ce que, avant la fabrication du mélange, les éléments de cellulose ou les éléments contenant de la cellulose sont mis en contact intime avec du lait de chaux, du lait de ciment, du dioxyde de silicium amorphe, ou du verre soluble, pour obtenir la minéralisation de leur surface et, après durcissement de la surface minérale, sont ajoutés au mélange.

FIG. 1

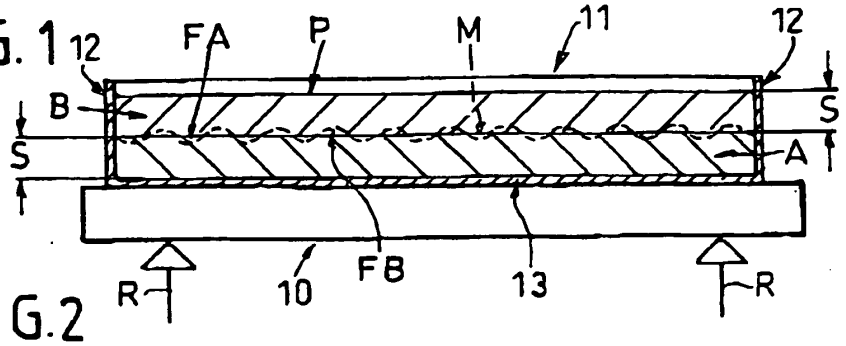


FIG.2

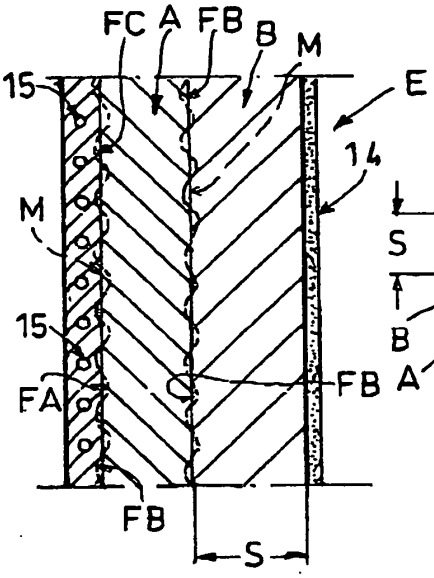


FIG.3

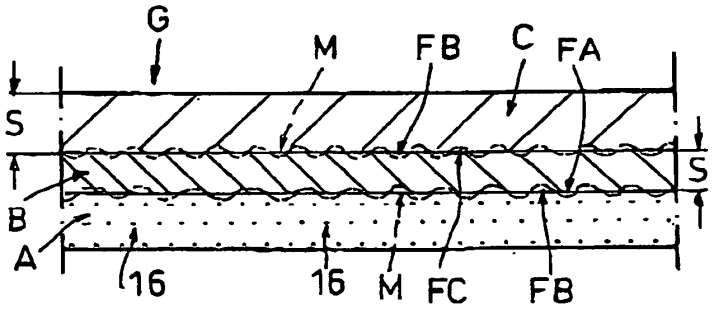


FIG.4

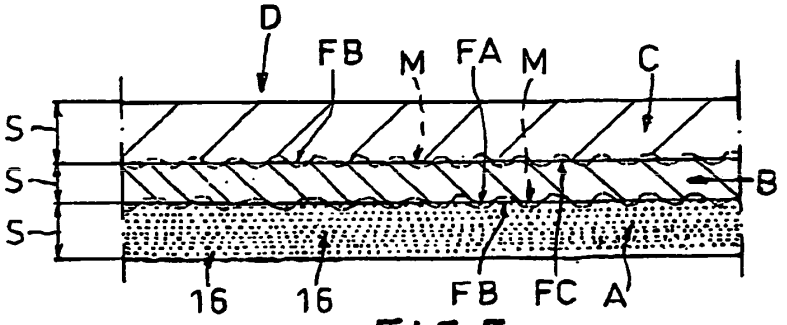


FIG.5

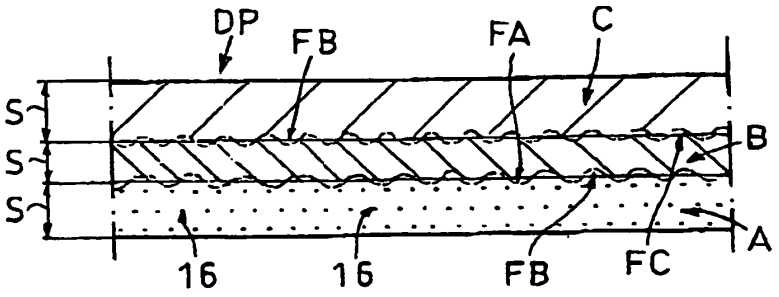


FIG.6

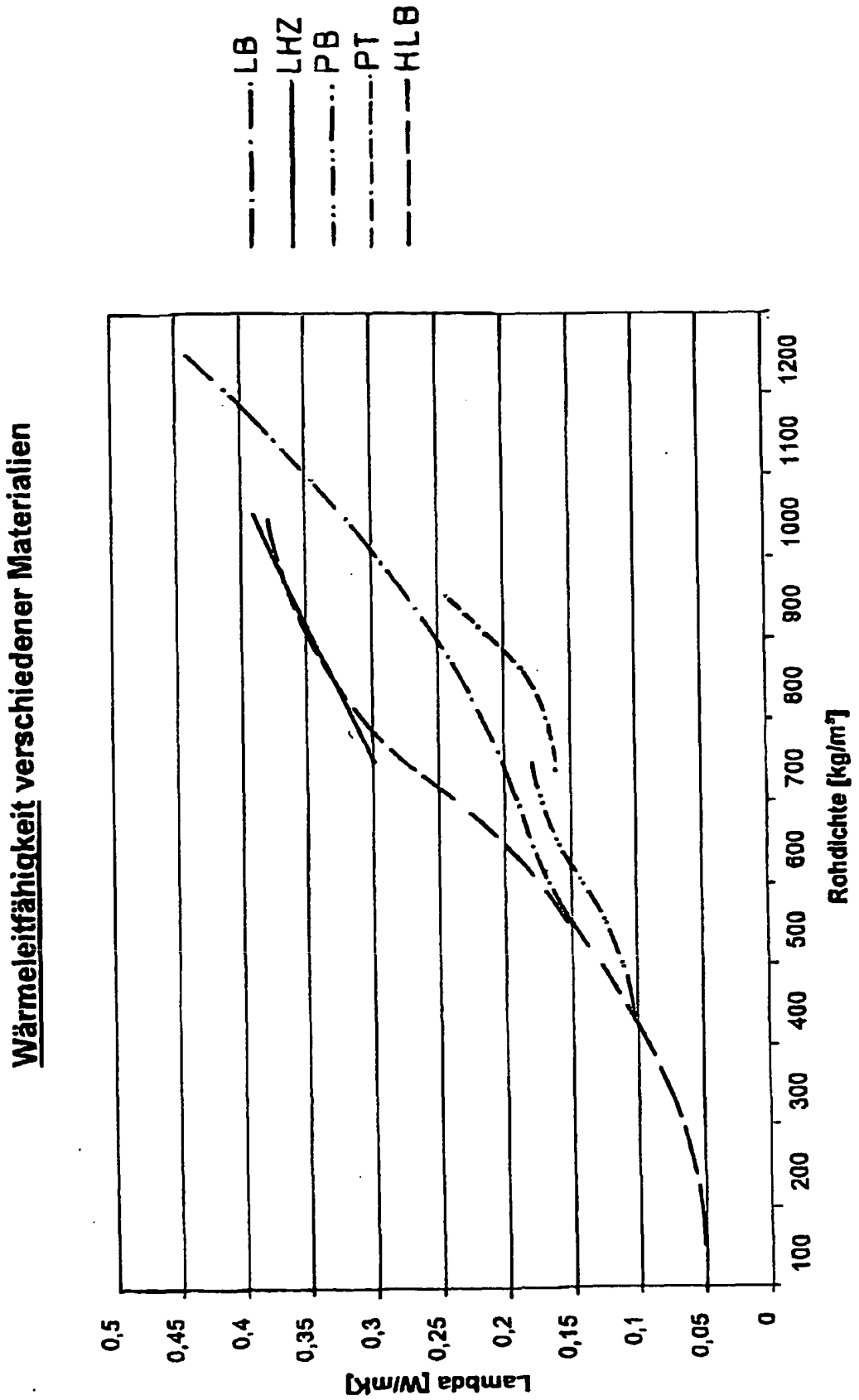
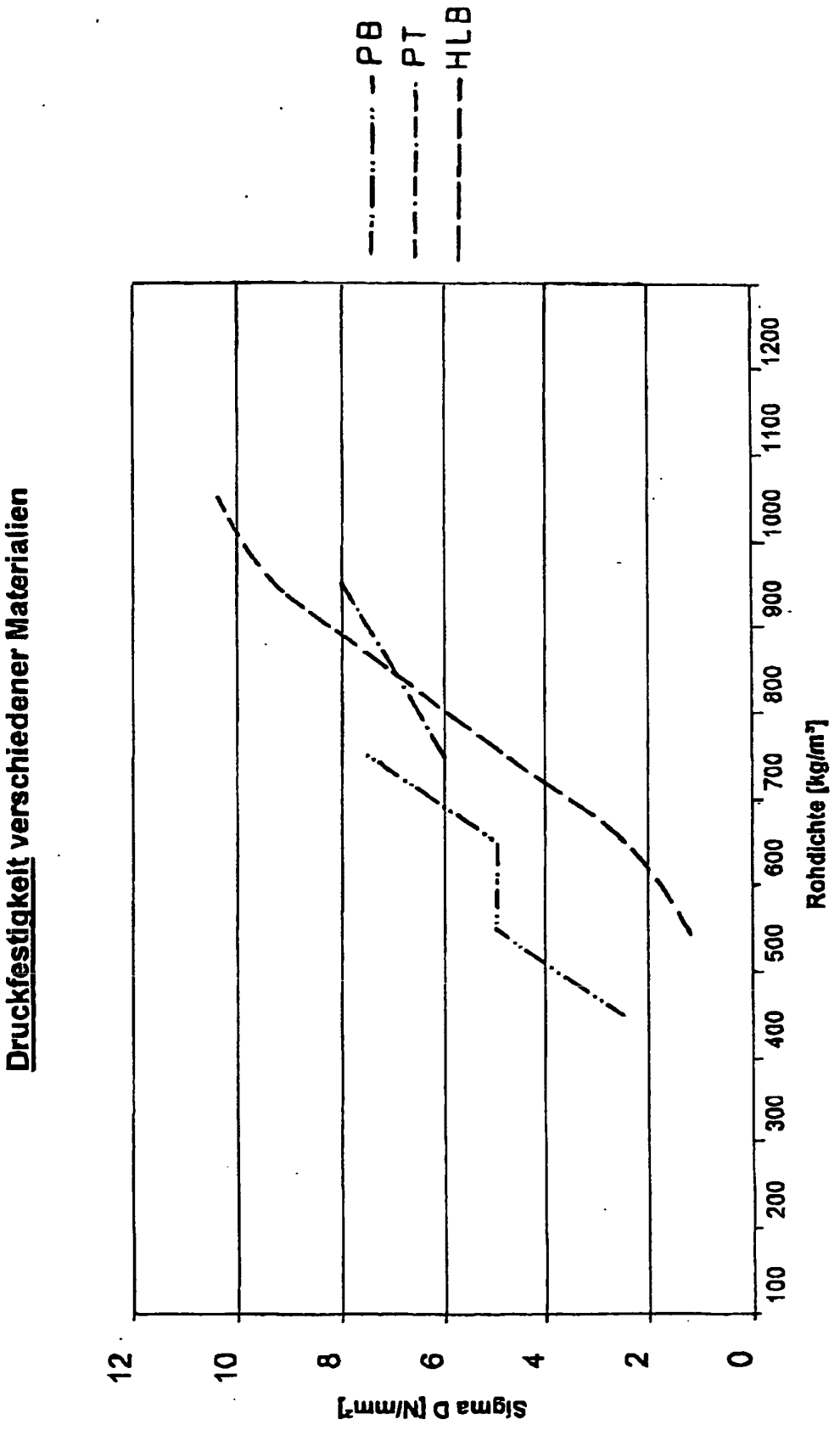

Wärmeleitfähigkeit verschiedener Materialien
LB
LHZ
PB
PT
HLB
Lambda [W/mK]
0,5
0,45
0,4
0,35
0,3
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
Rohdichte [kg/m³]
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200

FIG. 7


Druckfestigkeit verschiedener Materialien
PB
PT
HLB
Sigma D [N/mm²]
0
2
4
6
8
10
12
Rohdichte [kg/m³]
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 3164511 A **[0001] [0002] [0003] [0004] [0005] [0006] [0012] [0014] [0015] [0016] [0016]**
- DE 3115077 A1 **[0006] [0006] [0015]**
- DE 2548210 B2 **[0007] [0007] [0007] [0015] [0037]**
- DE 3406895 A1 **[0008]**
- DE 19826109 C1 **[0009]**
- DE 19826190 C1 **[0009]**
- EP 0960989 B1 **[0010]**
- EP 0960989 A1 **[0010] [0010] [0010]**
- DE 19531481 C1 **[0031]**
- DE 19531481 A1 **[0051]**