(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2019 107 578 B4** 2021.12.30

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 107 578.5**
(22) Anmeldetag: **25.03.2019**
(43) Offenlegungstag: **01.10.2020**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **30.12.2021**

(51) Int Cl.: ***E04C 3/29*** (2006.01)
***E04B 5/02*** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Leber, Christian, 77855 Achern, DE; Steffen Holzbau S.A., Grevenmacher, LU**

(74) Vertreter:
**Maucher Jenkins Patentanwälte & Rechtsanwälte, 79102 Freiburg, DE**

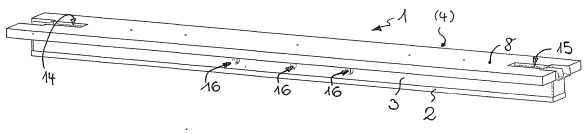
(72) Erfinder:
**Leber, Christian, 77855 Achern, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

| | | |
|---|---|---|
| **DE** | **27 27 631** | **A1** |
| **DE** | **28 02 372** | **A1** |
| **DE** | **36 36 069** | **A1** |
| **DE** | **20 2009 004 335** | **U1** |
| **DE** | **804 036** | **B** |
| **GB** | **374 804** | **A** |

(54) Bezeichnung: **Holz-/Beton-Verbundbauteil sowie Verfahren zu dessen Herstellung**

(57) Hauptanspruch: Holz-/Beton-Verbundbauteil (1), insbesondere für große Spannweiten von über 8 Metern, das (1) einen Untergurt (2) aus Holz aufweist, auf dem in Längsrichtung des Untergurts (2) orientierte Holzstege (3, 4) überstehen, die derart voneinander beabstandet sind, dass der Untergurt (2) und die voneinander beabstandeten Holzstege (3, 4) einen Innenraum mit einem U-förmigen Querschnittsprofil bilden, in dem ein in Längsrichtung des Untergurts (2) orientierter Betonsteg (5) angeordnet ist, und dass auf den Holzstegen (3, 4) des Verbundbauteiles (1) ein Obergurt (8) aus Holz aufliegt, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenraum als Gussform für den Betonsteg (5) ausgebildet und an seinen quer zur Längserstreckung des Verbundbauteiles (1) orientierten Stirnenden geschlossen ist, dass der Obergurt (8) über das durch den Untergurt (2) und die Holzstege (3, 4) gebildete Querschnittsprofil vorsteht und dass die vorstehenden Endbereiche des Obergurts (8) jeweils ein Auflager für das Verbundbauteil (1) bilden, dass im Obergurt (8) zumindest eine Einfüllöffnung (9) zum Einfüllen des den Betonsteg (5) ausbildenden Betons in den als Gussform ausgebildeten Innenraum vorgesehen ist, dass zumindest eine als Stahlstab ausgebildete Unterspannung (6, 7) vorgesehen ist, die beidseits mit ihren Endbereichen an dem Obergurt (8) und in dem zwischen den Endbereichen liegenden Abschnitt der zumindest einen Unterspannung (6, 7) am Untergurt (2) gehalten ist, und dass die zumindest eine ...



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Holz-/Beton-Verbundbauteil, insbesondere für große Spannweiten von über 8 Metern, das einen Untergurt aus Holz aufweist, auf dem in Längsrichtung des Untergurts orientierte Holzstege überstehen, die derart voneinander beabstandet sind, dass der Untergurt und die voneinander beabstandeten Holzstege einen Innenraum mit einem U-förmigen Querschnittprofil bilden, in dem ein in Längsrichtung des Untergurts orientierter Betonsteg angeordnet ist, und dass auf den Holzstegen des Verbundbauteiles ein Obergurt aus Holz aufliegt.

**[0002]** Die Erfindung befasst sich auch mit einem Verfahren zur Herstellung eines solchen Holz-/Beton-Verbundbauteiles.

**[0003]** Es ist bereits bekannt, die Decken eines Bauwerks in einer Holz-/Beton-Verbundbauweise zu fertigen. Dabei wird eine Holzbalkendecke oder eine Brettsperrholzdecke mit einer oben liegenden Betonplatte aus Ortbeton so verbunden, dass die Betonplatte die Druckkraft und der hölzerne Unterbau die Zugkraft übernimmt. Dabei erfolgt der Schubverbund dieser Schichten über Kerven, Schrauben und spezielle Schubverbinder.

**[0004]** Die Vorteile dieser Holz-/Beton-Verbundbauweise sind die im Vergleich zu einer Holzdecke höhere Tragfähigkeit, - darüber hinaus zeichnet sich diese Holz-/Beton-Verbundbauweise durch bauphysikalische Vorteile beim Brand- und Schallschutz sowie durch eine sehr hohe horizontale Steifigkeit der Decke für die Aussteifung des Gebäudes aus.

**[0005]** Demgegenüber sind die Nachteile dieser vorbekannten Bauweise allerdings nicht unerheblich. Für das Aufbringen des Betons muss die Decke wie eine übliche Filigrandecke im Massivbau über alle Geschosse abgesprießt werden und mehrere Tage aushärten. Darüber hinaus wird durch das Aufbringen der Betonschicht aus Ortbeton sehr viel Wasser in diesen Deckenaufbau eingebracht, was der trockenen Holzbauweise widerspricht. Die Abdichtung muss daher sehr sorgfältig erfolgen und ist deshalb aufwändig. In den Geschossen muss die Bewehrung für die Betonplatte gelagert und verarbeitet werden, wodurch der zur Verfügung stehende Platz zusätzlich eingeschränkt ist. Aufgrund der üblichen massiven Ausführung des Verbundbauteils kann dessen Querschnitt nicht für die heute erforderliche Haustechnik genutzt werden, weshalb eine zusätzliche abgehängte Unterdecke notwendig ist.

**[0006]** Man hat daher auch bereits vorgefertigte Verbundbauteile geschaffen, die beispielsweise als Verbundträger ausgebildet sind (vgl. DE-A-804036). Der vorbekannte Verbundträger weist einen hölzernen Ober- und Untergurt auf, die durch einen Betonsteg miteinander verbunden sind. Um gegenseitige Verschiebungen der Gurte und des Betonsteges auszuschließen, sind die Holzgurte an ihren dem Betonsteg zugekehrten Seiten mit Kerven oder dergleichen Vertiefungen versehen, in welche der Beton des Steges eingreift. Die Schubkräfte werden im Wesentlichen durch das Eingreifen des Betonsteges in die Vertiefungen der Holzstege aufgenommen.

**[0007]** Der grundlegende Nachteil dieser vorbekannten Holz-/Beton-Verbundbauteile liegt jedoch immer in der begrenzten Spannweite dieser Verbundbauteile, da wie im Massivbau Spannweiten über 8 Meter ohne Vorspannung nicht möglich sind, weil sonst die Durchbiegung der Verbundbauteile zu groß und die Konstruktion unwirtschaftlich wird. Außerdem macht sich der Schalungsaufwand nachteilig bemerkbar, da der Querschnitt nicht als fertige Rohdecke genutzt werden kann.

**[0008]** Bei den heute im mehrgeschossigen Wohnhaus- und Gewerbebau geforderten flexiblen Grundrissen ist jedoch eine möglichst unterzug- und stützenfreie Ausführung der Geschossdecken und damit Spannweiten von über 8 Metern ausschlaggebend für eine wirtschaftliche Lösung.

**[0009]** Aus der DE 36 36 069 A1 ist bereits ein Holz-/Zement-Verbundbauteil der eingangs erwähnten Art vorbekannt, das einen Untergurt aus Holz aufweist, auf dem in Längsrichtung des Untergurts Holzstege vorstehen, die derart voneinander beabstandet sind, dass der Untergurt und die voneinander beabstandeten Holzstege ein U-förmiges Querschnittsprofil aufweisen. Sobald die Holzstege auf dem Untergrund montiert sowie verklebt und das U-förmige Querschnittsprofil ausgeformt sind, wird in den von der U-Form des Holzprofils umschlossenen Hohlraum Zement vergossen, der nach dem Aushärten einen Zementkern bildet. Um die Festigkeit des Zementkerns zu erhöhen, können vor dem Eingießen des Zements in den Hohlraum der U-Form Stahlarmierungen eingebracht werden. Abschließend wird auf den Holzstegen des Verbundbauteiles ein Obergurt aus Holz aufgelegt, so dass ein Verbundbauteil entsteht, dessen Außenteile aus Holz bestehen, während der aus Zement hergestellte Kern dem beigeordneten Verbundbauteil eine mechanische Festigkeit verleiht. Da Obergurt, Untergurt und die Holzstege nur den Eindruck eines Holzbalkens vermitteln, da die Festigkeit des vorbekannten Verbundbauteiles allein durch den aus Zement bestehenden Kern bestimmt wird, und da insbesondere bei großen Spannweiten und hohen Belastungen längsgerichtete Armierungen in den Kern eingebracht werden müssen, weist das vorbekannte Verbundbauteil insbesondere bei großen Spannweiten und hohen Belastungen einen vergleichsweise großen Querschnitt auf.

**[0010]** Aus der DE 27 27 631 A1 ist bereits ein Verbundbauteil vorbekannt, das aus zwei in Längsrichtung orientierten Trägerelementen gebildet ist, zwischen denen Ankerelemente vorgesehen sind, die aus ebenflächigen Scheiben zusammengesetzt sind. Auf diesen Ankerelementen sind Zug- und Druckspannstäbe gestützt. Die Zug- und Druckspannstäbe sind in dem vorbekannten Verbundbauteil so angeordnet, dass sich die resultierenden Kraftwirkungen in einem Punkt mit der Auflageachse schneiden und der Ankerkörper nur die Vertikalkomponenten der Spannkräfte an die beigeordneten Elemente abzugeben hat. Die Zug- und Druckspannstäbe, die bei größeren Spannwegen eine Querbewegung senkrecht zu ihrer Achse auf einer reibungsmindernd behandelten Fläche ausführen, sind mit geeigneten Mitteln in geringen Abständen knickstabilisierend zu halten. Nach dem Abschluss der Spannarbeiten wird der Zwischenraum zwischen den beigeordneten Trägerelementen mit Mörtel, Leichtbeton, Schwerbeton oder ähnlichem korrosionsschützend und kraftschlüssig geschlossen, wobei gleichzeitig auch die Zug- und Druckspannstäbe stabilisiert werden. In der DE 27 27 631 A1 ist erwähnt, dass die im vorbekannten Verbundbauteil verwendeten Ankerkörper zur Einleitung von Zug- und Druckspannkräften in beliebige Elemente, vorzugsweise in Biegeträgern auch aus unterschiedlichen Bau- und Werkstoffen, wie z.B. Stahl, Holz, Stahlbeton, NE-Metalle oder Kunststoffe, verwendet werden können. Die in DE 27 27 631 A1 vorbeschriebenen Ankerelemente sind daher Bestandteil universell verwendbarer Vorspannelemente. Eine Einleitung von Zug- oder Druckkräften in einen Obergurt oder einen Untergurt wird in der DE 27 27 631 A1 jedoch nicht erwähnt. Stattdessen wird bei dem vorbekannten Verbundbauteil die erzeugte Vorspannung in den Mörtel, Zement oder dergleichen korrosionsschützende Füllmasse eingetragen. Das Aufbringen einer Vorspannung auf einen Ober- und/oder einen Untergurt ist in der DE 27 27 631 A1 demgegenüber nicht vorgesehen.

**[0011]** Aus der DE 20 2009 004 335 U1 ist bereits ein zweischaliges Verbundbauteil vorbekannt, das ein Holzträgerelement mit darin ausgebildeten Kerven als Zugbauteil und ein Betonträgerelement als Druckbauteil aufweist. Durch Einfüllaussparungen im Betonträgerelement wird ein aushärtbares Vergussmittel in die Kerven im Holzträgerelement eingeformt. Dabei sind an dem Betonträgerelement Ansätze angeformt, die in die Kerven des Holzträgerelements mit Spiel eingreifen. Der durch das Spiel vorgegebene Hohlraum zwischen den Ansätzen und den Kerven wird durch das Vergussmittel ausgefüllt. Dadurch, dass an dem Betonfertigteil des vorbekannten zweischaligen Verbundbauteiles konsolenartig angeformte Ansätze in die Kerven des Holzbauteils eingreifen und nur der verbleibende, sich im Wesentlichen durch Toleranzen zwischen den beiden Bauteilen ergebende Hohlraum mit einem Verbindungsmittel ausgegossen wird, sollen höhere Kräfte zwischen den beiden Bauteilen und dem Verbindungsmittel des vorbekannten Verbundbauteiles übertragen werden. Das Aufbringen zusätzlicher Druck- oder Zugkräfte ist bei dem vorbekannten Verbundbauteil demgegenüber nicht vorgesehen.

**[0012]** Aus der DE 28 02 372 A ist bereits ein Holz-/Stahl-Verbundbauteil vorbekannt, das zur kraftschlüssigen und biegesteifen Durchdringung in Decken- und Trägerrostsystemen dienen soll. Auch bei diesem vorbekannten Verbundbauteil sind Zug- und Druckspannstäbe zwischen zwei Trägerelementen aus Holz oder Kunststoff stabilisierend angeordnet. Der Raum zwischen den beigeordneten Trägerelementen wird von einer nachträglich aushärtenden Füllmasse, vorzugsweise Beton oder Leichtbeton, ausgefüllt, welche die Zug- und Druckspannstäbe umhüllen und die Umlenk- und Stabilitätskräfte in die beigeordneten Trägerelemente weiterleiten soll. Auf diese Weise werden Hauptträger gebildet, die schlaffe und/oder vorgespannte beziehungsweise normal kraftfrei vorbespannte Träger oder Nebenbiegeträger durchdringen können. Das Aufbringen einer Vorspannung auf einen Ober- oder Untergurt ist in der DE 28 02 372 A demgegenüber nicht vorgesehen.

**[0013]** Aus der GB 374 804 A ist bereits ein Holz-/Beton-Verbundbauteil vorbekannt, dessen Obergurt und dessen Untergurt jeweils aus einer Mehrzahl in einer Ebene angeordneter, aber in dieser Ebene voneinander beanstandeter Balken gebildet ist. Dabei sind jeweils ein oberer Balken und ein unterer Balken paarweise einander zugeordnet und durch vertikale Betonstreben oder Eisenpfosten miteinander verbunden und durch einen diagonalen Draht verspannt. Die Zwischenräume zwischen den beiden Balken können zu Schallschutzzwecken mit hohlen Ziegeln gefüllt sein. Im Abstand zwischen den in der Ebene des Obergurts angeordneten oberen Balken wird eine egalisierende Schicht eingebracht, auf die anschließend das Parkett oder dergleichen Bodenmaterial aufgelegt wird.

**[0014]** Bei vergleichsweise kurzen Spannweiten kann das vorbekannte Holz-/Verbundbauteil seine Last selbst tragen, - in der GB 374 804 wird aber ausdrücklich darauf hingewiesen, dass bei großen Spannweite eine Zwischenstütze erforderlich sein kann.

**[0015]** Es besteht daher insbesondere die Aufgabe, ein Holz-/Beton-Verbundbauteil der eingangs erwähnten Art zu schaffen, mit welchem der Bau eines Bauwerks vereinfacht und beschleunigt werden kann, und mit welchem beispielsweise eine belastbare Geschossdecke auch mit Spannweiten größer 8 Metern ausgeführt werden kann. Darüber hinaus besteht auch die Aufgabe, ein Verfahren zur Herstellung

eines solchen Holz-/Beton-Verbundteiles zu schaffen.

**[0016]** Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe besteht bei dem Holz-/Beton-Verbundbauteil der eingangs erwähnten Art in den Merkmalen des geltenden Patentanspruchs 1.

**[0017]** Das erfindungsgemäße Verbundbauteil weist einen Untergurt aus Holz auf, auf dem in Längsrichtung des Untergurts Holzstege vorstehen, die derart voneinander beabstandet sind, dass der Untergurt und die voneinander beabstandeten Holzstege ein U-förmiges Querschnittsprofil aufweisen. Sofern hier, beispielsweise im Zusammenhang mit dem Untergurt und/oder den Holzstegen, von Holz gesprochen wird, werden unter diesem Begriff auch geeignete Holzwerkstoffmaterialien und insbesondere verleimte Hölzer verstanden, wie beispielsweise Brettschichtholz (BSH), Furnierschichtholz (LVL oder FSH) oder Brettsperrholz (BBH). Auf den Holzstegen dieses Verbundbauteiles liegt ein Obergurt auf. Dabei ist auch der Obergurt aus Holz hergestellt, wobei auch hier unter dem Begriff Holz ebenso geeignete Holzwerkstoffmaterialien und insbesondere verleimte Hölzer, wie beispielsweise Brettsperrholz (BBH), Brettschichtholz (BSH), oder Funierschichtholz (LVL oder VSH) verstanden werden. Der beispielsweise aus Brettsperrholz (BBH) gefertigte Obergurt wird auf die mit dem Untergurt verbundenen Stege aufgelegt und kann mit den Holzstegen verleimt und/oder verschraubt werden. Der durch das U-förmige Querschnittsprofil gebildete Innenraum des erfindungsgemäßen Holz-/Beton-Verbundbauteiles bildet somit ein Formnest, in das der für den Betonsteg benötigte Beton im Werk oder alternativ auf der Baustelle eingebracht werden kann, ohne dass eine aufwändige Abdichtung gegenüber den Holzbauelementen oder eine Absprießung bei der Montage erforderlich wäre. In diesen Innenraum kann bereits die für den Betonsteg übliche Stahlbetonbewehrung eingelegt sein, bevor zu gegebener Zeit, gegebenenfalls auch nach Fertigstellung des Gebäudes, das Betonieren des Betonsteges im Innenraum des erfindungsgemäßen Holz-/Beton-Verbundbauteils erfolgt. Damit kann ein Warten auf das Aushärten des Betons entfallen, was andernfalls den Baufortschritt behindern würde. Das Betonieren des Betonsteges in dem als Innenraum ausgebildeten U-förmigen Querschnittsprofil des Verbundbauteiles erfordert keine Fachfirma, sondern kann nach Einweisung von jedem Unternehmen selbst durchgeführt werden.

**[0018]** Für die Produktion der erfindungsgemäßen Verbundbauteile ist kein spezielles Werk erforderlich, vielmehr können diese Verbundbauteile auch von einem Holzbauunternehmen selbst hergestellt werden. Dabei werden mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verbundbauteiles nun auch im Holzbau Tragfähigkeiten möglich, die ansonsten im Massivbau erreichbar sind. Da das erfindungsgemäße Holz-/Beton-Verbundbauteil in seinem Innenraum den Betonsteg als tragendes Element aufweist, sind auf Geschossdecken mit Spannweiten über 8 Metern, beispielsweise von 12 Metern, möglich, wie sie bislang nur mit Hilfe von Spannbetondielen erreichbar waren. Dabei ist auch ein Brandschutz REI 90 ohne Brandschutzverkleidung möglich und die Technische Gebäudeausrüstung ist unabhängig vom Tragwerk planbar. Obwohl mit Hilfe des erfindungsgemäßen Holz-/Beton-Verbundbauteiles wesentlich größere Spannweiten ermöglicht werden, als dies bisher mit den im Holzbau verfügbaren Konstruktionen möglich war und obwohl das erfindungsgemäße Holz-Beton-Verbundbauteil sich durch eine hohe Tragfähigkeit auszeichnet, die mit der Tragfähigkeit von Massivdecken vergleichbar ist, weist eine mit Hilfe erfindungsgemäßer Holz-Beton-Verbundbauteile gefertigte Geschossdecke im Vergleich zu einer Massivdecke ein Viertel des Gewichts auf. Dabei wird durch den hohen Holzanteil des erfindungsgemäßen Holz-/Beton-Verbundbauteiles auch eine $CO_2$-Reduzierung und eine verbesserte Nachhaltigkeit erreicht. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Holz-/Beton-Verbundbauteiles wird die Erstellung eines Bauwerks vereinfacht und beschleunigt, so dass innerhalb kurzer Zeit beispielsweise eine belastbare Geschossdecke, auch mit Spannweiten größer 8 Metern, ausgeführt werden kann.

**[0019]** Um die hohe Belastbarkeit des erfindungsgemäßen Holz-/Beton-Verbundbauteiles noch zusätzlich zu begünstigen, und um die Durchbiegung des erfindungsgemäßen Verbundbauteiles zu begrenzen, ist zumindest eine als Stahlstab ausgebildete Unterspannung vorgesehen, die beidseits mit ihren Endbereichen an einem aus Holz hergestellten Obergurt und in dem zwischen den Endbereichen liegenden Abschnitt der zumindest einen Unterspannung am Untergurt gehalten ist, wobei die zumindest eine Unterspannung am Obergurt an zumindest einem ihrer Endbereiche mittels einer Auflagerkonsole, einer Knagge oder dergleichen Anker gehalten und dort für ein nachträgliches Spannen des Verbundquerschnittes des Verbundbauteiles nach dem Aushärten des für den Betonsteg benötigten Betons zugänglich ist. Da die durch die zumindest eine Unterspannung erzeugte Vorspannkraft in den Obergurt des erfindungsgemäßen Holz-/Beton-Verbundbauteiles eingeleitet wird, entfällt das Problem der bei den bekannten vorgespannten Konstruktionen und insbesondere bei Spannbetonhohldielen entstehenden Randmomente. Durch die zumindest eine Unterspannung wird eine definierte Vorspannung aufgebracht, wodurch der Verbundquerschnitt des erfindungsgemäßen Holz-/Beton-Verbundbauteiles gemäß den Berechnungen durch die Umlenkkräfte „hochgedrückt“ und daher überhöht wird. Durch eine nachfolgende weitere Vorspannung am fertig betonierten Holz-/Beton-Verbundbauteil kann eine genaue Justierung der

für eine Geschossdecke verwendeten Verbundbauteile erreicht werden.

**[0020]** Bei dem erfindungsgemäßen Holz-/Verbundbauteil bildet der durch den Untergurt und die beidseits überstehenden Holzstege begrenzte Innenraum eine Gussform für den Betonsteg, wobei der Innenraum an seinen quer zur längs Erstreckung des Verbundbauteiles orientierten Stirnenden geschlossen ist. Um den zum Fertigstellen des Betonsteg benötigten Beton in den Innenraum des Holz-/Betonverbundbauteiles einführen zu können, ist im Obergurt zumindest eine Einfüllöffnung zum Einfüllen des den Betonsteg ausbildenden Betons vorgesehen. Somit kann auch auf der Baustelle, gegebenenfalls auch erst nach Fertigstellung des Gebäudes, der Ortbeton in den mit der Betonbewehrung versehenen Innenraum eingefüllt werden, um nach dem Aushärten des Betons den im Innenraum vorgesehenen Betonsteg auszubilden. Die mithilfe der erfindungsgemäßen Holz-/Beton-Verbundbauteile erstellte Geschossdecke lässt sich auf einfache Weise in das Bauwerk integrieren, da der Obergurt über das durch den Untergurt und die Holzstege gebildete Querschnittsprofil vorsteht und da die vorstehenden Endbereiche des Obergurts jeweils ein Auflager für das Verbundbauteil bilden. Somit muss das Verbundbauteil mit den beidseits vorstehenden Endbereichen seines Obergurts lediglich auf einen die Geschossdecke definierenden Absatz des Bauwerks aufgelegt werden, um durch Aneinanderreihen mehrerer solcher Verbundbauteile die benötigte Geschossdecke fertigzustellen, ohne dass eine aufwändige Abdichtung oder eine Absprießung erforderlich wäre. Da bei dem erfindungsgemäßen Holz-/Beton-/Verbundbauteil die zumindest eine Unterspannung am Obergurt an zumindest einem ihrer Endbereiche mittels wenigstens einer Auflagerkonsole, einer Knagge oder dergleichen Anker gehalten ist, und da durch diesen beispielsweise als Stahlauflagerkonsole ausgebildeten Anker die angestrebte Vorspannkraft in den Obergurt des erfindungsgemäßen Holz-/Beton-/Verbundbauteiles eingelagert wird, entfällt das Problem der bei den bekannten vorgespannten Konstruktionen entstehenden Randmomente. Ein solcher Anker erlaubt es auch, dass das erfindungsgemäße Verbundbauteil mittels der an den Obergurten vorgesehenen und als Auflager dienenden Endbereichen aufzulegen. Daher können Stürze und Unterzüge in die Decke integriert und im Gegensatz zu den üblichen Holz- und Holzbetonverbunddecken ohne Aufwand deckengleich ausgeführt werden.

**[0021]** Um den zum Betonieren des Betonsteges benötigten Beton in den durch das U-förmige Querschnittsprofil gebildeten Innenraum leicht einfüllen zu können, ist es vorteilhaft, wenn das aus dem Untergurt und den Holzstegen gebildete U-förmige Querschnittsprofil nach oben offen ausgebildet ist.

**[0022]** Damit eine platzsparende Verwendung der erfindungsgemäßen Holz-/Beton-Verbundbauteile noch zusätzlich begünstigt wird, ist es vorteilhaft, wenn in dem vom U-förmigen Querschnittsprofil begrenzten Innenraum des Verbundbauteiles eine Bewehrung für den Betonsteg vorgesehen ist. Die Bewehrung muss somit nicht in den Geschossen gelagert und erst noch auf der Baustelle selbst verarbeitet werden.

**[0023]** Um die auf das Holz-/Beton-Verbundbauteil einwirkenden Schub- und Druckkräfte weiterzuleiten, ist es vorteilhaft, wenn der Betonsteg mit dem Untergurt und/oder dem Obergurt einen Schubverbund bildet.

**[0024]** Dabei sieht eine bevorzugte Ausführungsform gemäß der Erfindung vor, dass der Schubverbund zwischen Obergurt und Betonsteg mittels dem in die zumindest eine Einfüllöffnung vorstehenden Betonsteg gebildet oder unterstützt ist.

**[0025]** Zusätzlich oder stattdessen kann es vorteilhaft sein, dass der Schubverbund zwischen Untergurt und/oder Obergurt mittels Kerven im Untergurt bzw. Obergurt gebildet oder unterstützt ist. Die im Untergurt sowie im Obergurt vorgesehenen Kerven werden etwa an den gleichen Stellen von Untergurt und Obergurt vorgesehen und stellen den Schubverbund zwischen dem Betonsteg und dem oberen bzw. unteren Holzgurt her.

**[0026]** Um die Bauelemente des erfindungsgemäßen Holz-/Beton-Verbundbauteiles mit möglichst geringem Aufwand an der Baustelle anliefern zu können, und um den Herstellungsaufwand zur Fertigstellung des erfindungsgemäßen Holz-/Beton-Verbundbauteiles noch zusätzlich zu reduzieren, ist es vorteilhaft, wenn der Betonsteg aus Ortbeton und/oder aus selbstverdichtendem Beton hergestellt ist.

**[0027]** Eine bevorzugte Ausführungsform gemäß der Erfindung sieht vor, dass die als Stahlstab ausgebildete zumindest eine Unterspannung aus einem hochfesten Stabstahl hergestellt ist.

**[0028]** Bevorzugt wird eine Ausführung, bei der das Verbundbauteil wenigstens zwei Unterspannungen aufweist, die an zumindest einem ihrer Endbereiche mittels einem gemeinsamen Anker gehalten sind.

**[0029]** Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung gemäß der Erfindung sieht vor, dass das Verbundbauteil zumindest einen quer zur Längserstreckung des Verbundbauteiles orientierten und die Holzstege sowie den Betonsteg des Verbundbauteiles durchsetzenden Installationskanal aufweist. Dabei sind auch mehrere Installationskanäle im erfindungsgemäßen Verbundbauteil ohne statische Nachteile möglich. Mit Hilfe dieser in das erfindungsgemäße

Verbundbauteil integrierten Installationskanäle ist der Deckenraum zwischen Obergurt und Untergurt für Installationen der TGA in Längs- und Querrichtung voll nutzbar. Bei einer mit Hilfe der erfindungsgemäßen Verbundbauteile fertiggestellten Geschossdecke kann somit auf eine aufwändige, abgehängte Unterdecke verzichtet werden.

**[0030]** Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform gemäß der Erfindung sieht vor, dass mittels mehrerer, längsseitig aneinander anliegender Verbundbauteile eine Bauwerksdecke herstellbar ist.

**[0031]** Die erfindungsgemäße Lösung der oben gestellten Aufgabe besteht bei dem Verfahren der eingangs erwähnten Art in den Merkmalen des geltenden Patentanspruchs 13.

**[0032]** Weiterbildungen gemäß der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines erfindungsgemäßen Ausführungsbeispieles in Verbindung mit den Ansprüchen sowie der Zeichnung. Nachstehend wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispieles noch näher beschrieben.

**[0033]** Es zeigt:

**Fig. 1** ein in einer perspektivischen Seitenansicht dargestelltes Holz-/Beton-Verbundbauteil, wobei mit Hilfe mehrerer, längsseitig aneinander anliegender Verbundbauteile auf einfache Weise eine Geschossdecke herstellbar ist,

**Fig. 2** das Verbundbauteil aus **Fig. 1** in einem Querschnitt,

**Fig. 3** das Verbundbauteil aus den **Fig. 1** und **Fig. 2** in einem Längsschnitt, wobei das Verbundbauteil in **Fig. 3** beidseits auf einem Gebäudeabsatz oder dergleichen aufliegt und wobei die beidseits überstehenden Endbereiche eines Obergurts des Verbundbauteiles als Auflager dienen, und

**Fig. 4** das Verbundbauteil aus den **Fig. 1** bis **Fig. 3** in einer Draufsicht auf den Obergurt, wobei der Obergurt im Bereich eines durch den Untergurt und die den Untergurt mit dem Obergurt verbindenden Holzstege gebildeten Innenraums durchsichtig dargestellt ist.

**[0034]** In den **Fig. 1** bis **Fig. 4** ist ein Holz-/Beton-Verbundbauteil **1** in verschiedenen Ansichten dargestellt. Mit Hilfe mehrerer solcher, längsseitig aneinander anliegender Verbundbauteile lassen sich rasch und auf einfache Weise die Geschossdecken in einem mehrgeschossigen Wohnhaus oder Gewerbebau erstellen. Dabei zeichnet sich das hier gezeigte Holz-/Beton-Verbundbauteil auch bei großen Spannweiten von über 8 Metern durch eine hohe Belastbarkeit aus.

**[0035]** Das Verbundbauteil **1** weist einen Untergurt **2** aus Brettschichtholz auf. Auf diesem Untergurt **2** stehen in Längsrichtung des Untergurts **2** Holzstege **3**, **4** vor, die derart voneinander beabstandet sind, dass der Untergurt **2** und die voneinander beabstandeten Holzstege **3**, **4** ein U-förmiges Querschnittsprofil aufweisen. Der durch das U-förmige Querschnittsprofil gebildete Innenraum bildet ein Formnest, in das der für einen Betonsteg **5** benötigte Beton im Werk oder alternativ auf der Baustelle eingebracht werden kann, ohne dass eine aufwändige Abdichtung gegenüber den Holzbauelementen **2**, **3** und **4** oder eine Absprießung des Verbundbauteiles **1** bei der Montage erforderlich wäre. In dem durch den Untergurt **2** und die Holzstege **3**, **4** gebildeten Innenraum sind auch zwei Unterspannungen **6**, **7** vorgesehen, die beidseits mit ihren Endbereichen an einem Obergurt **8** und in dem zwischen den Endbereichen liegenden Abschnitt der Unterspannungen **6**, **7** am Untergurt **2** gehalten sind.

**[0036]** Der Untergurt **2** bildet durch Verschrauben und/oder Verleimen mit den Holzstegen **3**, **4** das U-förmige und nach oben hin offene Querschnittsprofil. In das U-förmige und den Innenraum des Verbundbauteiles **1** bildende Querschnittsprofil ist eine übliche Stahlbetonbewehrung eingelegt. In das U-förmige Querschnittsprofil sind die beiden, die Unterspannungen **6**, **7** bildenden Stahlstäbe in der dargestellten Form so eingebaut, dass nach Fertigstellung des Verbundbauteiles **1** diese Unterspannungen **6**, **7** derart vorgespannt werden können, dass sich eine berechnete Überhöhung des Verbundbauteiles **1** einstellt. Auf die Holzstege **3**, **4** ist der Obergurt **8** aufgelegt, der vorzugsweise aus Brettsperrholz hergestellt ist. Der Obergurt **8** ist mit den Holzstegen **3**, **4** verleimt und/oder verschraubt. Im Obergurt **8** befindet sich zumindest eine Einfüllöffnung **9** und vorzugsweise mehrere Einfüllöffnungen **9**, die dem Einbringen des für den Betonsteg **5** benötigten Betons dienen. Der für den Betonsteg **5** benötigte Beton wird in das durch den im Querschnitt U-förmigen Innenraum gebildete Formnest derart eingefüllt, dass der Betonsteg **5** nach dem Aushärten auch in die zumindest eine Einfüllöffnung **9** eingreift. Damit stellen die Einfüllöffnungen **9** nach dem Erhärten des für den Betonsteg **5** benötigten Betons teilweise den Schubverbund zwischen dem Betonsteg **5** und dem Obergurt **8** her. Zusätzlich sind im Obergurt **8** und im Untergurt **2** beispielsweise 4 cm tiefe und etwa 25 cm lange Kerven oder dergleichen Vertiefungen vorgesehen, die am Obergurt **8** und am Untergurt **2** etwa an vergleichbaren Stellen angeordnet sind. Die Anordnung der den Schubverbund herstellenden Kerven **10** sowie der Einfüllöffnungen **9** ist dabei vorzugsweise entsprechend der statischen Belastung des Verbundbauteiles **1** vorgesehen. Ein einfacher Transport des Verbundbauteiles **1** zur Baustelle und die einfache und rasche Montage einer Geschossdecke mit Hilfe der Verbundbauteile **1** wird begünstigt, wenn der in den Verbundbauteilen **1** vorgesehene Betonsteg **5** aus Ortbeton und/

oder aus selbstverdichtendem Beton hergestellt ist. Dazu ist der Innenraum des Verbundbauteiles **1** als Gussform oder Promnest für den Betonsteg **5** ausgebildet. Um die Abdichtung des als Formnest für den Betonsteg **5** dienenden Innenraums zu erleichtern, ist der durch den Untergurt **2** und die Holzstege **3**, **4** begrenzte Innenraum an seinen quer zur Längserstreckung des Verbundbauteiles **1** orientierten Stirnenden geschlossen ausgebildet.

**[0037]** In den **Fig. 1** und **Fig. 3** ist erkennbar, dass der Obergurt **8** über das durch den Untergurt **2** und die Holzstege **3**, **4** gebildete Querschnittsprofil vorsteht und dass die vorstehenden Endbereiche des Obergurts **8** jeweils ein Auflager für das Verbundbauteil **1** bildet. Die als Auflager dienenden Endbereiche des Obergurts **8** liegen dazu jeweils auf einem an den Wänden des Bauwerks vorgesehenen Absatz **12**, **13** auf.

**[0038]** In den **Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 4** ist erkennbar, dass die Unterspannungen **6**, **7** am Obergurt **8** an ihren Endbereichen jeweils mittels einer Knagge, einer Auflagerkonsole oder dergleichen Anker **14** gehalten sind. Dabei sind die beiden Unterspannungen **6**, **7** an ihren Endbereichen jeweils mittels eines gemeinsamen Ankers **14** gehalten. Die als Stahlstäbe ausgebildeten und aus hochfesten Stabstählen hergestellten Unterspannungen **6**, **7** sind in den Ankern **14** verankert und gesichert. Die Anker **14** sind dabei in randseitig offenen Aussparungen an den auch als Auflager dienenden Endbereichen des Obergurts **8** gehalten. Das Verbundbauteil **1** kann im Werk oder auf der Baustelle in eingebautem Zustand ohne weitere Unterstützung und ohne weitere Absprießungen betoniert werden. Dazu dienen die im Obergurt **8** vorgesehenen oberseitigen Einfüllöffnungen **9**. Möglich ist es, den Verbundquerschnitt des Verbundbauteiles **1** nach dem Erhärten des für den Betonsteg **5** benötigen Betons ein weiteres Mal zu spannen, um so eine genau definierte zusätzliche Überhöhung des Verbundbauteils **1** zu erhalten. Diese Überhöhung kann so ausgelegt werden, dass die durch das Eigengewicht des Verbundbauteiles **1** bewirkte Durchbiegung in der Feldmitte eliminiert wird.

**[0039]** Da der im Wesentlichen durch den Untergurt **2** und die Holzstege **3**, **4** gebildete Innenraum das Formnest für den Betonsteg **5** bildet, fällt nur eine geringe Menge an Wasser an. Durch seinen hohen Holzanteil kann das Verbundbauteil **1** auch von einem Holzbauunternehmen selbst hergestellt werden, wobei für das Betonieren des Betonsteges **5** im Verbundbauteil **1** keine Fachfirma benötigt wird, sondern nach Einweisung von jedem Unternehmen selbst durchführbar ist. Da keine aufwändige Abdichtung erforderlich ist und da eine Absprießung des Verbundbauteiles **1** während der Montage und dem Aushärten des Betonsteges **5** nicht benötigt wird, ist der zur Montage des Verbundbauteiles **1** benötigte Platzaufwand an der Baustelle gering. Da die für den Betonsteg **5** benötigte Bewehrung bereits in den Innenraum des Verbundbauteiles **1** eingelegt sein kann, lässt sich eine zusätzliche Bewehrung vor Ort an der Baustelle vermeiden. Da das Betonieren des Betonsteges **5** auch nach Fertigstellung des Gebäudes erfolgen kann und da das Warten auf das Aushärten des Betonsteges **5** entfällt, wird der Baufortschritt nicht behindert.

**[0040]** Da die Vorspannkraft der Unterspannungen **6**, **7** mittels der hier als Stahlauflagerkonsole ausgebildeten Anker **14**, **15** in den Obergurt **8** eingeleitet wird, entfallen die bei den bekannten vorgespannten Konstruktionen entstehenden Randmomente. Durch die hier als Stahlauflagerkonsole ausgebildeten Anker **14**, **15** kann das Verbundbauteil **1** an den Endbereichen des Obergurts **8** beidseits aufgelegt werden. Dadurch können Stürze und Unterzüge in die mit Hilfe solcher Verbundbauteile **1** hergestellte Decken integriert und im Gegensatz zu üblichen Holz- und Holzbetonverbunddecken ohne Aufwand deckengleich ausgeführt werden. In **Fig. 3** ist erkennbar, dass das Verbundbauteil **1** zumindest einen und vorzugsweise wenigstens zwei, quer zur Längserstreckung des Verbundbauteiles **1** orientierte und die Holzstege **3**, **4** sowie den Betonsteg **5** des Verbundbauteiles **1** durchsetzende Installationskanäle **16** aufweist. Die Integration dieser Installationskanäle **16** in das Verbundbauteil **1** ist ohne statische Nachteile möglich. Durch die in das erfindungsgemäße Verbundbauteil **1** bereits integrierten Installationskanäle **16** und durch die zwischen den Holzstegen **3**, **4** benachbarter Verbundbauteile **1** verbleibenden Zwischenräume wird die Möglichkeit eröffnet, diese Deckenhohlräume zwischen Obergurt **8** und Untergurt **2** für Installationen der TGA in Längs- und Querrichtung der Geschossdecke voll zu nutzen. Somit kann auf eine aufwändige, abgehängte Unterdecke verzichtet werden.

**[0041]** Eine bevorzugte Verwendung des hier dargestellten Verbundbauteiles **1** sieht vor, dass mittels mehrerer längsseitig aneinander anliegender Verbundbauteile **1** eine Bauwerksdecke herstellbar ist. Mit Hilfe des Verbundbauteiles **1** lassen sich rasch und auf einfache Weise auch Geschossdecken mit Spannweiten über 8 Metern und beispielsweise von 12 Metern, erstellen. Dabei dient der in das Verbundbauteil **1** integrierte Betonsteg **5** als tragender Steg. Zur Begrenzung der Durchbiegung des Verbundbauteiles **1** wird mit Hilfe der Unterspannungen **6**, **7** eine Vorspannung erreicht. Die durch die Unterspannungen **6**, **7** aufgebrachte Vorspannung, durch die der Verbundquerschnitt gemäß den Berechnungen in Folge der Umlenkkräfte hochgedrückt wird, lässt sich nach Erhärten des Betonsteges **5** nochmals wiederholen, um eine genaue Justierung aller für die Geschossdecke verwendeten Verbundbauteile **1** zu erreichen. Das Betonieren des im Verbundbauteil **1** vor-

gesehenen Betonsteges **5** kann nicht nur im Werk, sondern auch auf der Baustelle ohne Absprießen bei der Montage, folgen. Dabei sind in das Verbundbauteil **1** mehrere Installationskanäle **16** eingeplant, welche die Integration der Haustechnik in die Geschossdecke wesentlich vereinfachen. Das hier dargestellte Verbundbauteil **1** erlaubt wesentlich größere Spannweiten von über 8 Metern, als dies bisher bei den im Holzbau bislang verfügbaren Konstruktionen der Fall war. Dabei wird eine hohe Tragfähigkeit erreicht, wobei das Verbundbauteil **1** nur etwa ein Viertel des Gewichts einer vergleichbaren Massivdecke aufweist. Durch den hohen Holzanteil seiner Holzelemente **2**, **3**, **4** und **8** lässt sich eine $CO_2$-Reduzierung und eine verbesserte Nachhaltigkeit erreichen. Da nur wenig Wasser benötigt wird und da sich das Verbundbauteil **1** durch die Unterspannungen **6**, **7** noch zusätzlich aussteifen lässt, sind nur geringste Verformungen zu erwarten. Die Konstruktionshöhe der aus mehreren solcher Verbundbauteile **1** gebildeten Geschossdecke kann - entgegen bekannter Ausführungen - sowohl in Längsrichtung der Verbundbauteile **1** als auch quer dazu, auch nachträglich noch für die Haustechnik benutzt werden.

**[0042]** Das hier dargestellte Verbundbauteil **1** ermöglicht es, Tragfähigkeiten zu erreichen, die mit dem Massivbau vergleichbar sind. Dabei sind auch Spannweiten möglich, die bislang nur mit Spannbetondielen erreichbar waren. Die mit Hilfe solcher Verbundbauteile **1** erstellte Geschossdecke zeichnet sich durch einen hohen Brandschutz aus, ohne dass eine zusätzliche Brandschutzverkleidung notwendig wäre. Die TGA ist dabei unabhängig vom Tragwerk planbar. Durch die wesentlich geringere Last der mit Hilfe der Verbundbauteile **1** erstellten Geschossdecke lassen sich erhebliche Einsparungen bei den Unterzügen und bei den Fundamenten im Keller oder den Tiefgaragen erreichen. Da durch die großen erreichbaren Spannweiten tragende Innenwände eingespart werden können, zeichnet sich das mit Hilfe der Verbundbauteile **1** erstellte Bauwerk durch eine maximale Flexibilität aus.

## Patentansprüche

1. Holz-/Beton-Verbundbauteil (1), insbesondere für große Spannweiten von über 8 Metern, das (1) einen Untergurt (2) aus Holz aufweist, auf dem in Längsrichtung des Untergurts (2) orientierte Holzstege (3, 4) überstehen, die derart voneinander beabstandet sind, dass der Untergurt (2) und die voneinander beabstandeten Holzstege (3, 4) einen Innenraum mit einem U-förmigen Querschnittsprofil bilden, in dem ein in Längsrichtung des Untergurts (2) orientierter Betonsteg (5) angeordnet ist, und dass auf den Holzstegen (3, 4) des Verbundbauteiles (1) ein Obergurt (8) aus Holz aufliegt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Innenraum als Gussform für den Betonsteg (5) ausgebildet und an seinen quer zur Längserstreckung des Verbundbauteiles (1) orientierten Stirnenden geschlossen ist, dass der Obergurt (8) über das durch den Untergurt (2) und die Holzstege (3, 4) gebildete Querschnittsprofil vorsteht und dass die vorstehenden Endbereiche des Obergurts (8) jeweils ein Auflager für das Verbundbauteil (1) bilden, dass im Obergurt (8) zumindest eine Einfüllöffnung (9) zum Einfüllen des den Betonsteg (5) ausbildenden Betons in den als Gussform ausgebildeten Innenraum vorgesehen ist, dass zumindest eine als Stahlstab ausgebildete Unterspannung (6, 7) vorgesehen ist, die beidseits mit ihren Endbereichen an dem Obergurt (8) und in dem zwischen den Endbereichen liegenden Abschnitt der zumindest einen Unterspannung (6, 7) am Untergurt (2) gehalten ist, und dass die zumindest eine Unterspannung (6, 7) am Obergurt (8) an zumindest einem ihrer Endbereiche mittels einer Auflagerkonsole, einer Knagge oder dergleichen Anker (14, 15) gehalten und dort für ein nachträgliches Spannen des Verbundquerschnittes des Verbundbauteiles (1) nach dem Aushärten des für den Betonsteg (5) benötigten Betons zugänglich ist.

2. Verbundbauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das aus dem Untergurt (2) und den Holzstegen (3, 4) gebildete U-förmige Querschnittsprofil nach oben offen ausgebildet ist.

3. Verbundbauteil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Obergurt (8) mit den Holzstegen (3, 4) verbunden, vorzugweise verschraubt und/oder verleimt, ist.

4. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem vom U-förmigen Querschnittsprofil begrenzten Innenraum des Verbundbauteiles (1) eine Bewehrung (11) für den Betonsteg (5) vorgesehen ist.

5. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Betonsteg (5) mit dem Untergurt (2) und/oder dem Obergurt (8) einen Schubverbund bildet.

6. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schubverbund zwischen Obergurt (8) und Betonsteg (5) mittels dem in die zumindest eine Einfüllöffnung (9) vorstehenden Betonsteg (5) gebildet oder unterstützt ist.

7. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schubverbund zwischen Untergurt (2) und/oder Obergurt (8) mittels Kerven im Untergurt (2) beziehungsweise Obergurt (8) gebildet oder unterstützt ist.

8. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Betonsteg (5) aus Ortbeton und/oder aus selbstverdichtendem Beton hergestellt ist.

9. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der die zumindest eine Unterspannung (6, 7) bildende Stahlstab aus einem hochfesten Stabstahl hergestellt ist.

10. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verbundbauteil (1) wenigstens zwei Unterspannungen (6, 7) aufweist, die an zumindest einem ihrer Endbereiche mittels einem gemeinsamen Anker (14, 15) gehalten sind.

11. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verbundbauteil (1) zumindest einen quer zur Längserstreckung des Verbundbauteiles (1) orientierten und die Holzstege (3, 4) sowie den Betonsteg (5) des Verbundbauteiles (1) durchsetzenden Installationskanal (16) aufweist.

12. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels mehrerer, längsseitig aneinander anliegender Verbundbauteile (1) eine Bauwerksdecke oder Geschossdecke herstellbar ist.

13. Verfahren zur Herstellung eines Holz-/Beton-Verbundbauteiles (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die aus dem Untergurt (2), den Holzstegen (3,4) sowie dem Obergurt (8) gebildete Gussform mit den als Auflager dienenden Endbereichen auf, an den Wänden eines Bauwerks vorgesehenen Absätzen (12,13) aufgelegt wird, dass in einem nachfolgenden Verfahrensschritt der für den Betonsteg (5) benötigte Ortbeton durch die zumindest eine Einfüllöffnung (9) des Obergurts (8) eingebracht wird, und dass nach dem Aushärten des für den Betonsteg (5) benötigten Ortbetons der Verbundquerschnitt des Verbundbauteils an den in den randseitig offenen Aussparungen des Obergurts (8) vorgesehenen Ankern (14) nachträglich gespannt wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

**Anhängende Zeichnungen**

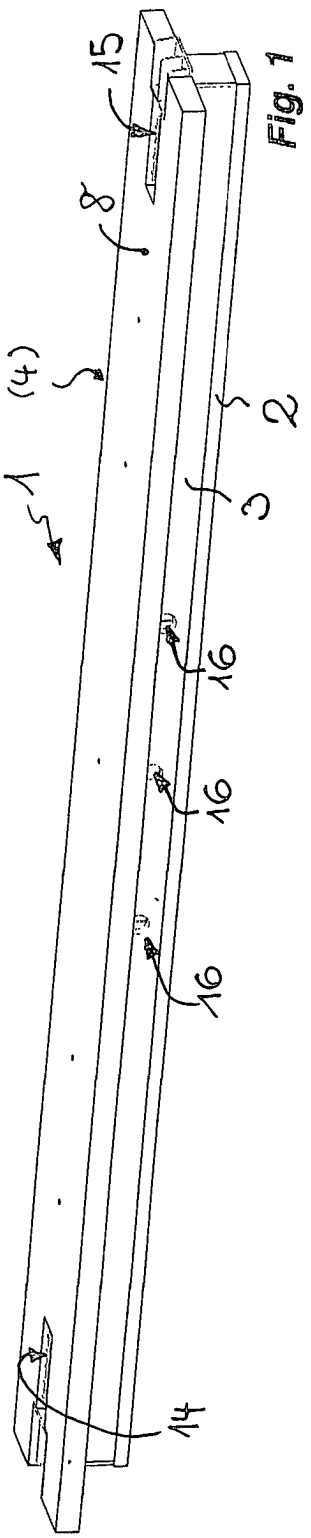



Fig. 1

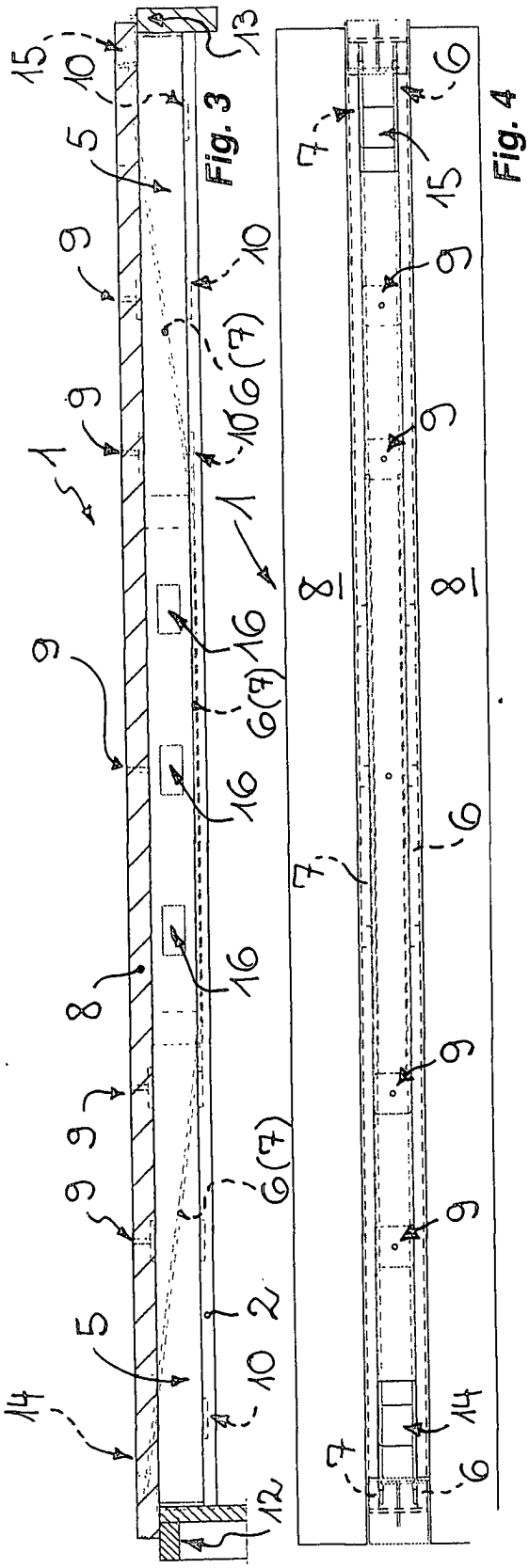



Fig. 3




Fig. 4

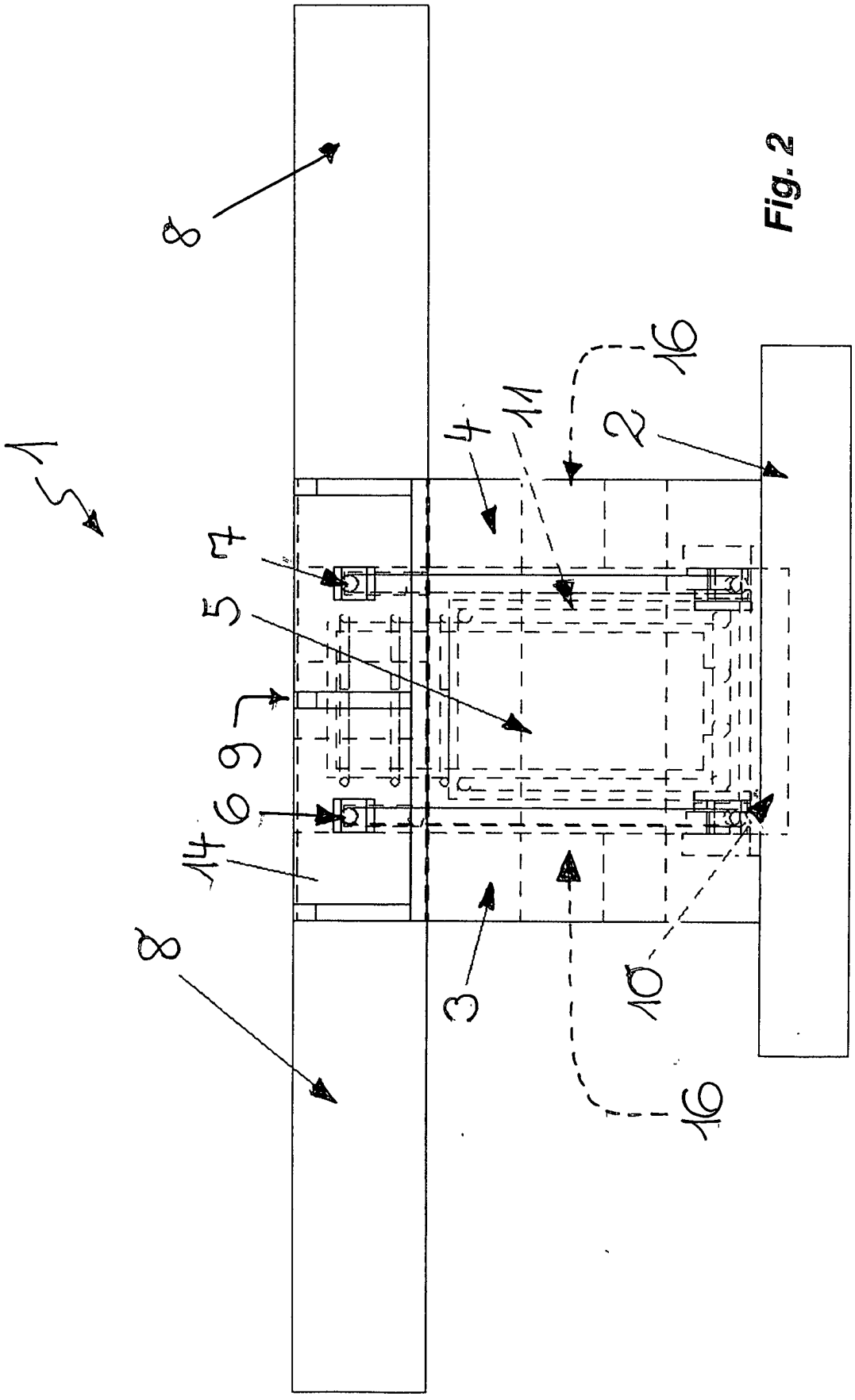



Fig. 2

 Das Dokument wurde durch die Firma Jouve hergestellt.