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

(11) **EP 2 821 562 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.01.2017 Patentblatt 2017/02

(51) Int Cl.:
E04C 2/26 *(2006.01)* ***E04B 5/23*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **14173413.7**

(22) Anmeldetag: **23.06.2014**

(54) **Holz-Beton-Verbundkonstruktion**

Composite wood-concrete structure

Structure composite en bois/béton

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **02.07.2013 DE 102013106919**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.01.2015 Patentblatt 2015/02

(73) Patentinhaber: **Pape, Heinz**
36341 Lauterbach (DE)

(72) Erfinder:
- **Die Erfinder haben auf ihre Nennung verzichtet.**

(74) Vertreter: **Müller, Eckhard**
Dr. Müller Patentanwälte
Mühlstrasse 9a
65597 Hünfelden-Dauborn (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-B4- 10 254 043
DE-U1- 20 216 634
DE-U1- 29 824 534

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 2 821 562 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Holz-Beton-Verbundkonstruktion gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie die Verwendung eines Holzbauteils, mit einem tragenden Unterbau und einem angrenzenden Verbundoberbau zum flächigen Verbinden mit Beton zur Verstellung einer Holz-Beton-Verbundkonstruktion mit wenigstens einem derartigen Holzbauteil und wenigstens einem Betonbauteil.

[0002] Holz-Beton-Verbundkonstruktionen sind seit langem aus dem Stand der Technik bekannt und bestehen aus Holzelementen bzw. Holzbauteilen, welche mit einem an eine Verbundfläche des Holzbauteils angrenzenden Betonbauteil schubfest verbunden sind. Holz-Beton-Verbundkonstruktionen werden im Bauwesen insbesondere dort eingesetzt, wo die Vorteile des Bauwerkstoffs Holz mit den Vorteilen des Bauwerkstoffs Beton kombiniert werden sollen. Eine derartige Konstruktion basiert auf der Grundidee, dem Holz im Verbundquerschnitt vor allem die Zugkräfte und dem Beton die Druckkräfte zuzuweisen.

[0003] Holz-Beton-Verbundkonstruktion können sowohl im Neubau als auch bei der Ertüchtigung bestehender Holz- bzw. Holzwerkstoffkonstruktionen als tragendes und/oder raumabschließendes Bauteil eingesetzt werden.

[0004] Die DE 202 16 634 U1 offenbart ein mehrschichtiges Kreuzverbund-Holzbauelement zur Erstellung von Wänden und Gebäuden aller Art, bei dem einzelne brett- und pfostenartige Hölzer in Lagen eines Kreuzverbundes zu dem Holzbauelement zusammengesetzt sind, wobei die Zwischenräume zwischen den einzelnen Lagen des Kreuzverbundes mit einer Dämmung bzw. einer Isolierung verfüllt werden können.

[0005] Aus der DE 102 54 043 B4 ist eine Verbundkonstruktion bekannt, bei der profilierte Holzrippen mit einer negativen Flankensteigung in gleichmäßigen Abständen vorgesehen sind. Dabei handelt es sich um einen mehrteiligen Aufbau, der fertigungs- und herstellungsaufwändig ist, und welcher nur einen einachsigen Lastabtrag innerhalb der Aufspannebene des Verbundes erlaubt. Die DE 102 54 043 B4 lehrt, eine einzige Lage von profilierten Rippen vorzusehen, wobei die Geometrie dieser Rippen eine negative Flankensteigung aufweist, durch die eine Verbundwirkung durch Formschluss zwischen dem Beton und dem Holzwerkstoff ermöglicht wird.

[0006] Die DE 298 24 534 U1 offenbart ein Holz-Beton-Verbundelement, bei dem zur Aufnahme von Querkräften eine Vielzahl von Querkraftankern vorgesehen sind, die quer zur Längsrichtung der Verbundstege in den Aussparungen verlaufen und vom Betonteil umfasst sind, wobei diese Querkraftanker an den Verbindungsstegen befestigt sind.

[0007] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung sind unter dem Begriff Holzbauteil sämtliche tragende und/oder raumabschließende Holzkonstruktionen zu verstehen, die mit Beton zu einer Holz-Verbund-Konstruktion kombiniert werden können. Dies können sowohl decken- als wandbildende Konstruktionen sein.

[0008] Bei der Deckenbildung kommen u.a. die sogenannte Balkenbauweise, bestehend aus einer Balkenlage und ggf. darauf angeordneter Holzschalung, und die sogenannte Brettstapelbauweise aus nebeneinander stehend angeordneten, miteinander vernagelten oder verdübelten Seitenbrettern zum Einsatz.

[0009] Darüber hinaus werden vermehrt sogenannte Brettsperrholz- oder Kreuzlagenholz-Konstruktionen verwendet. Dabei handelt es sich um kreuzweise verleimte Lagen aus nebeneinander angeordneten Brettern, ähnlich dem Aufbau üblicher Sperrholzplatten. Aufgrund ihres flächigen Aufbaus eigenen sich derartige Holzbauteile sowohl für decken- als auch wandbildende Konstruktionen.

[0010] Um die Vorteile einer Holz-Beton-Verbundkonstruktion ausnutzen zu können, muss sichergestellt sein, dass zwischen dem Holzbauteil und dem Betonbauteil eine dauerhafte Verbindung besteht, so dass sowohl Längs- als auch Querkräfte von dem Verbundelement aufgenommen werden können und das Verbundelement unter allen Belastungssituationen als statische Einheit anzusehen ist.

[0011] Zur Aufnahme von Schubkräften zwischen Beton- und Holzbauteil ist es aus dem Stand der Technik bekannt, in der Verbundfläche des Holzbauteils Ausnehmungen, vorzugsweise sogenannte Kerven, vorzusehen, die mit Beton verfüllt werden bzw. mit dem Beton in Eingriff stehen. Um die im Wesentlichen parallel zur Verbundfläche verlaufenden Schubkräfte in das Holzbauteil einzuleiten, weisen die Ausnehmungen als Widerlager für den Beton im Wesentlichen quer zur Verbundfläche ausgerichtete Flanken auf. Unter dem Begriff quer ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung nicht nur eine zur Verbundfläche senkrechte Flankenausrichtung, sondern auch jede geneigte, von 0° bzw. 180° verschiedene Flankenausrichtung zu verstehen.

[0012] Um ein Abheben der Betonplatte aufgrund des im Bereich der Ausnehmung entstehenden Extensitätsmoments zu verhindern bzw. um Querkräfte zwischen Holz- und Betonbauteil aufzunehmen, sind aus dem Stand der Technik verschiedene Verbindungsmittel bekannt, die einerseits mit dem Beton und andererseits mit dem Holzbauteil fest verbunden sind. Neben Klebeverbindungen kommen vornehmlich mechanische Verbindungsmittel wie Schrauben, Dübel, Nägel u. dgl. zum Einsatz. So werden beispielsweise in die über das Holzbauteil verteilten Ausnehmungen lange Holzschrauben oder -dübel eingedreht, die senkrecht zur Verbundfläche über den Holzquerschnitt hinausragen und ankerartig mit dem Beton in Eingriff stehen. Neben Einzelschrauben und -dübeln sind auch Verbundsysteme aus gekreuzten, gegenüber der Verbundfläche unter 45°geneigten Schrauben- oder Dübelpaaren bekannt.

[0013] Ferner ist aus DE 298 24 534 U1 ein Brettstapelelement bekannt, zwischen dessen Lamellen Bleche

oder Kanthölzer angeordnet sind, die als Stege in die Betonplatte hineinragen. Der Verbund zwischen Holz und Beton erfolgt über sogenannte Querkraftanker, welche in Aussparungen der Stege eingeschoben werden.

[0014] Derartige Verbindungsmittel gehen jedoch meist mit sehr hohen Herstellungs- und Materialkosten einher und erlauben darüber hinaus nur einen geringen Vorfertigungsgrad. Insbesondere besteht die Gefahr, dass die über das Holzbauteil hinausragenden Verbindungsmittel beim Transport mehrerer übereinander gestapelter Holzelemente beschädigt werden. Auch das Begehen der Holzelemente auf der Baustelle und das Verlegen der Betonbewehrung wird durch die hervorstehenden Verbindungselemente erschwert.

[0015] Aus DE 298 16 002 U1 ist eine Verbundkonstruktion bekannt, bei der die gleichzeitige Aufnahme von Schub- und Querkräften durch einen Formschluss zwischen Beton und Holz erreicht wird. Hierzu weist die Holz-Beton-Verbundkonstruktion im Bereich der Verbundfläche bewehrte Betonleisten, aufgeleimte Profilholzleisten oder eingefräste Vertiefungen auf, welche quer zur Spannrichtung der Verbundkonstruktion verlaufen. Die Leisten bzw. Vertiefungen weisen im Querschnitt eine konische Form und damit eine Hinterschneidung auf, welche zur Aufnahme von Querzugkräften dient.

[0016] Alle zuvor genannten Verbindungsmittel haben gemeinsam, dass sie einen starren Verbund zwischen dem Beton- und dem Holzbauteil erzeugen. Als Folge dessen müssen die Stege, Leisten, Ausnehmungen und/oder Verbindungsmittel zur Verankerung des Betons bzw. Fixierung der Leisten und/oder Stege entsprechend der Verbundbeanspruchung, d. h. entsprechend dem Verlauf der Schubkräfte über die Verbundkonstruktion, mit veränderlichen Abständen zueinander angeordnet werden, da andernfalls der Ausnutzungsgrad der Verbundkonstruktion bei einer Anordnung mit konstantem Abstand wesentlich geringer ausfiele. Entsprechend muss die Anordnung der Ausnehmungen und Verbundmittel für jede konkrete Verbundkonstruktion neu berechnet werden. Darüber hinaus grenzt die starre Verbundkonstruktion im Bereich größerer Spannweiten an ihre Leistungsfähigkeit, da das Kraftübertragungspotential im Bereich der Ausnehmungen lokal beschränkt ist.

[0017] Um zumindest eine äquidistante Anordnung der Profilleisten-Verbindungsmittel unabhängig vom Verlauf der Längsschubkräfte zu ermöglichen, schlägt DE102 54 043 B4 eine Holz-Beton-Verbundkonstruktion vor, bei der zur Herstellung eines kraftschlüssigen Verbundes profilierte Holzrippen mit einer negativen Flankensteigung, d.h. mit einer Hinterschneidung, an der Verbundfläche zum Beton angeordnet sind, die jedoch im Gegensatz zu den Profilholzleisten in DE 298 16 002 U1 parallel zur Haupttragerichtung des Verbundquerschnittes verlaufen. Zur Fixierung der in den Beton hineinragenden Rippen auf dem Holzbauteil sind stift- oder schraubenförmige Verbindungsmittel oder flächige Verleimungen vorgesehen. Aufgrund des mehrteiligen Aufbaus gestaltet sich der Fertigungs- und Herstellungsaufwand aber auch hier entsprechend aufwendig. Zudem erlauben diese wie auch die zuvor genannten Konstruktionen lediglich einen einachsigen Lastabtrag innerhalb der Aufspannebene des Verbunds.

[0018] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, Holzbauteile und Holz-Beton-Verbundkonstruktionen der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass ein flächiger, dauerhafter und tragfähiger Verbund zwischen Beton und Holz unabhängig vom konkreten Verlauf der Längsschubkräfte und darüber hinaus ein mehrachsiger Lastabtrag erzielt werden kann. Ferner soll der Kosten- und Zeitaufwand gegenüber den bekannten Holz-Beton-Verbundkonstruktionen weiter reduziert und gleichzeitig ein hoher Vorfertigungsgrad erreicht werden.

[0019] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Holz-Beton-Verbundkonstruktion mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch die Verwendung eines Holzbauteils mit den Merkmalen des Anspruchs 8. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0020] Gemäß der Erfindung zeichnet sich das in der Holz-Beton-Verbundkonstruktion verwendete Holzbauteil mit tragendem Unterbau und angrenzendem Verbundoberbau dadurch aus, dass der Verbundoberbau zur Aufnahme von Schub- und Querzugkräften zwischen Holzbauteil und Beton sowie zur Umverteilung der Schubkräfte innerhalb des Holzbauteils wenigstens zwei, vorzugsweise genau zwei, kreuzweise aufeinander angeordnete Lagen aus jeweils wenigstens zwei seitlich zueinander beabstandeten Stegen, Leisten, Latten, Brettern o. dgl. aufweist und gegenüber dem Unterbau flächig abgeschlossen ist.

[0021] Unter einer kreuzweisen Anordnung ist vorzugsweise ein zueinander senkrechter Verlauf der Stege, Leisten, Latten, Bretter o. dgl. in zueinander benachbarten Lagen zu verstehen. Denkbar sind aber auch von 90° abweichende Orientierungen benachbarter Lagen. Desweiteren bestehen die Stege, Leisten, Latten, Bretter o. dgl. vorzugsweise aus Holz und/oder einem Holzwerkstoff.

[0022] In erfindungsgemäßer Weise wurde erkannt, dass durch die zuvor beschriebene Konstruktionsweise zwischen den kreuzweise angeordneten Lagen aus zueinander beabstandeten Stegen, Leisten, Latten, Brettern o. dgl. innerhalb des Verbundoberbaus Hohlräume mit Hinterschneidungen gebildet werden, die mit Beton verfüllt werden können, welcher nach dem Aushärten formschlüssig mit dem Holzbauteil in Eingriff steht. Im Ergebnis können durch die so geschaffene Verzahnung des Betons mit der oberen Brettlage die aus der Verbundwirkung zwischen Beton und Holzbauteil entstehenden Querzugkräfte effektiv abgetragen werden.

[0023] Entsprechend werden Schubkräfte an den seitlichen Flanken der einzelnen Stege, Leisten, Latten, Bretter o. dgl. aufgenommen. Die quer, vorzugsweise senkrecht, zur Verbundfläche ausgerichteten Flanken dienen dabei als Widerlager für den Beton. Ein beson-

derer Vorteil der erfindungsgemäßen Konstruktionsweise des Holzbauteils in der Holz-Beton-Verbundkonstruktion liegt in der Tatsache, dass durch die kreuzweise Anordnung wenigstens zweier Lagen im Gegensatz zu dem aus dem Stand der Technik bekannten Konstruktionen in effektiver Weise ein zweiachsiger Lastabtrag der Schubkräfte innerhalb der Holz-Beton-Verbundkonstruktion bewirkt wird. Maßgebend hierfür ist, dass die Konstruktion aus wenigstens zwei kreuzweise zueinander angeordnete Steg-, Leisten-, Latten- oder Brettlagen in zwei zueinander senkrechten Richtungen Flanken oder Flankenabschnitte aufweist, in denen folglich die parallel zur Verbundfläche auftretenden Schubkräfte in zwei zueinander senkrechten Richtungen aufgenommen werden können.

[0024] Aus Gewichtsgründen ist die Durchdringungstiefe des Holzbauteils mit Beton in senkrechter Richtung zur Verbundfläche gerade nur so groß gewählt, dass ein ausreichender Verbund zwischen Holz und Beton gewährleistet ist. Der Beton steht daher nur mit dem Verbundoberbau des Holzbauteils in direktem Eingriff. Um die Durchdringungstiefe zu begrenzen bzw. ein Eindringen des Betons in den Unterbau zu verhindern, ist der Verbundoberbau gemäß der Erfindung gegenüber dem Unterbau flächig abgeschlossen.

[0025] Besonders bevorzugt weist der Verbundoberbau genau zwei zueinander kreuzweise angeordnete Lagen auf, die gegenüber dem Unterbau flächig abgeschlossen sind. Der durch zwei Lagen gebildete Hohlraum reicht einerseits aus, um eine hinreichende Verankerung des Betons mit dem Verbundoberbau sowie einen zweiachsigen Lastabtrag zu gewährleisten, und dient andererseits dazu, das Gewicht der fertigen Holz-Beton-Verbundkonstruktion aufgrund des begrenzten Beton-Aufnahmevolumens im Verbundoberbau zu begrenzen.

[0026] Gemäß der Erfindung wurde weiterhin erkannt, dass durch die beabstandete Anordnung der Stege, Leisten, Latten, Bretter o. dgl. auf Lücke in Kombination mit den Holz- bzw. Holzwerkstoff-Materialeigenschaften der Stege, Leisten, Latten, Bretter o. dgl. eine ausreichende Nachgiebigkeit bzw. Verformbarkeit des Verbunds in Richtung der Längsschubkräfte gegeben ist. Hierbei wurde erkannt, dass Holzbauteile in senkrechter Richtung zur Holzfaser einen deutlich geringeren Elastizitätsmodul besitzen als in paralleler Richtung zur Holzfaser. Ein kleinerer Elastizitätsmodul bedeutet dabei, dass das Holzbauteil seiner elastischen Verformung einen geringen Widerstand entgegensetzt. Je nach Holzart kann der Elastizitätsmodul in senkrechter Richtung nur wenige Prozent des Elastizitätsmoduls in paralleler Richtung betragen. Beispielsweise kann der Elastizitätsmodul in senkrechter Richtung 300 N/mm^2 und in senkrechter Richtung 10.000 N/mm^2 betragen.

[0027] Ein derart geringer Elastizitätsmodul in senkrechter Richtung zur Holzfaser und die damit verbundene Nachgiebigkeit bewirken eine gewisse Längsverschieblichkeit zwischen Beton und Holzbauteil, aus der sich eine effektive Umverteilung der Schubkräfte innerhalb des Holzbauteils ergibt. Insbesondere kann ein Versagen der Verbindungsmittel, mit denen die Stege, Leisten, Latten und Bretter untereinander und gegenüber dem Verbundunterbau verbunden sind, vermieden werden, da durch die Umverteilung der Schubkräfte die Tragfähigkeit des Holzbauteils in ansonsten weniger beanspruchten Bereichen mit ausgeschöpft wird. Durch die Umverteilung kann ferner die Anordnung der einzelnen Stege, Leisten, Latten, Bretter o. dgl. unabhängig vom konkreten Verlauf der Längsschubkräfte erfolgen. Insbesondere können die Bretter oder o. dgl. im Wesentlichen in gleichen Abständen angeordnet werden. Durch die Nachgiebigkeit sämtlicher Verbundmittel und Bretter o. dgl., die annähernd die gleiche Beanspruchung erfahren, wird auch der Rechenaufwand zur Bestimmung der genauen Anzahl und Verteilung der einzelnen Bretter o. dgl. im Verbundoberbau bei einer konkreten Verbundkonstruktion erheblich reduziert. Das Holzbauteil ist folglich für verschiedene Anwendungen universell einsetzbar und weniger fehleranfällig in seiner Herstellung. Da insbesondere eine differenzierte Abstandsanordnung der Bretter o. dgl. und Verbundmittel über die Länge des Trägerelements entfällt, kann somit insgesamt ein schneller und systematischer Produktionsablauf gewährleistet werden.

[0028] Da die zur Umverteilung der Längsschubkräfte erforderliche Nachgiebigkeit des Holzes in senkrechter Richtung zur Holzfaser gegeben ist, sind ist die Längsachsen der Stege, Leisten, Latten, Brettern o. dgl. in vorteilhafter Weise parallel zur Holzfaserrichtung gewählt.

[0029] Ferner kann die Nachgiebigkeit und damit die Eigenschaft zur Umverteilung der Längsschubkräfte durch eine geeignete Wahl des Holzmaterials bzw. der Holzsorte beeinflusst werden. In vorteilhafter Weise kann der Verbundoberbau und Unterbau auch aus unterschiedlichen Holzsorten, Holzmaterialien oder Holzwerkstoffmaterialien hergestellt sein. Während für den Unterbau Holzsorten, Holzmaterialien oder Holzwerkstoffmaterialien hoher Tragkraft eingesetzt werden können, sind für den Verbundoberbau Holzsorten, Holzmaterialien oder Holzwerkstoffmaterialien mit besonderen, vorzugswiese bidirektional unterschiedlichen Elastizitätseigenschaften wählbar. Für den Verbundoberbau sind prinzipiell aber auch andere Materialien denkbar, wie beispielsweise Metall oder Beton oder Kombinationen von Holz, Holzwerkstoff, Metall und/oder Beton.

[0030] Da beim erfindungsgemäßen Holzbauteil in der Holz-Beton-Verbundkonstruktion keine Verbindungsmittel über die Verbundfläche hinausragen, ist außerdem ein Transport mehrerer übereinander gestapelter Holzbauteile sowie ein Begehen der Holzbauteile auf der Baustelle problemlos möglich.

[0031] Für den erfindungsgemäßen Aufbau des Holzbauteils in der Holz-Beton-Verbundkonstruktion eignet sich nach einer ersten vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung die Verwendung von sogenannten Brettsperrholz- bzw. Kreuzlagenholz-Konstruktionen. Dabei han-

delt es sich um kreuzweise verleimte Bretter analog der Herstellung eines üblichen Sperrholzes. Entsprechend kann es in vorteilhafter Weise vorgesehen sein, dass der Unterbau als Kreuzlagenholz bzw. Brettsperrholz ausgebildet ist, und/oder dass das gesamte Holzbauteil als Kreuzlagenholz bzw. Brettsperrholz ausgebildet ist, wobei zur Bildung des Verbundoberbaus die Bretter in den wenigstens zwei oberen Lagen auf einer Seite des Kreuzlagenholzes bzw. Brettsperrholzes, insbesondere unter Auslassung jedes zweiten Brettes, seitlich zueinander beabstandet angeordnet sind.

[0032] Um den erfindungsgemäß vorgesehenen flächigen Abschluss zwischen tragendem Unterbau und angrenzendem Verbundoberbau zu realisieren, ist es nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass der Unterbau auf der dem Verbundoberbau zugewandten Seite eine geschlossene Oberfläche aufweist und/oder dass zwischen Unterbau und Verbundoberbau eine flächige Trennschicht, vorzugsweise aus Holz, vorgesehen ist. Die geschlossene Oberfläche bzw. Trennschicht dient vorzugsweise als Schalung während des Betoniervorgangs. Zur Erzeugung der geschlossenen Oberfläche bzw. einer Trennschicht kann es bei den vorteilhaft verwendeten Brettsperrholz- bzw. Kreuzlagenholz-Konstruktionen beispielsweise vorgesehen sein, dass lediglich in den beiden oberen Kreuzlagen jeweils jedes zweite Brett ausgelassen wird, wohingegen die übrigen Lagen vollflächig aus direkt aneinandergrenzenden Brettern ausgebildet sind. Denkbar ist auch zusätzlich oder alternativ eine separate Trennschicht, beispielsweise aus einem dünnen Blech oder einer dünnen Folie.

[0033] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Stege, Leisten, Latten, Bretter o. dgl. im Verbundoberbau aufgeleimt und/oder aufgenagelt und/oder aufgeschraubt. Dies kann sowohl die Verbindung der Lagen untereinander als auch die Verbindung zwischen Verbundoberbau und Unterbau betreffen. Besonders bevorzugt sind Verschraubungen oder Vernagelungen, da diese Verbindungsarten im Vergleich zu Kleben oder Verleimen stets mit einer gewissen Nachgiebigkeit einhergehen, so dass die bereits durch die Holzeigenschaften gegebene Nachgiebigkeit und die damit verbundene Umverteilung der Schubkräfte gesteigert werden kann. Denkbar ist auch, dass die Umverteilung der Schubkräfte durch die Elastizitätseigenschaften bzw. Nachgiebigkeit der Verbindung allein oder größtenteils bewirkt wird.

[0034] Ferner kann es nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass in Längsrichtung der Stege, Leisten, Latten, Bretter o. dgl. Wenigstens alle 50 cm, insbesondere wenigstens alle 40 cm, Schraub- und/oder Nagelverbindungen vorgesehen sind. Besonders vorteilhaft erlaubt die Erfindung eine Anordnung der Verbindungsmittel in im Wesentlichen gleichen Abständen, unabhängig vom konkreten Verlauf der Längsschubkräfte.

[0035] Desweiteren weisen die Stege, Leisten, Latten, Bretter o. dgl. im Verbundoberbau vorzugsweise eine Höhe im Bereich von 5 mm bis 50 mm, insbesondere von 10 mm bis 40 mm, und/oder eine Breite von 40 mm bis 200 mm, insbesondere von 60 mm bis 160 mm auf.

[0036] Entsprechend beträgt bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung der Abstand zwischen den Stegen, Leisten, Latten, Brettern oder dergleichen im Verbundoberbau zwischen dem 0,5-Fachen bis 5-Fachen, insbesondere 1- bis 2-Fachen, ihrer Breite.

[0037] Selbstverständlich ist es auch denkbar, dass die Bretter einer einzelnen Lage unterschiedliche Breite und/oder unterschiedliche Abstände zueinander aufweisen. Ebenso ist es denkbar, dass die Bretter verschiedener Lagen unterschiedliche Höhen aufweisen.

[0038] Ein unabhängiger Gedanke der Erfindung betrifft die Verwendung eines zuvor beschriebenen Holzbauteils zur Herstellung einer Holz-Beton-Verbundkonstruktion mit wenigstens einem Betonbauteil und wenigstens einem besagten Holzbauteil. Dabei steht das Betonbauteil mit wenigstens einem Verbundoberbau des Holzbauteils in Eingriff, welcher zur Aufnahme von Schub- und Querzugkräften zwischen Holzbauteil und Beton sowie zur Umverteilung der Schubkräfte innerhalb des Holzbauteils wenigstens zwei, vorzugsweise genau zwei, kreuzweise aufeinander angeordnete Lagen aus jeweils wenigstens zwei seitlich zueinander beabstandeten Stegen, Leisten, Latten, Brettern o. dgl. aufweist und gegenüber einem tragenden Unterbau des Holzbauteils flächig abgeschlossen ist.

[0039] Weitere Ziele, Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispieles anhand der Zeichnung. Dabei bilden alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger sinnvoller Kombination den Gegenstand der vorliegenden Erfindung, auch unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbeziehung.

[0040] Es zeigen:

Fig. 1 perspektivische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Holzbauteils für eine Holz-Beton-Verbundkonstruktion,

Fig. 2 Querschnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Holz-Beton-Verbundkonstruktion mit einem Holzbauteil gemäß Fig. 1, und

Fig. 3 Längsschnitt durch die Holz-Beton-Verbundkonstruktion gemäß Fig. 2.

[0041] Fig. 1 zeigt ein mögliches Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Holzbauteils 1 für eine Holz-Beton-Verbundkonstruktion, mit einem tragenden Unterbau 10 und einem angrenzenden Verbundoberbau 20 zum flächigen Verbinden mit Beton. Während in Fig. 1

der besseren Übersicht halber kein Beton darstellt ist, zeigen die Fig. 2 und 3 ein mögliches Ausführungsbeispiel einer fertigen Holz-Beton-Verbundkonstruktion 100 mit einem Holzbauteil 1 gemäß Fig. 1 und einem Betonbauteil 30, welches mit dem Verbundoberbau 20 des Holzbauteils 1 in Eingriff steht und mit diesem flächig verbunden ist.

[0042] Gemäß der Erfindung weist der Verbundoberbau 20 zur Aufnahme von Längsschub- und Querzugkräften zwischen Holzbauteil 1 und Beton 30 sowie zur Umverteilung der Schubkräfte innerhalb des Holzbauteils 1 wenigstens zwei, im vorliegende Ausführungsbeispiel genau zwei, kreuzweise aufeinander angeordnete Lagen aus jeweils mehreren seitlich zueinander beabstandeten Brettern 21 auf.

[0043] Der durch die zwei Lagen zwischen den Brettern gebildete Hohlraum reicht einerseits aus, um eine hinreichende Verankerung des Betons 30 mit dem Verbundoberbau 20 sowie einen zweiachsigen Lastabtrag zu gewährleisten, und dient andererseits dazu, das Gewicht der fertigen Holz-Beton-Verbundkonstruktion 100 aufgrund des begrenzten Beton-Aufnahmevolumens im Verbundoberbau 20 zu begrenzen. Um ein Eindringen des Betons 30 in den Unterbau 10 zu verhindern bzw. die Durchdringungstiefe des Holzbauteils 1 mit Beton 30 zu begrenzen, ist der Verbundoberbau 20 gemäß der Erfindung gegenüber dem Unterbau 10 flächig abgeschlossen.

[0044] Der gesamte Aufbau des Holzbauteils 1 gemäß den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 bis 3 basiert auf der sogenannten Brettsperrholz- bzw. Kreuzlagenholzbauweise, d. h. einer Holzkonstruktion mit kreuzweise angeordneten Lagen aus Holz-Brettern 11, 21 analog der Herstellung eines üblichen Sperrholzes.

[0045] Zur Bildung von Ausnehmungen 2 und entsprechenden Hinterschneidungen 6 sind die beiden oberen Brettlagen des Kreuzlagenholzes nicht vollflächig angeordnet. Vielmehr sind die einzelnen Bretter 21 auf Lücke gesetzt, so dass sich zwischen den Brettern 21 bzw. Brettlagen Hohlräume bilden, die mit Beton 30 verfüllt werden können. Durch die dabei erzeugte Verzahnung des Betons 30 mit der oberen Brettlage können die aus der Verbundwirkung entstehenden Querzugkräfte effektiv abgetragen werden. Die übrigen vollflächigen Lagen aus direkt aneinandergrenzenden Brettern 11 bilden den gegenüber dem Verbundoberbau 20 flächig abgeschlossenen Unterbau 10.

[0046] Zur Aufnahme von Schubkräften zwischen Beton 30 und Holzbauteil 1 dienen die im Wesentlichen quer zur Verbundfläche 4 ausgerichteten, seitlichen Flanken 5 der Bretter 21 im Verbundoberbau 20. Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Konstruktionsweise des Holzbauteils liegt in der Tatsache, dass durch die kreuzweise Anordnung wenigstens zweier Brettlagen in effektiver Weise ein zweiachsiger Lastabtrag der Schubkräfte innerhalb der Holz-Beton-Verbundkonstruktion 100 bewirkt wird.

[0047] Im Ergebnis lässt sich daher mit dem erfindungsgemäßen Holzbauteil 1 in vorteilhafter Weise eine Kombinationswirkung zur Aufnahme von Längsschub- und Querzugkräften erreichen.

[0048] Ausgehend von der Erkenntnis, dass Holzbauteile in senkrechter Richtung zur Holzfaser einen deutlich geringeren Elastizitätsmodul besitzen als in paralleler Richtung zur Holzfaser, wird durch das in den Fig. 1 bis 3 gezeigte Ausführungsbespiel eines erfindungsgemäßen Holzbauteils 1 außerdem eine effektive Umverteilung der Schubkräfte innerhalb des Holzbauteils 1 und damit eine Mit-Ausschöpfung der Tragfähigkeit des Holzbauteils 1 in ansonsten weniger beanspruchten Bereichen erreicht. Insbesondere kann ein Versagen der Verbindungsmittel, mit denen die Bretter 21 untereinander und mit dem Unterbau 20 verbunden sind, vermieden werden. Durch die Umverteilung kann ferner die Anordnung der einzelnen Bretter 21 unabhängig vom konkreten Verlauf der Längsschubkräfte erfolgen. Insbesondere können die Bretter 21 im Wesentlichen in gleichen Abständen angeordnet werden. Durch die Nachgiebigkeit sämtlicher Verbundmittel und Bretter 21, die annähernd die gleiche Beanspruchung erfahren, wird außerdem der Rechenaufwand zur Bestimmung der genauen Anzahl und Verteilung der einzelnen Bretter 21 bei einer konkreten Verbundkonstruktion erheblich reduziert. Das Holzbauteil 1 ist folglich für verschiedene Anwendungen universell einsetzbar und weniger fehleranfällig in seiner Herstellung. Da insbesondere eine differenzierte Abstandsanordnung der Bretter 21 und Verbundmittel über die Länge des Trägerelements entfällt, kann somit insgesamt ein schneller und systematischer Produktionsablauf gewährleistet werden. Da die gewünschte Nachgiebigkeit des Holzes in senkrechter Richtung zur Holzfaser gegeben ist, sind ist die Längsachsen der Brettern 21 parallel zur Holzfaserrichtung gewählt.

[0049] Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 bis 3 sind die einzelnen Bretter 21 bzw. Brettlagen des Verbundoberbaus 20 miteinander verschraubt. Denkbar sind aber auch andere Verbindungsmittel wie beispielsweise Vernagelungen, Verklebungen und/oder Verleimungen. Verschraubungen oder Vernagelungen im Vergleich zu Verklebungen oder Verleimungen den Vorteil, dass sie stets mit einer gewissen Nachgiebigkeit verbunden sind, so dass die bereits durch die Holzeigenschaften gegebene Nachgiebigkeit und die damit verbundene Umverteilung der Schubkräfte unterstützend gesteigert wird. Die einzelnen Bretter 11 des Unterbaus 10 sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel miteinander verleimt.

Bezugszeichenliste

[0050]

1 Holzbauteil
2 Ausnehmung
4 Verbundfläche
5 Flanke

6 Hinterschneidung

10 Unterbau
11 Brett im Unterbau

20 Verbundoberbau
21 Brett im Verbundoberbau

30 Betonbauteil / Beton
100 Holz-Beton-Verbundkonstruktion

Patentansprüche

1. Holz-Beton-Verbundkonstruktion (100) mit wenigstens einem Betonbauteil (30) und wenigstens einem Holzbauteil (1), wobei das Betonbauteil (30) mit wenigstens einem Verbundoberbau (20) des Holzbauteils (1) in Eingriff steht, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbundoberbau (20) zur Aufnahme von Schub- und Querzugkräften zwischen Holzbauteil (1) und Beton (30) sowie zur Umverteilung der Schubkräfte innerhalb des Holzbauteils (1) wenigstens zwei, vorzugsweise genau zwei, kreuzweise aufeinander angeordnete Lagen aus jeweils wenigstens zwei seitlich zueinander beabstandeten Stegen, Leisten, Latten, Brettern (21) o. dgl. aufweist und gegenüber einem tragenden Unterbau (10) des Holzbauteils (1) flächig abgeschlossen ist.

2. Holz-Beton-Verbundkonstruktion (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Unterbau (10) als Kreuzlagenholz bzw. Brettsperrholz ausgebildet ist und/oder dass das gesamte Holzbauteil (1) als Kreuzlagenholz bzw. Brettsperrholz ausgebildet ist, wobei zur Bildung des Verbundoberbaus (20) die Bretter (21) in den wenigstens zwei oberen Lagen auf einer Seite des Kreuzlagenholzes bzw. Brettsperrholzes, insbesondere unter Auslassung jedes zweiten Brettes, seitlich zueinander beanstandet angeordnet sind.

3. Holz-Beton-Verbundkonstruktion (100) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Unterbau (10) auf der dem Verbundoberbau (20) zugewandten Seite eine geschlossen Oberfläche aufweist und/oder dass zwischen Unterbau (10) und Verbundoberbau (20) eine flächige Trennschicht (40), vorzugsweise aus Holz, vorgesehen ist.

4. Holz-Beton-Verbundkonstruktion (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege, Leisten, Latten, Bretter (21) o. dgl. im Verbundoberbau (20) aufgeleimt und/oder aufgenagelt und/oder aufgeschraubt sind.

5. Holz-Beton-Verbundkonstruktion (100) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Längsrichtung der Stege, Leisten, Latten, Bretter (21) o. dgl. wenigstens alle 50 cm, insbesondere wenigstens alle 40 cm, Schraub- und/oder Nagelverbindungen vorgesehen sind.

6. Holz-Beton-Verbundkonstruktion (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege, Leisten, Latten, Bretter (21) o. dgl. im Verbundoberbau (20) eine Höhe im Bereich von 5 mm bis 50 mm, insbesondere von 10 mm bis 40 mm, und/oder eine Breite von 40 mm bis 200 mm, insbesondere von 60 mm bis 160 mm, aufweisen.

7. Holz-Beton-Verbundkonstruktion (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen den Stegen, Leisten, Latten, Brettern (21) o. dgl. im Verbundoberbau (20) zwischen dem 0,5-Fachen bis 5-Fachen, insbesondere 1-Fachen bis 2-Fachen, ihrer Breite beträgt.

8. Verwendung eines Holzbauteils (1) zum Herstellen einer Holz-Beton-Verbundkonstruktion (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

Claims

1. Wood-concrete composite construction (100) with at least one concrete structural component (30) and at least one wooden structural component (1), wherein the concrete structural component (30) is in mesh with at least one composite superstructure (20) of the wooden structural component (1), **characterized in that** the composite superstructure (20) has at least two, preferably exactly two, layers that are arranged in a crosswise manner on top of each other and that are comprised of respectively at least two webs, bars, slats, boards (21), or the like which are arranged at a lateral distance from each other, and **in that** it is closed off in a planar manner with respect to a load-bearing substructure (10) of the wooden structural component (1), which serves the purpose of receiving shearing and transverse tensile forces between the wooden structural component (1) and the concrete (30) as well as of redistributing the shearing forces inside the wooden structural component.

2. Wood-concrete composite construction (100) according to claim 1, **characterized in that** the substructure (10) is configured as a cross-laminated timber or plywood board and/or that the entire wooden structural component (1) is configured as a cross-laminated timber or plywood board, wherein, for the purpose of forming the composite superstructure (20), the boards (21) are arranged at a lateral dis-

tance from each other in the at least two upper layers on one side of the cross-laminated timber or plywood board, in particular with every other board being omitted.

3. Wood-concrete composite construction (100) according to claim 1 or 2, **characterized in that** the substructure (10) has a closed off surface on the side that is facing towards the composite superstructure (20) and/or that a planar separating layer (40), preferably one made of wood, is provided between the substructure (10) and the composite superstructure (20).

4. Wood-concrete composite construction (100) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the webs, bars, slats, boards (21), or the like are glued on and/or nailed on and/or screwed on in the composite superstructure (20).

5. Wood-concrete composite construction (100) according to claim 4, **characterized in that** screw or nail connections are provided at least every 50 cm, in particular every 40 cm, in the longitudinal direction of the webs, bars, slats, boards (21), or the like.

6. Wood-concrete composite construction (100) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the webs, bars, slats, boards (21), or the like have a height in the range of 5 mm up to 50 mm, in particular from 10 mm to 40 mm, and/or a width of 40 mm to 200 mm, in particular from 60 mm to 160 mm, in the composite superstructure.

7. Wood-concrete composite construction (100) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the distance between the webs, bars, slats, boards (21), or the like is between 0.5 times and 5 times, in particular once or twice its width.

8. Use of the wood structural component (1) for manufacturing a wood-concrete composite construction (100) according to one of the claims 1 to 7.

Revendications

1. Construction composite en bois-béton (100), comprenant au moins un composant en béton (30) et au moins un composant en bois (1), le composant en béton (30) étant en prise avec au moins une superstructure composite (20) du composant en bois (1), **caractérisée en ce que** la superstructure composite (20), pour recevoir des forces de poussée et de traction transversale entre le composant en bois (1) et le béton (30) ainsi que pour la répartition des forces de poussée à l'intérieur du composant en bois (1) présente au moins deux, de préférence exactement deux, couches disposées en couches croisées les unes sur les autres constituées respectivement d'au moins deux nervures, baguettes, lattes, planches (21) ou similaires espacées latéralement les unes des autres et se termine à plat par rapport à une sous-structure portante (10) du composant en bois (1).

2. Construction composite en bois-béton (100) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la sous-structure (10) est réalisée sous forme de panneau lamellé ou contrecollé et/ou **en ce que** le composant en bois (1) dans son ensemble est réalisé sous forme de panneau lamellé ou contrecollé, les planches (21), pour réaliser la superstructure composite (20), étant espacées latéralement les unes par rapport aux autres dans les au moins deux couches supérieures sur un côté du panneau lamellé ou contrecollé, en particulier en omettant une planche sur deux.

3. Construction composite en bois-béton (100) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la sous-structure (10) du côté tourné vers la superstructure composite (20) présente une surface fermée et/ou **en ce qu'**entre la sous-structure (10) et la superstructure composite (20) est prévue une couche de séparation plate (40), en particulier en bois.

4. Construction composite en bois-béton (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les nervures, baguettes, lattes, planches (21) ou similaires sont collées et/ou clouées et/ou vissées dans la superstructure composite (20).

5. Construction composite en bois-béton (100) selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** dans la direction longitudinale des nervures, baguettes, lattes, planches (21) ou similaires, sont prévues des connexion vissées et/ou clouées au moins tous les 50 cm, en particulier au moins tous les 40 cm.

6. Construction composite en bois-béton (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les nervures, baguettes, lattes, planches (21) ou similaires présentent dans la superstructure composite (20) une hauteur de l'ordre de 5 mm à 50 mm, en particulier de 10 mm à 40 mm, et/ou une largeur de 40 mm à 200 mm, en particulier de 60 mm à 160 mm.

7. Construction composite en bois-béton (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la distance entre les nervures, baguettes, lattes, planches (21) ou similaires dans la superstructure composite (20) vaut entre 0,5 fois à 5 fois, en particulier 1 fois à 2 fois leur largeur.

8. Utilisation d'un composant en bois (1) pour la fabrication d'une construction composite en bois-béton (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

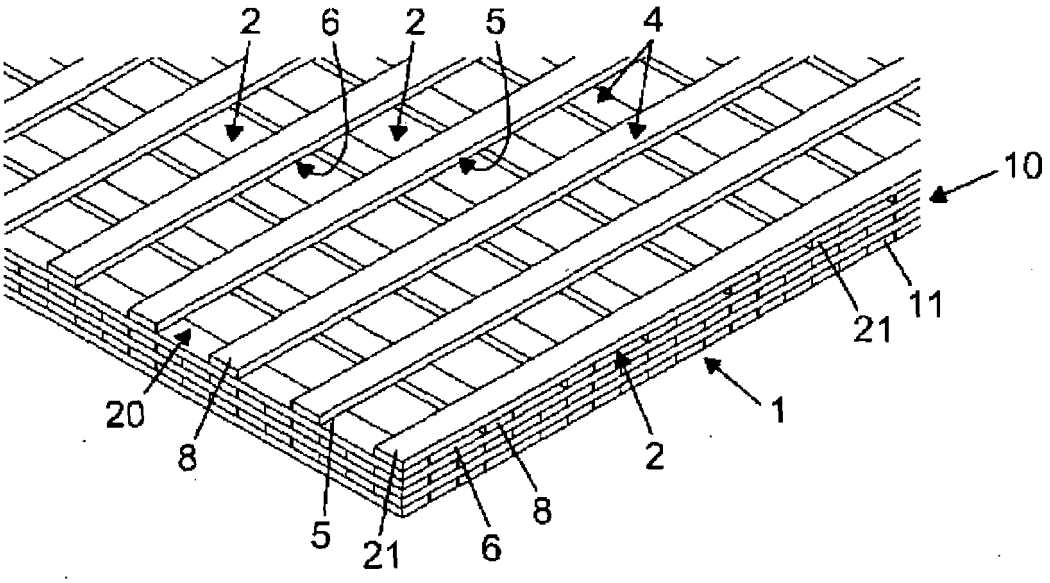


Fig. 1

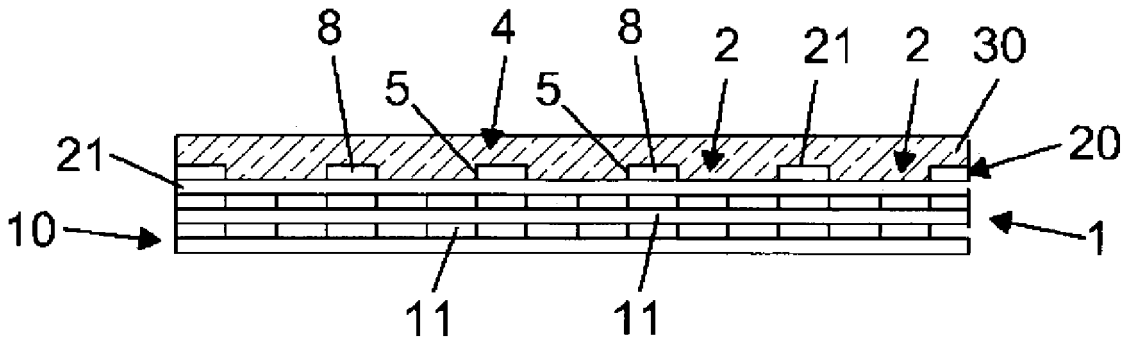


Fig. 2

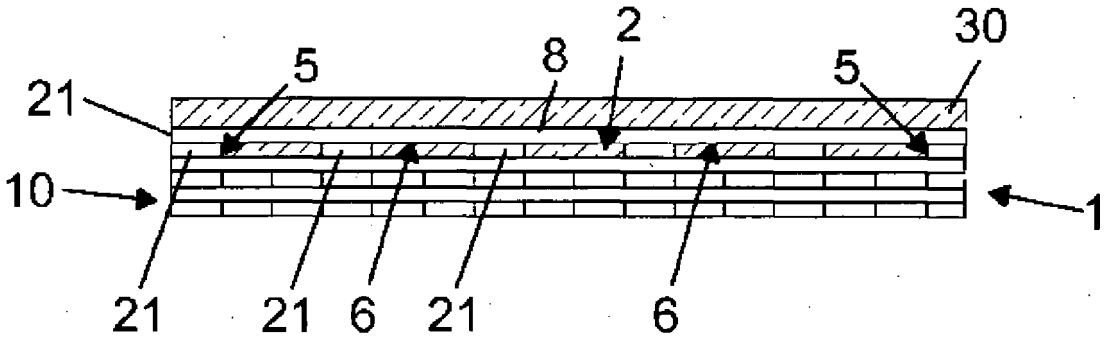


Fig. 3

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

- DE 20216634 U1 **[0004]**
- DE 10254043 B4 **[0005] [0017]**
- DE 29824534 U1 **[0006] [0013]**
- DE 29816002 U1 **[0015] [0017]**