



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**29.01.2025 Patentblatt 2025/05**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**E04C 3/29 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **24217500.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**E04B 5/38; E04B 5/02; E04B 5/23; E04B 5/261;  
E04B 5/48; E04C 3/29; E04B 2005/235;  
E04B 2005/237**

(22) Anmeldetag: **07.05.2021**

(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**

(72) Erfinder: **Terkl, Hans-Ulrich**  
**9560 Feldkirchen (AT)**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)  
nach Art. 76 EPÜ:  
**21726032.2 / 4 334 541**

(74) Vertreter: **Wirnsberger & Lerchbaum**  
**Patentanwälte OG**  
**Mühlgasse 3**  
**8700 Leoben (AT)**

(71) Anmelder: **Terkl, Hans-Ulrich**  
**9560 Feldkirchen (AT)**

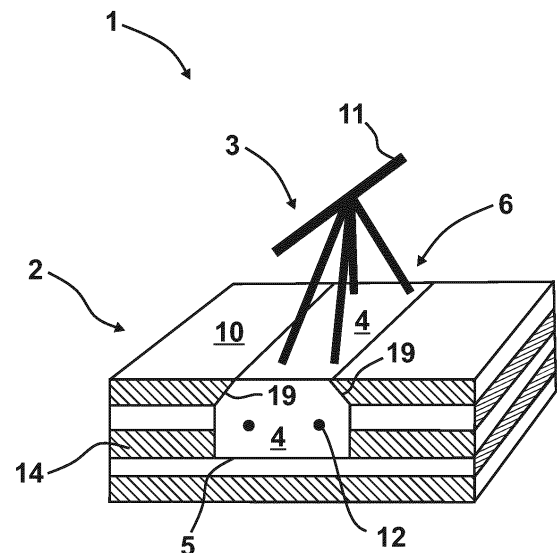
Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 04.12.2024 als  
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten  
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES VERBUNDELEMENTES SOWIE  
VERBUNDELEMENT**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Verbundelementes (1). Um ein Verbundelement (1) mit hoher Tragfähigkeit effizient herzustellen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass ein erstes Element (2) mit einer Ausnehmung (5) bereitgestellt wird, wonach in der Ausnehmung (5) eine teilweise aus der Ausnehmung (5) ragende Bewehrung positioniert wird, wonach die Ausnehmung (5) mit aushärtbarem Material, insbesondere Beton (4), befüllt wird, wonach das aushärtbare Material in der Ausnehmung (5) unter Bildung eines zweiten Elementes (3) aushärtet, sodass die Bewehrung über das ausgehärtete Material formschlüssig mit dem ersten Element (2) verbunden ist.

Weiter betrifft die Erfindung ein Verbundelement (1), aufweisend ein erstes Element (2) mit einer Ausnehmung (5) und zumindest ein mit dem ersten Element (2) verbundenes zweites Element (3), welches ein ausgehärtetes Material und eine Bewehrung aufweist.



**Fig. 1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Verbundelementes.

**[0002]** Weiter betrifft die Erfindung ein Verbundelement, aufweisend ein erstes Element mit einer Ausnehmung und zumindest ein mit dem ersten Element verbundenes zweites Element, welches ein ausgehärtetes Material und eine Bewehrung aufweist.

**[0003]** Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Verfahren zur Herstellung eines Verbundelementes sowie Verbundelemente der eingangs genannten Art bekannt geworden. Derartige Verbundelemente werden beispielsweise beim Bau von Gebäuden eingesetzt, um Elemente unterschiedlicher Materialien zu verbinden, beispielsweise Elemente aus Holz mit Elementen aus Beton. Nachteilig bei derartigen Verbundelementen ist, dass diese stets ein Betonieren auf einer Baustelle erfordern, wodurch einerseits eine industrielle Fertigung wie bei einem Fertigteilbauhaus nicht möglich ist. Andererseits ist ein Betonieren vor Ort auch mit hohem Zeit- und Kostenaufwand verbunden.

**[0004]** Hier setzt die Erfindung an. Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, welches besonders effizient umsetzbar ist.

**[0005]** Weiter soll ein effizient herstellbares Verbundelement der eingangs genannten Art angegeben werden, welches eine hohe Tragfähigkeit aufweist.

**[0006]** Die erste Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei welchem ein erstes Element mit einer Ausnehmung bereitgestellt wird, wonach in der Ausnehmung eine teilweise aus der Ausnehmung ragende Bewehrung positioniert wird, wonach die Ausnehmung mit aushärtbarem Material, insbesondere Beton, befüllt wird, wonach das aushärtbare Material in der Ausnehmung unter Bildung eines zweiten Elementes aushärtet, sodass die Bewehrung über das ausgehärtete Material formschlüssig mit dem ersten Element verbunden ist.

**[0007]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann eine Verbindung zwischen dem ersten Element und dem zweiten Element auch vorab, beispielsweise in einem Fertigteilwerk erfolgen, sodass eine industrielle Herstellung des Verbundelementes möglich ist. Eine Verbindung des Verbundelementes mit weiteren Bauteilen eines Gebäudes auf einer Baustelle kann über die aus der Ausnehmung ragende Bewehrung erfolgen. Ein erfindungsgemäß hergestelltes Verbundelement weist somit ein erstes Element mit einer Ausnehmung und ein zweites Element auf, welches ein ausgehärtetes Material und eine üblicherweise aus Stahl bestehende Bewehrung aufweist, wobei das erste Element und das zweite Element über die Ausnehmung formschlüssig verbunden sind.

**[0008]** Zur Gewährleistung einer guten Kraftübertragung ist es von Vorteil, wenn ein Befüllen der Ausnehmung mit einem schwindkompensierten, aushärtbaren

Material erfolgt, insbesondere schwindkompensiertem Beton. Dadurch bleibt ein Formschluss zur Kraftübertragung auch bei einem Aushärten bestehen.

**[0009]** Bevorzugt ist vorgesehen, dass ein erstes Element mit einer Ausnehmung bereitgestellt wird, welche Ausnehmung sich im Wesentlichen entlang einer Längsrichtung erstreckt und einen entlang der Längsrichtung veränderlichen Querschnitt, insbesondere in einer Draufsicht pfeilförmige Schubnocken, aufweist. Das üblicherweise plattenförmige Element kann dann durch das ausgehärtete Material entlang der Längsrichtung schubfest mit der Bewehrung verbunden werden. Dadurch kann das Verbundelement vorteilhaft insbesondere als Deckenelement eingesetzt werden, zumal dann das Element, welches üblicherweise aus einem Holz besteht, die Zugkräfte an einem unteren Bereich des Verbundelementes bei einer Durchbiegung und ein über die Bewehrung mit dem ersten Element schubfest verbundener Betonträger, eine Betonplatte oder dergleichen Druckkräfte in einem oberen Bereich des Verbundelementes aufnehmen kann. Somit wird ein leichtgewichtiges und gleichzeitig tragfähiges Verbundelement zur Bildung von Deckenelementen in Gebäuden erreicht.

**[0010]** Es hat sich bewährt, dass auf dem ersten Element angrenzend an die Ausnehmung ein Verdrängungskörper, bevorzugt ein Füllmaterial, ein Hohlkörper und/oder eine Schalung, positioniert wird, wonach aushärtbares Material, insbesondere Faserbeton, vorzugsweise Micro-Faserbeton, auf den aus der Ausnehmung ragenden Teil der Bewehrung aufgebracht wird, sodass die Bewehrung im Wesentlichen im aushärtbaren Material eingeschlossen ist. Dadurch kann auf einfache Weise ein Bauelement für ein Gebäude mit einem Hohlraum gebildet werden, welcher zwischen ausgehärtetem Material und dem ersten Element eingeschlossen ist. Der Hohlraum kann beispielsweise genutzt werden, um Leitungen und dergleichen aufzunehmen. Alternativ kann der Verdrängungskörper auch ein wärmedämmendes Material sein, sodass ein wärmedämmendes und gleichzeitig stabiles Bauelement erreicht wird. Ferner kann der Verdrängungskörper selbst ein tragendes Bauelement sein, beispielsweise ein Stahlbetonelement. In dem Fall erfolgt mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens eine stabile Verbindung des Stahlbetonelementes mit dem Verbundelement auf einfache Weise.

**[0011]** Günstig ist es, wenn das aushärtbare Material derart aufgebracht wird, dass der Verdrängungskörper nach Aushärten des aushärtbaren Materials durch dieses Material relativ zum ersten Element fixiert ist. Dies ermöglicht eine besonders vorteilhafte Kombination eines vorgefertigten Verbundelementes mit unterschiedlichsten Verdrängungskörpern, sodass vielfältigste Bauteile gebildet werden können.

**[0012]** Das Material, mit welchem die Ausnehmung befüllt wird, kann dem Material entsprechen, in welchem die Bewehrung eingeschlossen wird; es können allerdings auch unterschiedliche Materialien eingesetzt werden, beispielsweise Beton unterschiedlicher Güte. Des

Weiteren kann das Material, in welchem die Bewehrung eingeschlossen wird, unmittelbar nach Befüllen der Ausnehmung oder zu einem späteren Zeitpunkt, beispielsweise auf einer Baustelle als Ort beton, aufgebracht werden.

**[0013]** Günstig ist es, wenn das erste Element mehrere parallele Ausnehmungen aufweist, in welchen jeweils eine Bewehrung über ein aushärtbares Material formschlüssig mit dem ersten Element verbunden wird. Dadurch wird auf einfache Weise ein Verbundelement erreicht, welches über das üblicherweise aus Beton ausgebildete ausgehärtete Material eine hohe Festigkeit aufweist, selbst wenn das erste Element aus keinem hochfesten Material besteht. Weil dabei eine Stabilität bzw. Festigkeit des Verbundelementes über das ausgehärtete Material erreicht werden kann, kann das erste Element auch aus einem Material geringerer Festigkeit bestehen, beispielsweise aus Holz, Kunststoff oder dergleichen. Dadurch können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren tragende Bauteile für Gebäude gebildet werden, welche einerseits aufgrund des ersten Elementes ein ansprechendes Äußeres aufweisen können und andererseits durch das in der Regel aus Beton ausgebildete ausgehärtete Material auch eine hohe Festigkeit und Stabilität gewährleisten. Beispielsweise kann dadurch auf einfache Weise eine Decke eines Gebäudes gebildet werden, welche an einer sichtbaren Unterseite ausschließlich aus Holz, oder dergleichen besteht und welche formschlüssig mit einem durch die Bewehrung und das ausgehärtete Material als Stahlbetonträger ausgebildete zweite Element verbunden ist. Eine derartige Holz-Beton-Decke kann vollständig vorab gefertigt werden, sodass ein Bau einer Schalung auf einer Baustelle nicht mehr erforderlich ist. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird somit ein Holz-Beton-Verbundelement gebildet, welches wesentlich kostengünstiger, prozesssicherer und schneller als mit Verfahren des Standes der Technik herstellbar ist.

**[0014]** Ein erfindungsgemäß ausgebildetes Verbundelement kann auf verschiedenste Weise eingesetzt werden. Ein Einsatz des mit dem erfindungsgemäßen Verfahren gebildeten Verbundelementes insbesondere als Decke in einem Gebäude ist auf besonders günstige Weise möglich, wenn ein erstes Element mit einer Ausnehmung mit einem Querschnitt eingesetzt wird, welcher Querschnitt derart ausgebildet ist, dass eine formschlüssige Verbindung des ausgehärteten Materials mit dem ersten Element mit einer Zugkraft senkrecht zu einer Oberfläche des ersten Elementes belastbar ist, in welcher Oberfläche die Ausnehmung angeordnet ist. Auf diese Weise kann beispielsweise eine durch Stahlbetonträger getragene Holzdecke auf einfache Weise erreicht werden, wobei das als Holzdecke ausgebildete und an einer Unterseite des Verbundelementes angeordnete erste Element über einen durch den Querschnitt gebildeten Formschluss vom als Stahlbetonträger ausgebildeten und an einer nicht sichtbaren Oberseite positionierten zweiten Element getragen wird. Dabei ist eine Stabilität

auch dann gewährleistet, wenn das ausgehärtete Material bei einem Aushärten geringfügig schwindet. Ein derartiger Querschnitt der Ausnehmung kann auf verschiedenste Weise erreicht werden. In der Regel wird ein sogenannter schwalbenschwanzförmiger Querschnitt eingesetzt.

**[0015]** Günstig ist es, wenn das erste Element gebildet wird, indem zumindest zwei Teilelemente bereitgestellt werden, welche zum ersten Element verbunden werden, wobei eine Verbindung der Teilelemente insbesondere über ein Verbindungselement, vorzugsweise einen Dorn, erfolgt, welches an einem ersten Ende mit einem ersten Teilelement und an einem zweiten Ende mit einem zweiten Teilelement verbunden ist und sich durch die Ausnehmung erstreckt. Nach einer derartigen Bildung des ersten Elementes wird dann eine Bewehrung in der Ausnehmung positioniert, üblicherweise an den Dorn angrenzend, und die Ausnehmung mit dem aushärtbaren Material befüllt. Das aushärtbare Material umschließt dabei den Dorn und bildet somit bei Aushärtung eine Verbindung mit dem ersten Element über den Dorn, welche eine hohe Schubfestigkeit aufweist. Eine zur Übertragung hoher Kräfte geeignete Verbindung zwischen Dorn und erstem Element bzw. den das erste Element bildenden Teilelementen kann durch eine formschlüssige Verbindung erfolgen, beispielsweise indem in die Teilelemente Bohrungen eingebracht werden, in welche der Dorn ragt. Die Teilelemente können dabei auch nur über den Dorn verbunden sein, sodass die Teilelemente durch die Ausnehmung beabstandet sind.

**[0016]** Durch den Dorn, welcher auch als Schubdorn bezeichnet werden kann, ist dabei eine tragfähige Verbindung zwischen dem ersten Element und dem ausgehärteten Material gewährleistet, und zwar sowohl in einer Längsrichtung als auch vertikal bzw. senkrecht zur Längsrichtung der Ausnehmung.

**[0017]** Wenngleich das Verbindungselement vorzugsweise als Dorn mit etwa kreisrundem Querschnitt und einem Durchmesser von etwa 10 mm bis 20 mm ausgebildet ist, kann das Verbindungselement natürlich auch weitere Formen und Querschnitte aufweisen, um eine in mehreren Richtungen tragfähige Verbindung zwischen dem ersten Element und dem ausgehärteten Material zu bilden. Üblicherweise ragt das Verbindungselement teilweise in die Ausnehmung, ist im ersten Element fixiert und besteht aus einem Material mit höherer Festigkeit als das Material des ersten Elementes bzw. einer höheren Festigkeit als Holz. Vorzugsweise besteht das Verbindungselement aus einem Metall oder einem Faserverbundwerkstoff.

**[0018]** Das erfindungsgemäße Verfahren kann mit hohem Automatisierungsgrad industriell beispielsweise in einem Fertigteilwerk umgesetzt werden. Es ist daher bei einem Verfahren zur Herstellung eines Gebäudes günstig, wenn ein in einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestelltes Verbundelement eingesetzt wird, um eine vorteilhafte und prozesssichere Herstellung zu erreichen.

**[0019]** Eine Verbindung des Verbundelementes mit weiteren Bauteilen eines Gehäuses kann auf unterschiedlichste Weise hergestellt werden. Eine hohe Flexibilität in Bezug auf unterschiedliche Einsatz- bzw. Verbindungsmöglichkeiten wird auf einfache Weise erreicht, wenn dass die Ausnehmung in einem Fertigteilwerk in einem ersten Schritt mit aushärtbarem Material befüllt wird, welches in der Ausnehmung aushärtet, wonach das Verbundelement auf eine Baustelle transportiert und an weitere Bauteile angrenzend angeordnet wird, wonach in einem zweiten Schritt weiteres aushärtbares Material auf einen aus der Ausnehmung ragenden Teil der Bewehrung aufgebracht wird, sodass das Verbundelement bei Aushärten dieses aushärtbaren Materials über das zweite aushärtbare Material mit den weiteren Bauteilen verbunden wird. In der Regel wird Beton als aushärtbares Material eingesetzt. Ein auf der Baustelle aufgebrachter Beton wird auch als Ortbeton bzw. auch als Aufbeton bezeichnet, wenn der Beton im zweiten Schritt auf einen in der Ausnehmung im ersten Schritt eingebrachten Beton aufgebracht wird.

**[0020]** Bei diesem Verfahren wird somit einerseits werkseitig bzw. vorab aushärtbares Material zur Verbindung der Bewehrung mit dem ersten Element in die Ausnehmung eingebracht und baustellenseitig die aus der Ausnehmung ragende Bewehrung über weiteres ausgehärtetes Material mit weiteren Bauteilen des Gebäudes verbunden. Das aushärtbare Material, welches werkseitig in die Ausnehmung eingebracht wird, kann jenem entsprechen, welches auf der Baustelle eingesetzt wird. Es können jedoch auch unterschiedliche aushärtende Materialien verwendet werden. Eine Verbindung mit weiteren Bauteilen auf der Baustelle kann dabei einerseits über eine Bewehrung erfolgen, welche über an der Baustelle eingebrachtes aushärtbares Material, üblicherweise Ortbeton, mit der Bewehrung des zweiten Elementes verbunden wird. Weiter kann die Verbindung mittels eines Formschlusses über den Ortbeton bzw. Aufbeton erfolgen.

**[0021]** Alternativ kann eine Herstellung des Gebäudes ohne einem Betonieren auf der Baustelle erfolgen, wenn sämtliches aushärtbare Material vorab aufgebracht wird, beispielsweise in einem Fertigteilwerk, wonach das Verbundelement zu einer Baustelle transportiert wird, auf welcher das Verbundelement mit weiteren Bauteilen des Gebäudes im Wesentlichen ohne Einsatz eines wasserhaltigen Baustoffes verbunden wird. Dies ermöglicht die Herstellung eines Gebäudes, bei welchem beispielsweise als Holz-Beton-Verbundelemente erfindungsgemäß ausgebildete Verbundelemente vorgesehen sind, in einem Trockenbauverfahren, welches somit besonders rasch und unabhängig von einer Witterung umsetzbar ist.

**[0022]** Die weitere Aufgabe wird durch ein Verbundelement der eingangs genannten Art gelöst, bei welchem das zumindest eine zweite Element zumindest teilweise aus einer Ausnehmung des ersten Elementes ragt und in der Ausnehmung formschlüssig mit dem ersten Element verbunden ist, wobei das Verbundelement insbesondere

in einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist.

**[0023]** Durch die formschlüssige Verbindung zwischen dem ersten Element und dem ein ausgehärtetes Material aufweisenden zweiten Element ist eine kostengünstig und prozesssichere Vorabfertigung des Verbundelementes beispielsweise in einem Fertigteilwerk möglich. Gleichzeitig ergibt sich eine hohe Festigkeit des Verbundelementes bei ansprechendem Erscheinungsbild, auch wenn das erste Element aus keinem Material hoher Festigkeit besteht. Die Ausnehmung weist in der Regel einen sich entlang einer Geraden erstreckenden konstanten Querschnitt im ersten Element auf.

**[0024]** Üblicherweise ist ein Querschnitt der Ausnehmung derart ausgebildet, dass eine formschlüssige Verbindung des ausgehärteten Materials mit dem ersten Element mit einer Zugkraft senkrecht zu einer Oberfläche des ersten Elementes belastbar ist, in welcher Oberfläche die Ausnehmung angeordnet ist. Beispielsweise kann das Verbundelement vorteilhaft zur Bildung von Decken eines Gebäudes genutzt werden, wenn das Verbundelement ein optisch ansprechendes erstes Element geringer Festigkeit und ein tragendes zweites Element mit hoher Festigkeit aufweist. Dadurch kann insbesondere eine durch einen oder mehrere Stahlbetonträger getragene Holzdecke besonders einfach gebildet werden.

**[0025]** Ein derartiger Querschnitt kann auf verschiedenste Weise ausgebildet sein. Üblicherweise kann ein mit einer Zugkraft belastbarer Querschnitt auf einfache Weise erreicht werden, wenn ein Abstand zwischen Seitenflächen eines Querschnittes der Ausnehmung zumindest bereichsweise mit zunehmendem Abstand von einer Oberfläche, in welcher die Ausnehmung angeordnet ist, zunimmt. Dadurch ist eine formschlüssige Kraftübertragung auch dann gewährleistet, wenn das ausgehärtete Material beispielsweise bei einem Aushärten geringfügig schwindet.

**[0026]** Eine einfache und prozesssichere Herstellung der Ausnehmung ist möglich, wenn die Ausnehmung einen Schwalbenschwanzquerschnitt aufweist. Wenn das erste Element beispielsweise aus Holz, einem Kunststoff oder dergleichen besteht, kann die Ausnehmung dann auf einfache Weise mittels Fräsen automatisiert und mit hoher Genauigkeit gebildet werden.

**[0027]** Es hat sich bewährt, dass das erste Element im Wesentlichen aus Holz besteht, insbesondere aus mehreren kreuzweise verleimten Einschichtplatten. Holz hat sich bei Gebäuden als vorteilhaft erwiesen, da mit diesem Material einerseits ein ansprechendes Erscheinungsbild und andererseits auch ein angenehmes Raumklima erreicht werden können. Bislang war die Bildung einer Holzdecke bei einem Gebäude mit tragenden Stahlbetonträgern nur mit großem Aufwand möglich, indem nachträglich auf eine Betondecke eine Zwischendecke aus Holz aufgebracht bzw. aufgehängt wurde. Mit einem erfindungsgemäßen Verbundelement kann eine Holzdecke im Unterschied dazu gleichzeitig mit der Bildung eines tragenden Teiles des Gebäudes gebildet

werden, indem die erfindungsgemäßen Verbundelemente mit einem als Holzdecke ausgebildeten ersten Element und als Stahlbetonträgern ausgebildeten zweiten Elementen ausgeführt sind. Üblicherweise sind die zweiten Elemente dabei länglich bzw. in Form eines Trägers und mit entlang einer Längserstreckung etwa konstantem Querschnitt ausgebildet.

**[0028]** Das erste Element kann insbesondere eines oder mehrere der Materialien Massivholz, Brettschichtholz, Brettstapelholz, Furnierschichtholz, Furniersperrholz, Baubuche, ein- oder mehrschichtige OSB Platten, insbesondere Magnum Board, enthalten oder aus einem dieser Materialien bestehen.

**[0029]** Aufgrund der formschlüssigen Verbindung zwischen Holzdecke und Stahlbetonträger kann dabei auch die Holzdecke eine tragende Funktion übernehmen, so dass eine Festigkeit des Stahlbetonträgers entsprechend reduziert sein kann. Weiter kann natürlich auch ein erst bauseitig aufgetragener Ort beton tragend wirken und zu einer Festigkeit des Gebäudes beitragen. Dadurch werden wiederum ein reduziertes Gewicht und somit geringere Materialkosten erreicht. Insbesondere wenn das erste Element mehrere kreuzweise verleimte Einschichtplatten aufweist bzw. als sogenannte Brettsperrholzplatte ausgebildet ist, kann mit dem ersten Element sowohl ein ansprechendes Äußeres als auch ein gewisser Beitrag zu einer gesamten Tragfähigkeit des Verbundelementes erreicht werden.

**[0030]** Zur Erreichung einer hohen Festigkeit und Stabilität hat es sich als günstig erwiesen, dass die Bewehrung als Gitterträger ausgebildet ist, wobei zwei Untergurte und ein Obergurt vorgesehen und die Untergurte in der Ausnehmung positioniert sind. Dadurch kann auf einfache Weise ein hohes Flächenträgheitsmoment und somit eine hohe Festigkeit und Steifigkeit des zweiten Elementes bzw. des gesamten Verbundelementes erreicht werden.

**[0031]** Es hat sich bewährt, dass die Ausnehmung einen entlang einer Länge veränderlichen Querschnitt aufweist. Es wird dadurch ein sogenannter Schubnocken aus ausgehärtetem Material in der Ausnehmung erreicht, durch welchen ein Formschluss in Längsrichtung mit dem ersten Element gebildet wird, sodass auch Übertragen von Kräften in Längsrichtung möglich ist. Dadurch wird eine Verbindung zwischen dem ersten Element bzw. Holz und dem ausgehärteten Material bzw. einem Beton mit hoher Schubfestigkeit bzw. hoher Biegesteifigkeit und -festigkeit erreicht. Derartige Verbundelemente können vorteilhaft insbesondere für leichtgewichtige Bauteile eingesetzt werden, mit welchen große Spannweiten bei geringer Durchbiegung überbrückt werden, beispielsweise Decken von Hallen oder dergleichen.

**[0032]** Üblicherweise ist die Ausnehmung länglich ausgebildet und seitlich abgeschlossen. Dadurch ist einerseits eine einfache Herstellbarkeit gewährleistet. Andererseits können dadurch beispielsweise mehrere Ausnehmungen etwa parallel in einem Verbundelement angeordnet sein, welche sequenziell befüllt werden, ohne

dass aushärtbares Material von einer Ausnehmung in eine benachbarte Ausnehmung fließt.

**[0033]** Ein über eine Länge diskontinuierlicher Querschnitt einer üblicherweise länglichen und seitlich abgeschlossenen Ausnehmung kann dabei auf verschiedenste Weisen gebildet werden. Mit Vorteil ist die Ausnehmung in einer Draufsicht zumindest bereichsweise mit zulaufenden Seitenkanten ausgebildet, um eine besonders gute Übertragung von Schubkräften zu ermöglichen. Dadurch werden pfeilförmige Schubnocken erreicht. In dem Zusammenhang ist es günstig, wenn zumindest zwei pfeilförmige Schubnocken vorgesehen und entgegengesetzt orientiert in der Ausnehmung angeordnet sind, um eine gute Übertragbarkeit von Kräften in Längsrichtung zu gewährleisten. Alternativ oder ergänzend können auch rechteckige oder runde Schubnocken vorgesehen sein, um eine gute Übertragbarkeit von Kräften in Längsrichtung zu ermöglichen. Üblicherweise sind zwei bis zehn Schubnocken über eine Länge der Ausnehmung vorgesehen.

**[0034]** Mit Vorteil erstreckt sich die Ausnehmung über einen Großteil einer Länge des Verbundelementes, vorzugsweise über mehr als 70 %, insbesondere mehr als 80 %, einer Länge des Verbundelementes. Üblicherweise erstreckt sich die Ausnehmung im Wesentlichen über die gesamte Länge des Verbundelementes. Normalerweise verläuft die Ausnehmung etwa entlang einer Geraden.

**[0035]** Günstig ist es, wenn die Bewehrung zwei Untergurte aufweist, welche in der Ausnehmung positioniert sind, wobei ein Abstand zwischen den Untergurten entlang einer Länge der Ausnehmung nicht konstant ist. Die Untergurte können dann einen Abstand zueinander aufweisen, welcher im Fall einer entlang einer Längsrichtung mit diskontinuierlichem Querschnitt ausgebildeten Ausnehmung mit einer Zunahme und einer Abnahme nahezu synchron zunimmt und abnimmt. Dadurch wird eine besonders schubfeste Verbindung zwischen dem ausgehärteten Material und der Ausnehmung erreicht.

**[0036]** Insbesondere kann vorgesehen sein, dass ein Abstand zwischen den Untergurten zumindest bereichsweise größer ist als ein minimaler Abstand von Seitenkanten der Ausnehmung. Damit ist auf einfache Weise sichergestellt, dass in der Ausnehmung ausgehärtetes Material nicht entlang der Ausnehmung verschoben werden kann, sodass eine schubfeste Verbindung gegeben ist.

**[0037]** Es hat sich bewährt, dass die Untergurte zumindest bereichsweise in einer Draufsicht unter einem Winkel zueinanderstehen, insbesondere unter einem Winkel von 1 Grad bis 170 Grad, vorzugsweise 10 Grad bis 45 Grad. Die Untergurte können dann insbesondere korrespondierend mit Schubnocken ausgebildet sein, sodass ein Abstand zwischen Seitenkanten der Ausnehmung den einem der jeweiligen Seitenkante am Nächsten liegenden Untergurt etwa konstant sein kann. Dadurch ist eine hohe Biegefestigkeit bei geringem Gewicht gewährleistet.

**[0038]** Weiter kann zur Erreichung einer hohen Biegesteifigkeit bzw. einer besonders schubfesten Verbindung vorgesehen sein, dass die Ausnehmung entlang einer Längsrichtung breitere und schmalere Bereiche, insbesondere Schubnocken aufweist, wobei ein mit der Bewehrung verbundenes Metallteil, insbesondere ein Stahlbügel, in der Ausnehmung vorgesehen ist, welcher sich in die breiteren Bereiche hinein erstreckt.

**[0039]** Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass das Metallteil zumindest bereichsweise einer Kontur einer Seitenkante der Ausnehmung folgt, insbesondere bereichsweise etwa parallel zur Seitenkante der Ausnehmung ist.

**[0040]** Weiter kann vorgesehen sein, dass in der Ausnehmung ein Stahlbügel positioniert ist, welcher zumindest bereichsweise unter einem Winkel von 45 Grad bis 135 Grad, insbesondere 80 Grad bis 100 Grad, zu einer Längsrichtung der Ausnehmung ausgerichtet und mit Untergurten der Bewehrung verbunden ist. Der Stahlbügel kann somit insbesondere einen Abstand zwischen den Untergurten sicherstellen, sodass eine lokale Verbreiterung der Untergurte bzw. ein lokal größerer Abstand zwischen den Untergurten mechanisch mittels des Stahlbügels stabilisiert werden kann.

**[0041]** Zur Erreichung einer hohen Schubfestigkeit ist es günstig, wenn mit dem ersten Element ein Verbindungselement, insbesondere ein Dorn, starr verbunden ist, welches teilweise in die Ausnehmung ragt, wobei das Verbindungselement vorzugsweise an zwei Seiten mit dem ersten Element verbunden und in der Ausnehmung vom ausgehärteten Material umgeben ist. In der Regel ist das als Dorn ausgebildete Verbindungselement sowohl mit dem ersten Element als auch mit dem ausgehärteten Material formschlüssig verbunden. Das ausgehärtete Material ist somit über den Dorn formschlüssig mit dem ersten Element verbunden, und zwar sowohl in Längsrichtung zur Übertragung von Schubkräften als auch in vertikaler Richtung. Wenn beispielsweise das erste Element als Holzelement und das ausgehärtete Material als Betonträger oberhalb des Holzelementes ausgebildet ist, ergibt sich somit einerseits eine tragfähige Verbindung in vertikaler Richtung, wobei das Holzelement über den Dorn vom Betonträger getragen wird, und andererseits ein Verbundelement mit hoher Schubfestigkeit und Biegesteifigkeit, da sowohl das Holzelement als auch der Betonträger zur Steifigkeit beitragen. Dadurch ist das Verbundelement auch für große Spannweiten bzw. als freitragendes Bauteil besonders gut geeignet. Üblicherweise erstreckt sich der Dorn durch die Ausnehmung und ist endseitig an gegenüberliegenden Seiten der Ausnehmung mit dem ersten Element verbunden, in der Regel formschlüssig.

**[0042]** Die Bewehrung kann grundsätzlich auf verschiedenste Weisen ausgebildet sein, beispielsweise als Metallelement, insbesondere als Stahlelement. Um leichtgewichtige Bauteile sowie Bauteile in unterschiedlichsten Formen auszubilden, ist es vorteilhaft, wenn die Bewehrung als Textilbewehrung, insbesondere mit Glas-

oder Carbonfasern, ausgebildet ist. Insbesondere kann die Bewehrung als gitterförmige Textilbewehrung ausgebildet sein, um bei geringem Gewicht eine hohe Festigkeit zu erreichen. Eine derartige textile Bewehrung ist in aller Regel dünn und flexible ausgebildet, sodass auch kleine und/oder gewundene Verbundelemente mit einer schmalen Ausnehmung hergestellt werden können.

**[0043]** Das ausgehärtete Material kann grundsätzlich auf verschiedenste Weise ausgebildet sein. Für einen Einsatz des Verbundelementes bei Gebäuden hat es sich zur Erreichung einer hohen Stabilität besonders bewährt, dass das ausgehärtete Material im Wesentlichen aus Beton, insbesondere Faserbeton, vorzugsweise Micro-Faserbeton, besteht.

**[0044]** Um bei einem Bau eines Gebäudes ein flächiges Element als erfindungsgemäßes Verbundelement auszubilden, hat es sich als günstig erwiesen, dass mit dem ersten Element mehrere zweite Elemente verbunden sind, wobei die zweiten Elemente mit dem ersten Element über mehrere Ausnehmungen verbunden sind. Es wird dann durch die mehreren zweiten Elemente eine hohe Steifigkeit und Festigkeit des Verbundelementes erreicht. Das erste Element kann als optisch ansprechendes Element mit geringer Festigkeit ausgebildet sein, beispielsweise als eine Holzdecke oder dergleichen.

**[0045]** Zur Erreichung einer möglichst gleichmäßigen Spannungsverteilung im Verbundelement ist es günstig, wenn die Ausnehmungen etwa parallel und vorzugsweise regelmäßig beabstandet sind. Dadurch werden ungleichmäßige Verformungen auf einfache Weise vermieden.

**[0046]** Ein erfindungsgemäßes Verbundelement kann industriell und somit kostengünstig und mit hoher Prozesssicherheit gefertigt werden. Es ist daher bei einem Gebäude mit einem Verbundelement vorteilhaft, wenn das Verbundelement erfindungsgemäß ausgebildet ist.

**[0047]** Wie ausgeführt kann das erfindungsgemäße Verbundelement auf einfache Weise derart ausgeführt sein, dass das erste Element optisch ansprechend und mit geringer Festigkeit ausgeführt ist, während eine erforderliche Festigkeit und Steifigkeit durch das zweite Element gebildet wird, welches das erste Element im Wesentlichen trägt. Es ist daher günstig, wenn das erste Element eine Decke eines Innenraumes bildet, welche im Wesentlichen durch zumindest ein zweites Element getragen ist. Üblicherweise ist das erste Element dann durch Holz, vorzugsweise durch Brettsperholz, gebildet, insbesondere durch kreuzweise verleimte Einschichtplatten. In dem Fall können auch die kreuzweise verleimten Einschichtplatten einen Teil zur Stabilität des Gebäudes beitragen, wenngleich dies nicht erforderlich ist.

**[0048]** Normalerweise ist das zweite Element oberhalb des ersten Elementes positioniert. Das zweite Element ist in der Regel als tragendes Element ausgebildet, welches üblicherweise aus Stahlbeton besteht. Das erste Element wird somit über den Formschluss durch das

zweite Element getragen bzw. hängt an einem durch das zweite Element gebildeten Träger des Gebäudes.

**[0049]** Eine kostengünstige und stabile Bauweise ist möglich, wenn das zumindest eine zweite Element etwa in Form eines I-Trägers ausgebildet ist. Es kann somit auf einfache Weise ein Gebäude gebildet werden, bei welchem tragende Elemente durch Stahlbetonbauteile wie Stahlbetonträger gebildet sind, wobei an Stahlbetonträgern einer Decke an einem unteren Ende eine Holzdecke hängt, welche ein erstes Element eines erfindungsgemäßen Verbundelementes bildet.

**[0050]** Um eine besonders hohe Festigkeit und Stabilität zu erreichen, kann das zumindest eine zweite Element einen Stahlträger enthalten. Abhängig von einer erforderlichen Festigkeit kann auch eine Bewehrung wie ein Gitterträger ausreichend sein, welcher im Beton des zweiten Elementes eingeschlossen ist.

**[0051]** Es hat sich bewährt, dass das zweite Element an einem unteren Ende mit dem ersten Element und an einem oberen Ende mit einem Boden eines darüber angeordneten Stockwerkes verbunden ist. Das zweite Element bildet dabei üblicherweise einen Stahlbetonträger, an welchem eine Decke eines darunter liegenden Raumes hängt bzw. über den Formschluss verbunden ist und auf welchem an der Oberseite ein Boden eines darüber liegenden Raumes positioniert ist. Wenn das zweite Element beispielsweise als I-förmiger Träger ausgebildet ist, kann ein Raum zwischen dem zweiten Element für ein wärmedämmendes Material oder für eine Leitungsführung von beispielsweise Installationsleitungen verwendet werden. Weiter können in den vorzugsweise länglichen und als Träger ausgebildeten zweiten Elementen senkrecht zu einer Längserstreckung derselben Öffnungen angebracht sein, durch welche Leitungen geführt werden können. Im Unterschied zu einem herkömmlich eingesetzten Estrich ist es mit einer derartigen Bauweise möglich, auch nachträglich Leitungen einzubringen bzw. Auslässe in einem Boden vorzusehen. Bei Einsatz eines herkömmlichen Estrich ist dies nicht möglich. Vielmehr muss dabei vorab Positionen endgültig festgelegt werden, an welchen Leitungen und dergleichen aus einem Boden austreten, sodass auch eine Leitungsführung bereits vorab festgelegt werden muss. Es wird daher mit einer erfindungsgemäßen Bauweise eine erhöhte Flexibilität insbesondere nach Fertigstellung eines Gebäudes erreicht.

**[0052]** Um Schwingungen zu dämpfen und eine Schallübertragung zwischen Stockwerken zu verringern, ist das zweite Element mit dem Boden üblicherweise über einen elastischen Kleber verbunden.

**[0053]** Günstig ist es, wenn im zweiten Element Rohre positioniert sind, um ein Heizen bzw. Kühlen des Gebäudes durch das Verbundelement zu ermöglichen. Auch die Rohre können bei Herstellung des Verbundelementes vorab im zweiten Element angeordnet werden, sodass auch die Bildung einer Fußbodenheizung und/oder -kühlung bei sehr geringen Kosten und hoher Prozesssicherheit möglich ist.

**[0054]** Eine stabile Bauweise des Gebäudes wird auf einfache Weise erreicht, wenn das zweite Element als Träger ausgebildet ist, welcher endseitig abgestützt ist, vorzugsweise durch Seitenwände.

**[0055]** Die Seitenwände können grundsätzlich aus verschiedensten Materialien ausgebildet sein, beispielsweise aus Ziegeln oder Beton. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass das Verbundelement auf Seitenwänden gelagert ist, welche im Wesentlichen aus Holz bestehen, insbesondere aus mehreren kreuzweise verleimten Einschichtplatten. Mit einem Einsatz von Holz bzw. von Brettsperrholzplatten kann auf einfache Weise ein Gebäude mit Holzwänden und einer Holzdecke und Holzwänden erreicht werden, welches aufgrund des Einsatzes von Stahlbeton eine hohe Stabilität aufweist und gleichzeitig kostengünstig und prozesssicher herstellbar ist sowie ein ansprechendes Erscheinungsbild aufweist.

**[0056]** Darüber hinaus umfasst die Erfindung folgende Punkte:

Punkt 1. Verfahren zur Herstellung eines Verbundelementes, dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes Element mit einer Ausnehmung bereitgestellt wird, wonach in der Ausnehmung eine teilweise aus der Ausnehmung ragende Bewehrung positioniert wird, wonach die Ausnehmung mit aushärtbarem Material, insbesondere Beton, befüllt wird, wonach das aushärtbare Material in der Ausnehmung unter Bildung eines zweiten Elementes aushärtet, sodass die Bewehrung über das ausgehärtete Material formschlüssig mit dem ersten Element verbunden ist.

Punkt 2. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes Element mit einer Ausnehmung bereitgestellt wird, welche Ausnehmung sich im Wesentlichen entlang einer Längsrichtung erstreckt und einen entlang der Längsrichtung veränderlichen Querschnitt, insbesondere in einer Draufsicht pfeilförmige Schubnocken, aufweist.

Punkt 3. Verfahren nach Punkt 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem ersten Element angrenzend an die Ausnehmung ein Verdrängungskörper, bevorzugt ein Füllmaterial, ein Hohlkörper und/oder eine Schalung, positioniert wird, wonach aushärtbares Material, insbesondere Faserbeton, vorzugsweise Micro-Faserbeton, auf den aus der Ausnehmung ragenden Teil der Bewehrung aufgebracht wird, sodass die Bewehrung im Wesentlichen im aushärtbaren Material eingeschlossen ist, wobei bevorzugt das aushärtbare Material derart aufgebracht wird, dass der Verdrängungskörper nach Aushärten des aushärtbaren Materials durch dieses Material relativ zum ersten Element fixiert sind.

Punkt 4. Verfahren nach einem der Punkte 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Element

gebildet wird, indem zumindest zwei Teilelemente bereitgestellt werden, welche verbunden werden, wobei eine Verbindung der Teilelemente insbesondere über ein Verbindungselement, vorzugsweise einen Dorn, erfolgt, welches an einem ersten Ende mit einem ersten Teilelement und an einem zweiten Ende mit einem zweiten Teilelement verbunden ist und sich durch die Ausnehmung erstreckt.

Punkt 5. Verfahren zur Herstellung eines Gebäudes, dadurch gekennzeichnet, dass ein nach einem der Punkte 1 bis 4 hergestelltes Verbundelement eingesetzt wird.

Punkt 6. Verfahren nach Punkt 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung in einem Fertigteilwerk in einem ersten Schritt mit aushärtbarem Material befüllt wird, welches in der Ausnehmung aushärtet, wonach das Verbundelement auf eine Baustelle transportiert und an weitere Bauteile angrenzend angeordnet wird, wonach in einem zweiten Schritt weiteres aushärtbares Material auf einen aus der Ausnehmung ragenden Teil der Bewehrung aufgebracht wird, sodass das Verbundelement bei Aushärten dieses aushärtbaren Materials über das zweite aushärtbare Material mit den weiteren Bauteilen verbunden wird.

Punkt 7. Verfahren nach Punkt 5, dadurch gekennzeichnet, dass sämtliches aushärtbare Material vorab aufgebracht wird, beispielsweise in einem Fertigteilwerk, wonach das Verbundelement zu einer Baustelle transportiert wird, auf welcher das Verbundelement mit weiteren Bauteilen des Gebäudes im Wesentlichen ohne Einsatz eines wasserhaltigen Baustoffes verbunden wird.

Punkt 8. Verbundelement, aufweisend ein erstes Element mit einer Ausnehmung und zumindest ein mit dem ersten Element verbundenes zweites Element, welches ein ausgehärtetes Material und eine Bewehrung aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine zweite Element zumindest teilweise aus einer Ausnehmung des ersten Elementes ragt und in der Ausnehmung formschlüssig mit dem ersten Element verbunden ist, wobei das Verbundelement insbesondere in einem Verfahren nach einem der Punkte 1 bis 7 hergestellt ist.

Punkt 9. Verbundelement nach Punkt 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewehrung als Gitterträger ausgebildet ist, wobei zwei Untergurte und ein Obergurt vorgesehen und die Untergurte in der Ausnehmung positioniert sind.

Punkt 10. Verbundelement nach Punkt 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung einen entlang einer Länge veränderlichen Querschnitt

aufweist.

Punkt 11. Verbundelement nach einem der Punkte 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung in einer Draufsicht zumindest bereichsweise mit zulaufenden Seitenkanten ausgebildet ist.

Punkt 12. Verbundelement nach einem der Punkte 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung länglich ausgebildet und seitlich abgeschlossen ist.

Punkt 13. Verbundelement nach einem der Punkte 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung pfeilförmige Schubnocken aufweist, wobei vorzugsweise zumindest zwei Schubnocken gegenseitig orientiert sind.

Punkt 14. Verbundelement nach einem der Punkte 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung entlang einer Längsrichtung breitere und schmalere Bereiche, insbesondere Schubnocken aufweist, wobei ein mit der Bewehrung verbundenes Metallteil, insbesondere ein Stahlbügel, in der Ausnehmung vorgesehen ist, welcher sich in die breiteren Bereiche hinein erstreckt

Punkt 15. Verbundelement nach Punkt 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Metallteil zumindest bereichsweise einer Kontur einer Seitenkante der Ausnehmung folgt, insbesondere bereichsweise etwa parallel zur Seitenkante der Ausnehmung ist.

Punkt 16. Verbundelement nach einem der Punkte 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass in der Ausnehmung ein Metallteil, insbesondere ein Stahlbügel, positioniert ist, welcher zumindest bereichsweise unter einem Winkel von 45 Grad bis 135 Grad, insbesondere 80 Grad bis 100 Grad, zu einer Längsrichtung der Ausnehmung ausgerichtet und mit Untergurten der Bewehrung verbunden ist.

Punkt 17. Verbundelement nach einem der Punkte 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem ersten Element ein Verbindungselement, insbesondere ein Dorn, starr verbunden ist, welcher teilweise in die Ausnehmung ragt, wobei das Verbindungselement vorzugsweise an zwei Seiten formschlüssig mit dem ersten Element verbunden und in der Ausnehmung vom ausgehärteten Material umgeben ist.

Punkt 18. Verbundelement nach einem der Punkte 8 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewehrung als Textilbewehrung, insbesondere mit Glas- und/oder Carbonfasern, ausgebildet ist.

Punkt 19. Gebäude mit einem Verbundelement, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbundelement

nach einem der Punkte 8 bis 18 ausgebildet ist, wobei vorzugsweise das erste Element eine Decke eines Innenraumes bildet, welche im Wesentlichen durch zumindest ein zweites Element getragen ist.

Punkt 20. Gebäude nach Punkt 19, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine zweite Element etwa in Form eines I-Trägers ausgebildet ist.

Punkt 21. Gebäude nach Punkt 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass im zweiten Element Rohre positioniert sind, um ein Heizen bzw. Kühlen des Gebäudes durch das Verbundelement zu ermöglichen.

**[0057]** Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich anhand des nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispiels. In den Zeichnungen, auf welche dabei Bezug genommen wird, zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verbundelementes;

Fig. 2 einen Teil einer Decke eines Gebäudes mit einem Verbundelement gemäß Fig. 1;

Fig. 3 ein weiteres erfindungsgemäßes Verbundelement;

Fig. 4. eine Decke eines Gebäudes mit einem Verbundelement gemäß Fig. 3;

Fig. 5 bis 8 weitere erfindungsgemäße Verbundelemente;

Fig. 9 bis 11 Ausschnitte aus Decken von Gebäuden mit erfindungsgemäßen Verbundelementen;

Fig. 12 bis 15 verschiedene Schnitte durch Auflagebereiche von Gebäudedecken mit erfindungsgemäßen Verbundelementen;

Fig. 16 bis 20 weitere erfindungsgemäße Verbundelemente;

Fig. 21 ein Detail eines weiteren erfindungsgemäßen Verbundelementes.

**[0058]** Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Verbundelement 1 in Schnittdarstellung. Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform wird ein erstes Element 2 durch eine Brettsper Holzplatte 14 gebildet, welche fünf kreuzweise verleimte Einschichtplatten aus Holz aufweist. Wie ersichtlich ist im plattenförmigen ersten Element 2 eine Ausnehmung 5 vorgesehen, wobei ein Querschnitt der Ausnehmung 5 in einem oberen Bereich Seitenflächen 19 aufweist, welche mit zunehmendem Abstand von einer Oberfläche 10, in welcher die Ausnehmung 5 angeordnet ist, einen zunehmenden Abstand voneinander aufweisen. Ein derartiger Querschnitt wird auch Schwalbenschwanzquerschnitt genannt und in der Regel mittels Fräsen in das erste Element 2 eingebracht. In der Ausnehmung 5 ist mittels Beton 4 als aushärtbarem Material ein aus der Ausnehmung 5 ragender Gitterträger 6 fixiert, welcher zwei Untergurte 12 und einen Obergurt 11 aufweist.

**[0059]** Das in Fig. 1 dargestellte Verbundelement 1 kann vollständig werkseitig bzw. in einem Fertigteilwerk automatisiert und mit hoher Prozesssicherheit hergestellt werden. Hierzu wird in die Brettsper Holzplatte 14 bzw. das erste Element 2 eine entsprechende Ausnehmung 5 gefräst, wonach der Gitterträger 6 in der Ausnehmung 5 positioniert und die Ausnehmung 5 mit Beton 4 aufgefüllt wird, um den Gitterträger 6 in der Ausnehmung 5 zu fixieren. Aufgrund des schwalbenschwanzförmigen Querschnittes der Ausnehmung 5 ergibt sich ein Formschluss zwischen dem durch den Beton 4 und den Gitterträger 6 gebildeten zweiten Element 3 und dem ersten Element 2, welcher auch durch eine Zugkraft senkrecht zur Oberfläche 10 belastbar ist. Dadurch kann das erfindungsgemäße Verbundelement 1 beispielsweise zur Bildung einer Decke 13 eingesetzt werden, wenn das zweite Element 3 endseitig abgestützt wird, sodass das erste Element 2 am zweiten Element 3 hängt.

**[0060]** Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt einer Decke 13 eines Gebäudes, welche mit einem in Fig. 1 dargestellten Verbundelement 1 gebildet ist. Wie ersichtlich bildet die Brettsper Holzplatte 14 dabei eine Holzdecke, in welcher mehrere etwa parallele und regelmäßig beabstandete schwalbenschwanzförmige Ausnehmungen 5 positioniert sind. In den schwalbenschwanzförmigen Ausnehmungen 5 ist jeweils ein Gitterträger 6 angeordnet und über Beton 4 formschlüssig mit der Brettsper Holzplatte 14 verbunden. Die Gitterträger 6 mit dem in den Ausnehmungen 5 angeordneten Beton 4 bilden somit Träger, an welchen die Brettsper Holzplatte 14 über den Schwalbenschwanzquerschnitt befestigt ist. Zwischen den Trägern bzw. den zweiten Elementen 3 sind in einem Querschnitt u-förmige als Betonfertigteile 9 ausgebildete Verdrängungskörper 30 positioniert. Die Verdrängungskörper 30 dienen als Auflagefläche für einen Boden 16 eines darüber angeordneten Raumes. Gleichzeitig bilden die Verdrängungskörper 30 eine Schalung, sodass auf einer Baustelle Ortbeton bzw. Aufbeton 27 auf aus der Ausnehmung 5 ragende Teile der Gitterträger 6 gegossen werden kann, um die Brettsper Holzplatte 14 über den Beton 4, den Gitterträger 6 und den Ortbeton bzw. Aufbeton 27 mit den Betonfertigteile 9 zu verbinden, sodass eine stabile Decke 13 gebildet wird.

**[0061]** Hohlräume in den Betonfertigteilen 9 werden hier für Verrohrungen 18 genutzt, um Leitungen 29 wie Installationsleitungen zu führen. Verglichen mit Betondecken des Standes der Technik ist eine in Fig. 2 dargestellte Decke 13 mit sehr geringem Betonieraufwand auf einer Baustelle herstellbar, da lediglich Aufbeton 27 auf die aus der Ausnehmung 5 ragenden Teile der Gitterträger 6 aufgebracht werden muss, während sämtliche weitere Teile vorgefertigt sein können. Dadurch ist eine Herstellung eines Gebäudes mit einem sehr hohen Vorfertigungsgrad möglich. Darüber hinaus wird dabei auf einfache Weise eine selbsttragende Decke 13 erreicht, welche eine optisch ansprechende, aus Holz bestehende Unteransicht und Stahlbetonträger aufweist.

**[0062]** Fig. 3 zeigt ein weiteres erfindungsgemäßes

Verbundelement 1, welches üblicherweise vollständig vorab in einem Fertigteilwerk gefertigt wird, indem oberhalb und seitlich der Ausnehmung 5 eine Schalung positioniert wird, wonach der Gitterträger 6 gänzlich in Beton 4 eingegossen wird. Mit einem derartig ausgebildeten Verbundelement 1 ist ein Betonieren auf einer Baustelle nicht mehr erforderlich, weswegen beispielsweise eine Decke 13 vollständig in einer Trockenbauweise hergestellt werden kann. Um nachträglich Leitungen 29 in der Decke 13 einfach verlegen zu können, sind im Beton 4 Aussparungen 24 vorgesehen, durch welche Leitungen 29 auch quer zu einer Längserstreckung der Träger aus Beton 4 bzw. Stahlbeton geführt werden können, wobei die Träger üblicherweise länglich ausgebildet sind und von einer Seitenwand 7 eines Gebäudes zu einer nächsten Seitenwand 7 des Gebäudes ragen.

**[0063]** Eine derartige Decke 13 ist beispielsweise in Fig. 4 dargestellt. Wie ersichtlich wird auch bei einer solchen Decke 13 ein Hohlraum 21 zwischen einer Oberseite eines Bodens 16 eines Stockwerkes eines Gebäudes und einer Unterseite einer Decke 13 eines darunterliegenden Stockwerkes erreicht, in welchem Hohlraum 21 beispielsweise Verrohrungen 18 positioniert sein können. Unmittelbar unterhalb des durch Fertigteilplatten 23 gebildeten Bodens 16 sind hierbei auf bzw. in einer Fasernoppmatte 22 Rohre 20 angeordnet, um einen Innenraum heizen bzw. kühlen zu können. Wie dargestellt weisen die als Träger ausgebildeten zweiten Elemente 3 aus Beton 4 bzw. Stahlbeton hier Aussparungen 24 auf, sodass Leitungen 29 auch quer bzw. senkrecht zu einer Richtung verlegt sein können, in welcher die Träger verlaufen. Auch bei dieser Ausführung ist das erste Element 2 als Holzdecke ausgebildet, welche aus kreuzweise verleimten Einschichtplatten besteht und eine Dicke von etwa 100 mm aufweist.

**[0064]** Eine Verbindung zwischen einem oberhalb der zweiten Elemente 3 positionierten Boden 16 und den zweiten Elementen 3 erfolgt hierbei über einen elastischen Kleber 17, wodurch Schwingungen reduziert sind. Dadurch wird eine günstige Schalldämmung erreicht.

**[0065]** Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verbundelementes 1, wobei zwischen dem ersten Element 2 und dem zweiten Element 3 eine Wärmedämmung 8 angeordnet ist. Ein derartiges Verbundelement 1 wird üblicherweise hergestellt, indem in einem ersten Schritt ein Verbundelement 1 gemäß Fig. 1 gebildet wird, wonach die Wärmedämmung 8 an die Ausnehmung 5 angrenzend auf dem auch hier als Brettsperrholzplatte 14 ausgebildeten ersten Element 2 positioniert wird, wonach Aufbeton 27 aufgebracht wird, welcher die als Gitterträger 6 ausgebildete Bewehrung und die Wärmedämmung 8 bedeckt. Bei einem Aushärten des Aufbetons 27 wird die Wärmedämmung 8 formschlüssig durch den ausgehärteten Aufbeton 27 fixiert und somit mit der Brettsperrholzplatte 14 und dem durch Beton 4 und Gitterträger 6 gebildeten zweiten Element 3 verbunden. Eine derartig gebildete Holz-Beton-Verbundplatte kann vorteilhaft als wärme-

dämmende Decke 13 in einem Gebäude eingesetzt werden, ohne dass ein bauseitiges Betonieren erforderlich ist.

**[0066]** Fig. 6 zeigt ein Verbundelement 1 gemäß Fig. 5, wobei ein Verdrängungskörper 30 nur einseitig an die Ausnehmung 5 angrenzend und an einer gegenüberliegenden Seite von der Ausnehmung 5 beabstandet positioniert ist, sodass Installationsrohre zwischen der Ausnehmung 5 und dem Dämmmaterial angeordnet werden können, welche ebenfalls im Aufbeton 27 eingeschlossen sind, welcher im zweiten Schritt nach Positionieren des Verdrängungskörpers 30 aufgebracht wird. Der Verdrängungskörper 30 kann selbstverständlich auf verschiedenste Weise ausgebildet sein, um beispielsweise bestimmte physikalische Eigenschaften wie eine Schalldämmung, eine Wärmedämmung 8 oder eine besonders hohe Stabilität zu erreichen.

**[0067]** Fig. 7 zeigt ein weiteres erfindungsgemäßes Verbundelement 1, bei welchem ein Bereich oberhalb des auch hier als Brettsperrholzplatte 14 ausgebildeten ersten Elementes 2 gänzlich mit Aufbeton 27 verfüllt ist. Weiter ist hierbei auch eine Querbewehrung 28 vorgesehen, um eine besonders hohe Festigkeit des Verbundelementes 1 bzw. einer Decke 13 eines Gebäudes zu erreichen.

**[0068]** Zur Erreichung einer sehr hohen Festigkeit einer Decke 13 kann anstatt eines Gitterträgers 6 die Bewehrung auch als Stahlträger 15 ausgebildet sein. Eine derartige Decke 13 eines Gebäudes ist in Fig. 8 dargestellt. Der Beton 4 ist üblicherweise als Micro-Faserbeton ausgeführt, sodass eine hohe Festigkeit und ein geringes Schwinden bei einem Aushärten erreicht werden.

**[0069]** Fig. 9 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Decke 13 eines Gebäudes mit einem erfindungsgemäßen Verbundelement 1 gemäß Fig. 3 in Schnittdarstellung. Bei der in Fig. 9 dargestellten Decke 13 wird ein Boden 16 eines darüber liegenden Stockwerkes durch Fertigteilplatten 23, üblicherweise Betonfertigteilplatten, gebildet, welche über einen elastischen Kleber 17 mit dem als Stahlbetonträger ausgebildeten zweiten Element 3 verbunden sind, um Schwingungen zu reduzieren. Darüber hinaus sind unterhalb der Fertigteilplatten 23 Rohre 20 in einem Schüttgut 31, in der Regel ein unter der Bezeichnung Liapor Ground erhältliches Schüttgut 31, angeordnet, sodass die Decke 13 zu Heiz- oder Kühlzwecken genutzt werden kann. Das Schüttgut 31 ist hierbei zwischen den Fertigteilplatten 23 und dem als Brettsperrholzplatte 14 ausgebildeten ersten Element 2 angeordnet, um günstige bauphysikalische Eigenschaften zu erreichen.

**[0070]** Fig. 10 zeigt einen Ausschnitt einer weiteren Decke 13 mit einem erfindungsgemäßen Verbundelement 1. Die in Fig. 10 dargestellte Decke 13 enthält ein zweites Element 3 mit einer Bewehrung, welche vier Untergurte 12 und drei Obergurte 11 aufweist, welche durch nicht dargestellte Stahlelemente des Gitterträgers 6 verbunden sind. Dadurch wird eine sehr hohe Festigkeit erreicht, sodass bereits bei geringer Deckenstärke

eine große Spannweite erzielt werden kann. Auch bei der in Fig. 10 dargestellten Decke 13 sind als Fertigteilplatte 23 ausgebildete Bodenelemente vorgesehen, auf welchen ein Bodenbelag 32 positioniert wird. Eine Verbindung erfolgt auch hier über einen elastischen Kleber 17, um Schwingungen zu reduzieren.

[0071] Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist in Fig. 11 dargestellt. Abweichend von der in Fig. 10 dargestellten Decke 13 ist bei dieser Decke 13 der Boden 16 durch kreuzweise verleimte Einschichtplatten bzw. eine Brettsperrholzplatte 14 sowie einen Bodenbelag 32 gebildet.

[0072] Fig. 12 zeigt einen Bereich einer Decke 13 mit einem erfindungsgemäßen Verbundelement 1, in welchem das Verbundelement 1 auf einer durch eine Brettsperrholzplatte 14 gebildeten Seitenwand 7 gelagert ist in einer Schnittdarstellung durch ein als Träger ausgebildetes zweites Element 3. Wie ersichtlich ragt das zweite Element 3 teilweise in die Seitenwand 7, sodass Kräfte der Decke 13 bzw. des Bodens 16 über das als Träger ausgebildete zweite Element 3 an die Seitenwand 7 übertragen und abgeleitet werden können. Das auch hier als Holzdecke ausgebildete Erstelement wird durch das zweite Element 3 getragen bzw. hängt am zweiten Element 3.

[0073] Fig. 13 zeigt einen weiteren Schnitt durch die in Fig. 12 dargestellte Decke 13 in einem Bereich zwischen zwei zweiten Elementen 3 bzw. zwischen zwei zweiten Elementen 3. Wie ersichtlich ragt in diesem Bereich das als Holzdecke ausgebildete erste Element 2 in die Seitenwand 7.

[0074] Fig. 14 zeigt eine weitere Decke 13 eines Gebäudes mit einem erfindungsgemäßen Verbundelement 1. Wie ersichtlich sind hierbei Rohre 20 für eine Heizung bzw. Kühlung oberhalb der zweiten Elemente 3 in Betonplatten 33 angeordnet, um eine effiziente Wärmeübertragung zu gewährleisten.

[0075] Fig. 15 zeigt einen Bereich, in welchem eine Decke 13 eines Gebäudes auf Seitenwänden 7 aufliegt, wobei die Seitenwände 7 hierdurch Mauerwerk 25 bzw. Ziegel gebildet sind. Wie ersichtlich ragt auch hier das als Holzdecke ausgebildete erste Element 2 in die Seitenwand 7. Eine Verbindung zwischen der Decke 13 und der Seitenwand 7 erfolgt des Weiteren über die als Stahlbetonträger ausgebildeten zweiten Elemente 3. Zwischen der Decke 13 und dem Mauerwerk 25 ist ein elastisches Material angeordnet, um eine Schalengkoppelung zu erreichen. Um die Decke 13 im Mauerwerk 25 zu fixieren, ist ein Raum zwischen Mauerwerk 25 und Verbundelement 1 mit einem Vergussbeton 26 befüllt.

[0076] Fig. 16 zeigt ein weiteres erfindungsgemäßes Verbundelement 1, wobei die Ausnehmung 5 entlang einer Längsrichtung 39 einen veränderlichen Querschnitt aufweist, sodass in der Ausnehmung Schubnocken gebildet werden. Wie ersichtlich wird durch die auskragenden und in weiterer Folge zulaufenden Seitenkanten 38 der Ausnehmung 5 an einer Oberfläche 10 des ersten Elementes 2 ein Schubnocken 37 zur Übertragung von Kräften in Längsrichtung 39 zwischen dem

ersten Element 2 und ausgehärtetem Beton 4 in der Ausnehmung 5 gebildet.

[0077] Eine in Fig. 16 dargestellte Ausnehmung 5 mit schwalbenschwanzförmigem Querschnitt und zusätzlichen Schubnocken 37 kann beispielsweise hergestellt werden, indem in das üblicherweise aus Holz, vorzugsweise ein Furnierschichtholz, insbesondere Baubuche, bestehende erste Element 2 eine schwalbenschwanzförmige Einfräsung entlang der Längsrichtung 39 eingebracht wird, wonach die Schubnocken 37 eingebracht werden, beispielsweise gefräst. Die Schubnocken 37 können dabei einen in vertikaler Richtung bzw. in einer Richtung senkrecht zur Oberfläche 10 des ersten Elementes 2 gleichbleibenden Querschnitt aufweisen.

[0078] In Fig. 17 ist ein in Fig. 16 dargestelltes Verbundelement 1 bzw. ein erstes Element 2 eines entsprechenden Verbundelementes 1 in einer Draufsicht dargestellt. Wie ersichtlich werden durch die sechs etwa pfeilförmigen Schubnocken 37 an mehreren Positionen formschlüssige Verbindungen zwischen dem ersten Element 2 und dem Beton 4 gebildet, sodass Schubkräfte gut übertragbar sind und eine hohe Biegesteifigkeit und Biegefestigkeit erreicht werden. Dabei sind sechs pfeilförmige Schubnocken 37 vorgesehen, wobei drei Schubnocken 37 entlang der Längsrichtung und drei Schubnocken 37 entgegen der Längsrichtung orientiert sind, sodass mehrere Schubnocken 37 gegensinnig orientiert in der Ausnehmung 5 angeordnet sind, um ein gleichmäßig gutes Übertragen von Kräften entlang der Längsrichtung 39 zu ermöglichen.

[0079] Eine Orientierung der pfeilförmigen Schubnocken 37 ist dabei wie dargestellt mit Vorteil derart gewählt, dass sich die Schubnocken 37 in einer Draufsicht zu einer Mitte des Verbundelementes 1 hin verjüngen bzw. die pfeilförmigen Schubnocken 37 zu einer Mitte des Verbundelementes 1 hinweisen. Dies ermöglicht eine optimale Spannungsverteilung im Holz und im Beton 4, wenn das erste Element 2 als Holzelement und das ausgehärtete Material als Beton 4 ausgebildet ist.

[0080] Fig. 18 zeigt ein weiteres erfindungsgemäßes Verbundelement 1 bzw. ein erstes Element 2 eines entsprechenden Verbundelementes 1 in Draufsicht, wobei die Schubnocken 37 etwa rechteckförmig ausgebildet sind. Es versteht sich, dass auch andere Formen der Schubnocken 37 möglich sind. Ferner können die Ecken der Schubnocken 37 zur Vermeidung von Spannungsspitzen natürlich auch gerundet ausgebildet sein.

[0081] Ein Querschnitt der in Fig. 16 bis 18 dargestellten Verbundelemente 1 ändert sich somit entlang der Längsrichtung 39, wobei der Querschnitt auch als Schwalbenschwanzquerschnitt ausgebildet sein kann. Üblicherweise bleibt eine Tiefe des Querschnittes bzw. ein Abstand einer Unterkante des Querschnittes von der Oberfläche 10 des ersten Elementes 2 über eine Länge der Ausnehmung 5 bzw. entlang der Längsrichtung 39 etwa konstant. Fig. 19 und 20 zeigen weitere erfindungsgemäße Verbundelemente 1 in einer Schnittdarstellung. Hier wird eine formschlüssige Verbindung zwischen dem

ersten Element 2 und dem Beton 4 nicht über einen Querschnitt der Ausnehmung 5 mit zulaufenden Seitenflächen 19, sondern über ein als Dorn ausgebildetes Verbindungselement erreicht, welches auch als Schubdorn 34 bezeichnet wird. Der üblicherweise aus einem hochfesten Material wie Metall, insbesondere Stahl, oder einer Faserwerkstoff wie Glasfaser bzw. einem Faserverbundwerkstoff bestehende Schubdorn 34 ist formschlüssig mit dem ersten Element 2 verbunden, indem der Schubdorn 34, welcher beispielsweise einen Durchmesser von 16 mm aufweisen kann, in Bohrungen 40 im ersten Element 2 positioniert ist. Der Beton 4 umschließt den Schubdorn 34, sodass eine tragfähige Verbindung zwischen Beton 4 und erstem Element 2 sowohl in Längsrichtung 39 als auch senkrecht zu einer Oberfläche 10 des ersten Elementes 2 bzw. in vertikaler Richtung erreicht wird. Auch hier ist im Beton 4 eine Bewehrung vorgesehen, welche im dargestellten Beispiel Untergurte 12 und einen Obergurt 11 aufweist und mit einer Querbewehrung 28 verbunden ist.

[0082] Das in Fig. 20 dargestellte Verbundelement 1 entspricht im Wesentlichen dem in Fig. 19 dargestellten Verbundelement 1, allerdings ist hier das erste Element 2 selbst zweigeteilt und besteht aus einem ersten Teilelement 35 und einem zweiten Teilelement 36, welche über den Schubdorn 34 verbunden sind. Bei einer Herstellung dieses Verbundelementes 1 wird der Schubdorn 34 in einer Bohrung 40 im ersten Teilelement 35 positioniert, wonach das zweite Teilelement 36 zum ersten Teilelement 35 bewegt wird, wobei der Schubdorn 34 in eine Bohrung 40 im zweiten Teilelement 36 eingeführt wird. Dabei wird das erste Teilelement 35 mit dem zweiten Teilelement 36 verbunden. Dadurch ist der Schubdorn 34 in allen Richtungen formschlüssig mit dem ersten Teilelement 35 und dem zweiten Teilelement 36 verbunden. Anschließend werden die Bewehrung in der Ausnehmung 5 platziert, die Ausnehmung 5 mit Beton 4 aufgefüllt und die Teilelemente 35, 36 verbunden. Dadurch ergibt sich eine in allen Richtungen tragfähige Verbindung zwischen dem ersten Element 2 und dem ausgehärteten Material.

[0083] Bei den in Fig. 19 und 20 dargestellten Ausführungsbeispielen ist der Querschnitt der Ausnehmung 5 rechteckförmig ausgebildet. Ein schwalbenschwanzförmiger Querschnitt ist hier zur Übertragung von Kräften in vertikaler Richtung nicht erforderlich, da vertikale Kräfte auch über das als Schubdorn 34 ausgebildete Verbindungselement übertragen werden können. Selbstverständlich kann jedoch auch bei Einsatz eines Schubdornes 34 der Querschnitt der Ausnehmung 5 grundsätzlich beliebig, insbesondere auch schwalbenschwanzförmig, ausgebildet sein.

[0084] Fig. 21 zeigt ein Detail eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Verbundelementes 1 noch vor Fertigstellung des zweiten Elementes 3, sodass die Ausnehmung 5 im ersten Element 2 und die Bewehrung gut ersichtlich sind. Wie ersichtlich weist die Ausnehmung 5 einen pfeilförmigen Bereich auf, in welchem die Beweh-

rung positioniert ist, welche Bewehrung auch hier einen Obergurt, einen Untergurt und einen Gitterträger aufweist. Mit der Bewehrung verbunden ist ein durch einen Stahlbügel 41 gebildetes Metallteil, welches sich wie dargestellt in den pfeilförmigen Bereich der Ausnehmung 5, welcher Bereich hier eine lokale Verbreiterung der Ausnehmung 5 bildet, hinein erstreckt, um eine besonders gute Verbindung zwischen dem ersten Element 2, welches auch hier im Wesentlichen durch eine Holzplatte gebildet ist, und dem hier noch zu bildenden zweiten Element 3 zur Übertragung von Schubkräften zu erreichen. Natürlich kann auch dieses Verbundelement 1 wie das in Fig. 17 dargestellte entlang der Längsrichtung 39 mehrere pfeilförmige Bereiche bzw. pfeilförmige Schubnocken 37 aufweisen, in welchen jeweils eine entsprechende Bewehrung angeordnet ist, um den Beton 4 schubfest mit dem ersten Element 2 zu verbinden.

[0085] Wie ersichtlich erstreckt sich der Stahlbügel 41 bereichsweise entlang der schrägen Seitenkanten 38 des pfeilförmigen Bereichs der Ausnehmung 5 und sind die schrägen Bereiche des Stahlbügels 41 durch eine etwa normal zu einer Längsrichtung 39 der Ausnehmung 5 ausgerichteten Teil des Stahlbügels 41 verbunden.

[0086] Alternativ oder ergänzend zu einem Stahlbügel 41 könnten sich natürlich auch die Untergurte 12 der Bewehrung in die Verbreiterung bzw. in den pfeilförmigen Bereich hinein erstrecken.

[0087] Mittels einer derart besonders schubfesten Verbindung ist insbesondere die Bildung stabiler Deckenelemente auch für große Spannweiten bei geringem Gewicht des Verbundelementes 1 gewährleistet.

[0088] Sämtliche dargestellten Ausführungsbeispiele von Verbundelementen 1 können teilweise oder vollständig in einem Fertigteilwerk oder auch vollständig vor Ort hergestellt werden und sind in Kombination mit Verrohrungen 18, Dämmmaterialien, Verdrängungskörpern 30 und Fertigteilplatten 23 einsetzbar, um Bauwerke unterschiedlichster Weise zu bilden. Bei Einsatz erfindungsgemäßer Verbundelemente ist daher eine hohe Flexibilität gegeben.

[0089] Mit einem erfindungsgemäßen Verbundelement 1 kann eine Holzdecke in einem Gebäude auf besonders kostengünstige und prozesssichere Weise gebildet werden. Dadurch können auch bei Gebäuden, welche Stahlbetonelemente als tragende Teile aufweisen, optisch ansprechende Decken 13 mit geringem Kostenaufwand und ohne einem Betonieren auf der Baustelle gebildet werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Verbundelementes (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erstes Element (2) mit einer Ausnehmung (5) bereitgestellt wird, wonach in der Ausnehmung (5) eine teilweise aus der Ausnehmung (5) ragende Bewehrung positioniert wird, wonach die Ausnehmung (5) mit aus-

- härnbarem Material, insbesondere Beton (4), befüllt wird, wonach das aushärtbare Material in der Ausnehmung (5) unter Bildung eines zweiten Elementes (3) aushärtet, sodass die Bewehrung über das ausgehärtete Material formschlüssig mit dem ersten Element (2) verbunden ist. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erstes Element (2) mit einer Ausnehmung (5) bereitgestellt wird, welche Ausnehmung (5) sich im Wesentlichen entlang einer Längsrichtung (39) erstreckt und einen entlang der Längsrichtung (39) veränderlichen Querschnitt, insbesondere in einer Draufsicht pfeilförmige Schubnocken (37), aufweist. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf dem ersten Element (2) angrenzend an die Ausnehmung (5) ein Verdrängungskörper (30), bevorzugt ein Füllmaterial, ein Hohlkörper und/oder eine Schalung, positioniert wird, wonach aushärtbares Material, insbesondere Faserbeton, vorzugsweise Micro-Faserbeton, auf den aus der Ausnehmung (5) ragenden Teil der Bewehrung aufgebracht wird, sodass die Bewehrung im Wesentlichen im aushärtbaren Material eingeschlossen ist, wobei bevorzugt das aushärtbare Material derart aufgebracht wird, dass der Verdrängungskörper (30) nach Aushärten des aushärtbaren Materials durch dieses Material relativ zum ersten Element (2) fixiert sind. 15 20 25 30
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Element (2) gebildet wird, indem zumindest zwei Teilelemente (35, 36) bereitgestellt werden, welche verbunden werden, wobei eine Verbindung der Teilelemente (35, 36) insbesondere über ein Verbindungselement, vorzugsweise einen Dorn, erfolgt, welches an einem ersten Ende mit einem ersten Teilelement (35) und an einem zweiten Ende mit einem zweiten Teilelement (36) verbunden ist und sich durch die Ausnehmung (5) erstreckt. 35 40
5. Verbundelement (1), aufweisend ein erstes Element (2) mit einer Ausnehmung (5) und zumindest ein mit dem ersten Element (2) verbundenes zweites Element (3), welches ein ausgehärtetes Material und eine Bewehrung aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zumindest eine zweite Element (3) zumindest teilweise aus einer Ausnehmung (5) des ersten Elementes (2) ragt und in der Ausnehmung (5) formschlüssig mit dem ersten Element (2) verbunden ist, wobei das Verbundelement (1) insbesondere in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 hergestellt ist. 45 50 55
6. Verbundelement (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewehrung als Gitterträger (6) ausgebildet ist, wobei zwei Untergurte (12) und ein Obergurt (11) vorgesehen und die Untergurte (12) in der Ausnehmung (5) positioniert sind.
7. Verbundelement (1) nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmung (5) in einer Draufsicht zumindest bereichsweise mit zulaufenden Seitenkanten (38) ausgebildet ist.
8. Verbundelement (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmung (5) länglich ausgebildet und seitlich abgeschlossen ist.
9. Verbundelement (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmung (5) pfeilförmige Schubnocken aufweist, wobei vorzugsweise zumindest zwei Schubnocken gegenseitig orientiert sind.
10. Verbundelement (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmung (5) entlang einer Längsrichtung (39) breitere und schmälere Bereiche, insbesondere Schubnocken (37) aufweist, wobei ein mit der Bewehrung verbundenes Metallteil, insbesondere ein Stahlbügel (41), in der Ausnehmung (5) vorgesehen ist, welcher sich in die breiteren Bereiche hinein erstreckt.
11. Verbundelement (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallteil zumindest bereichsweise einer Kontur einer Seitenkante (38) der Ausnehmung (5) folgt, insbesondere bereichsweise etwa parallel zur Seitenkante (38) der Ausnehmung (5) ist.
12. Verbundelement (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Ausnehmung (5) ein Metallteil, insbesondere ein Stahlbügel (41), positioniert ist, welcher zumindest bereichsweise unter einem Winkel von 45 Grad bis 135 Grad, insbesondere 80 Grad bis 100 Grad, zu einer Längsrichtung (39) der Ausnehmung (5) ausgerichtet und mit Untergurten (12) der Bewehrung verbunden ist.
13. Verbundelement (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem ersten Element (2) ein Verbindungselement, insbesondere ein Dorn, starr verbunden ist, welcher teilweise in die Ausnehmung (5) ragt, wobei das Verbindungselement vorzugsweise an zwei Seiten formschlüssig mit dem ersten Element (2) verbunden und in der Ausnehmung (5) vom ausgehärteten Material umgeben ist.
14. Verbundelement (1) nach einem der Ansprüche 5 bis

13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewehrung als Textilbewehrung, insbesondere mit Glas- und/oder Carbonfasern, ausgebildet ist.

15. Gebäude mit einem Verbundelement (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbundelement (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 14 ausgebildet ist, wobei vorzugsweise das erste Element (2) eine Decke (13) eines Innenraumes bildet, welche im Wesentlichen durch zumindest ein zweites Element (3) getragen ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

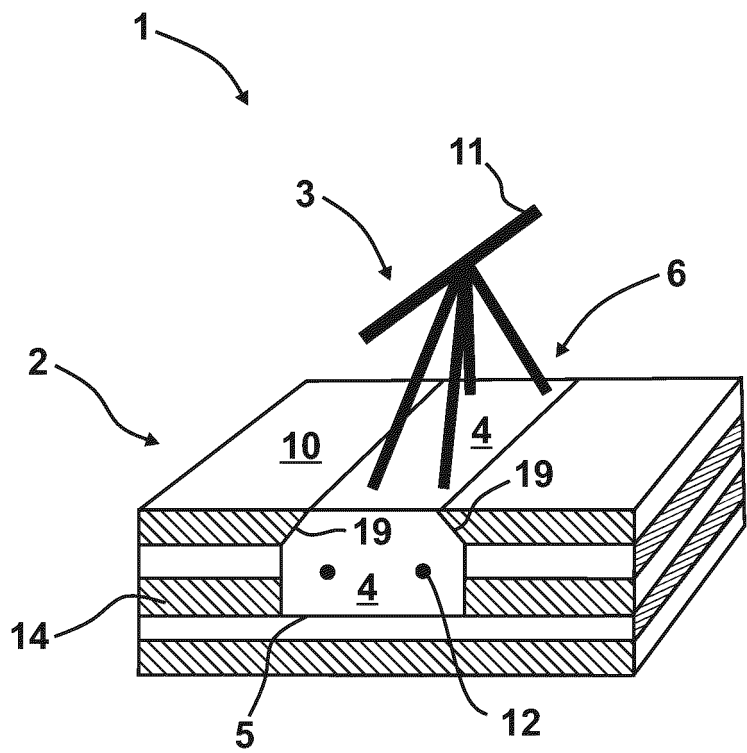


Fig. 1

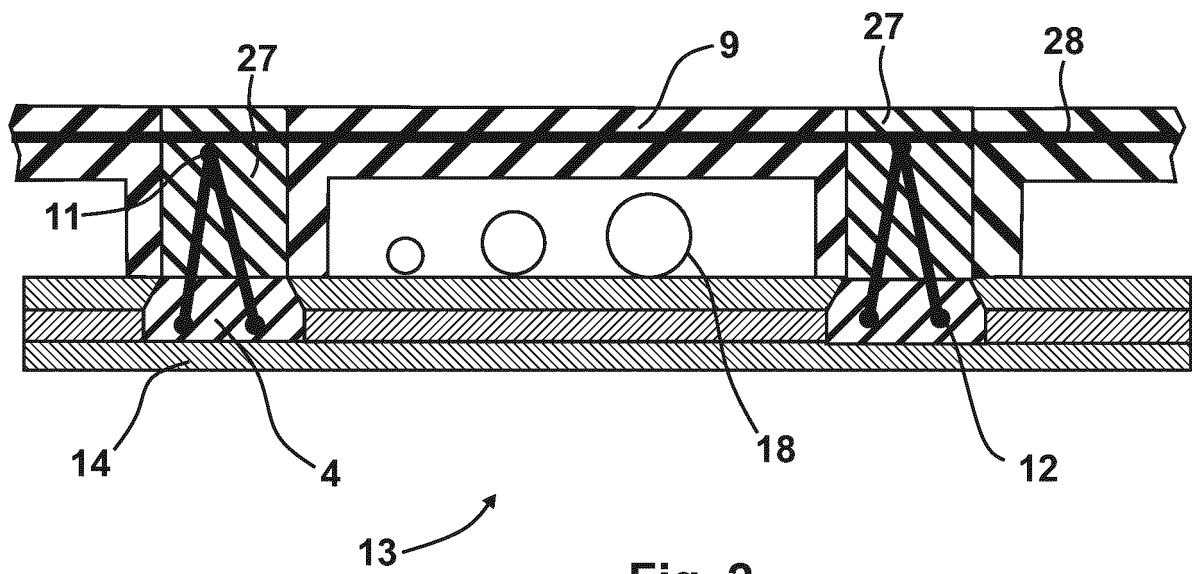


Fig. 2

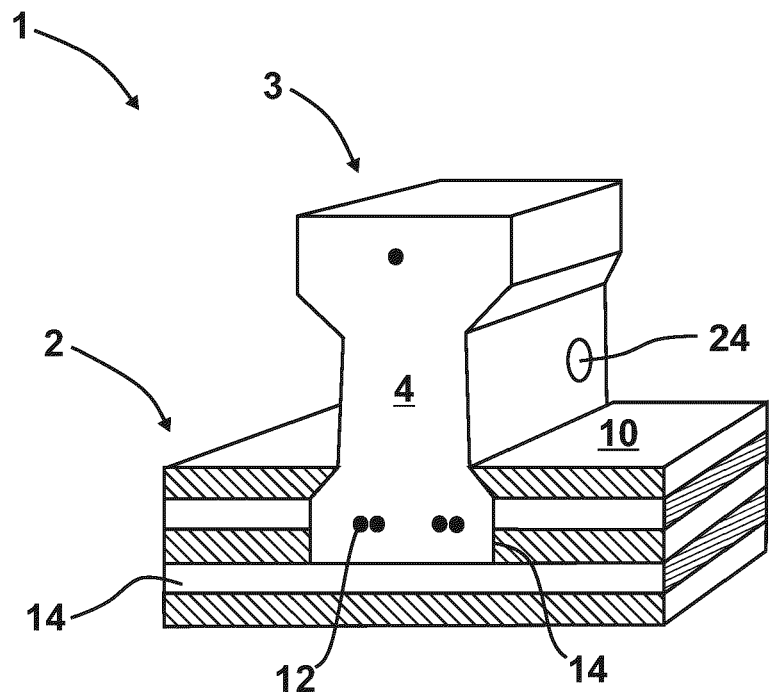


Fig. 3

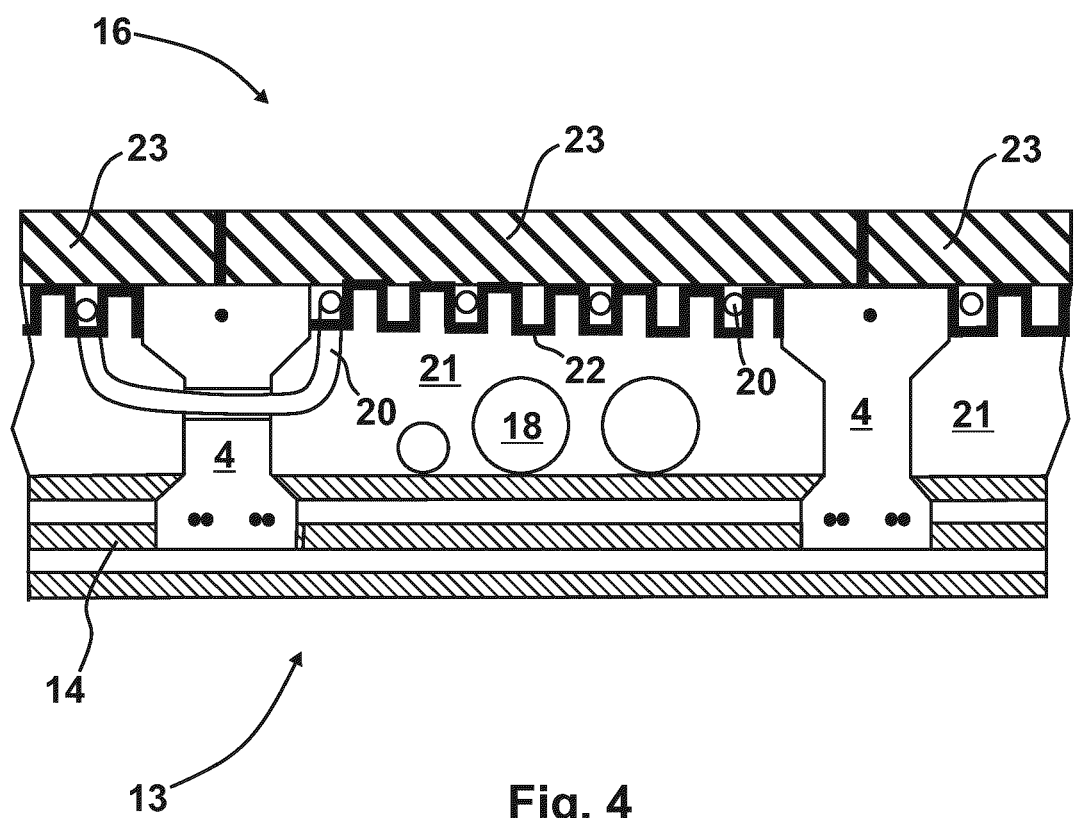


Fig. 4

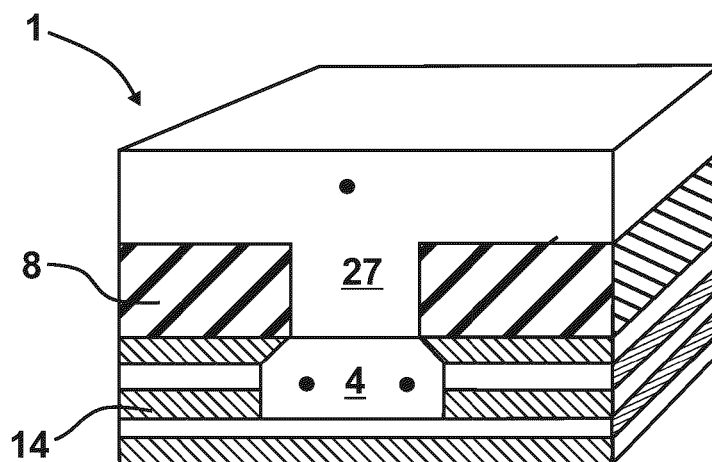


Fig. 5

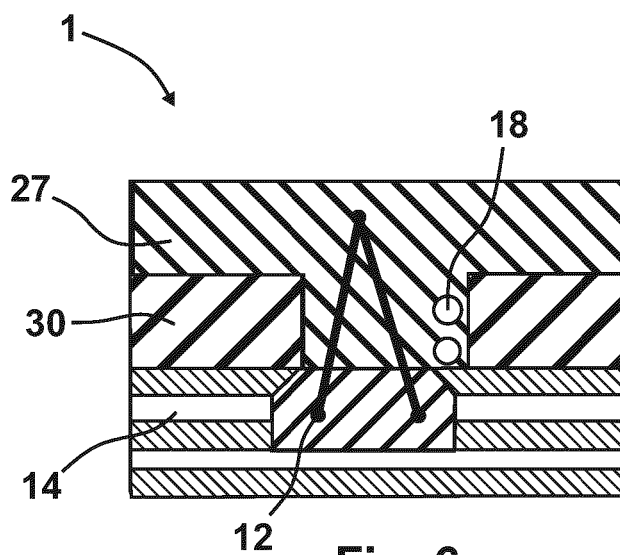


Fig. 6

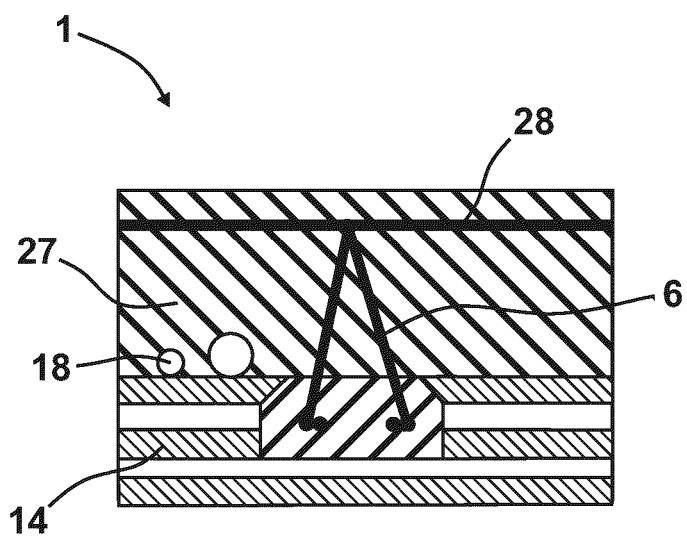


Fig. 7

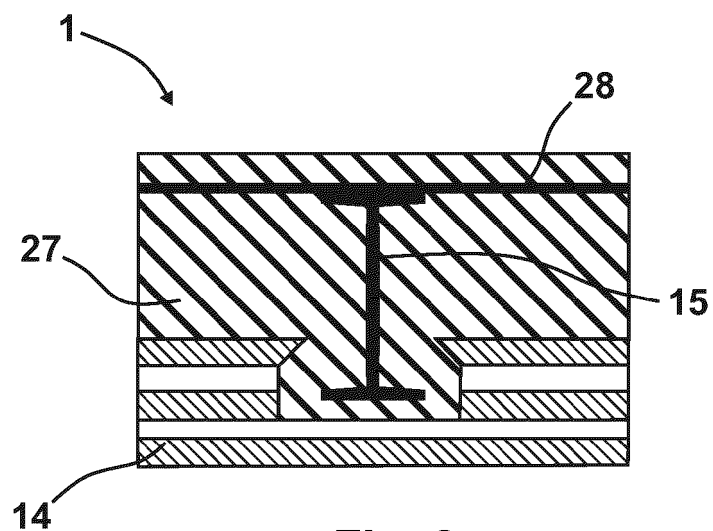


Fig. 8

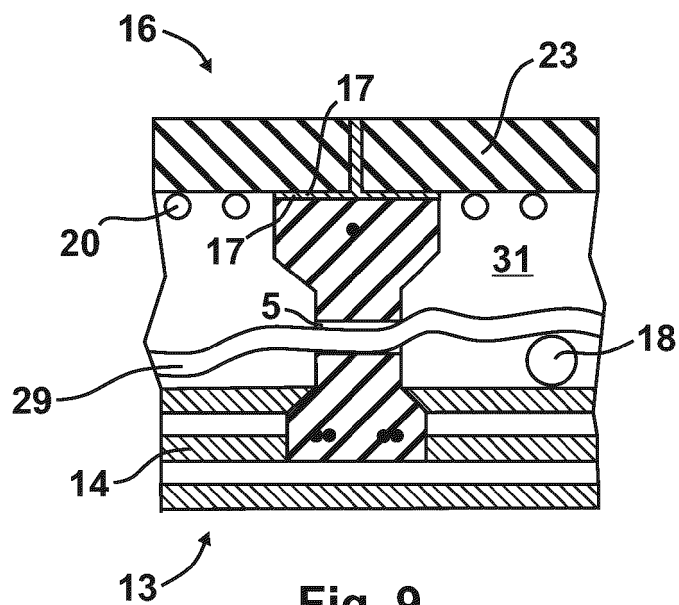


Fig. 9

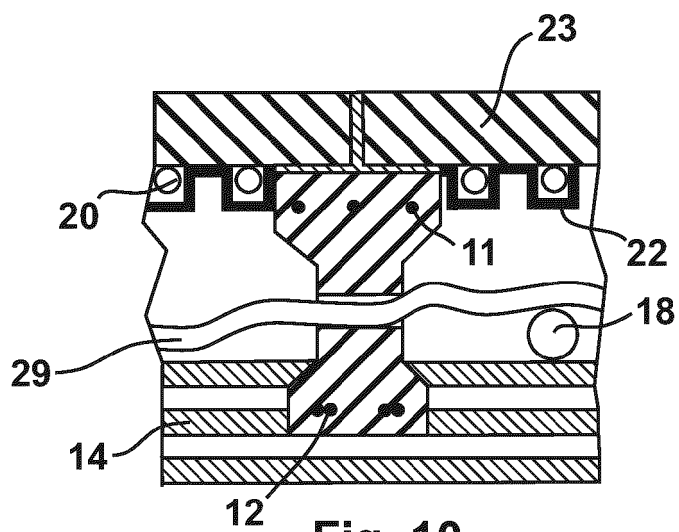
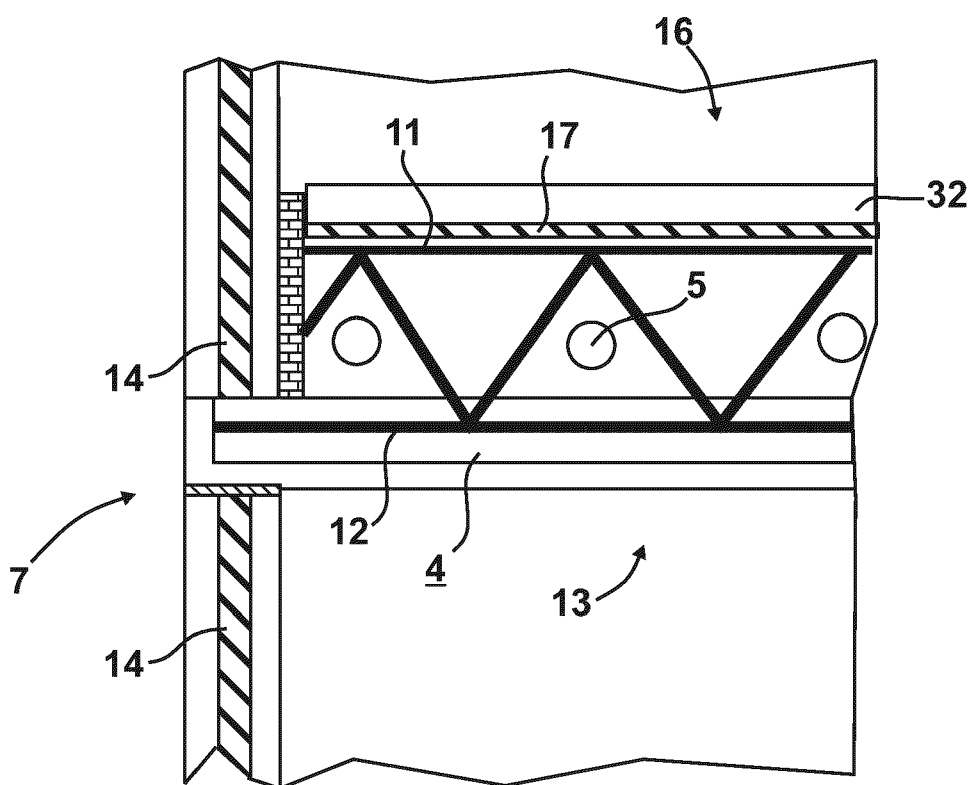
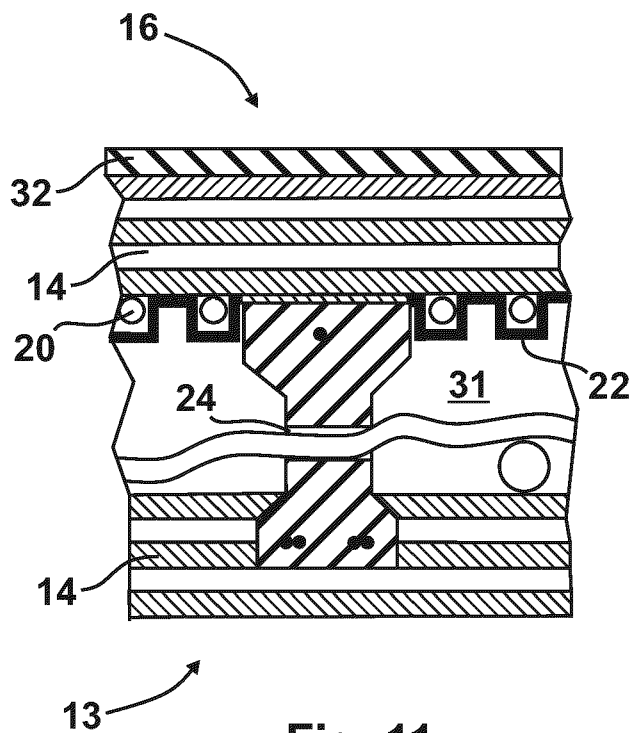


Fig. 10



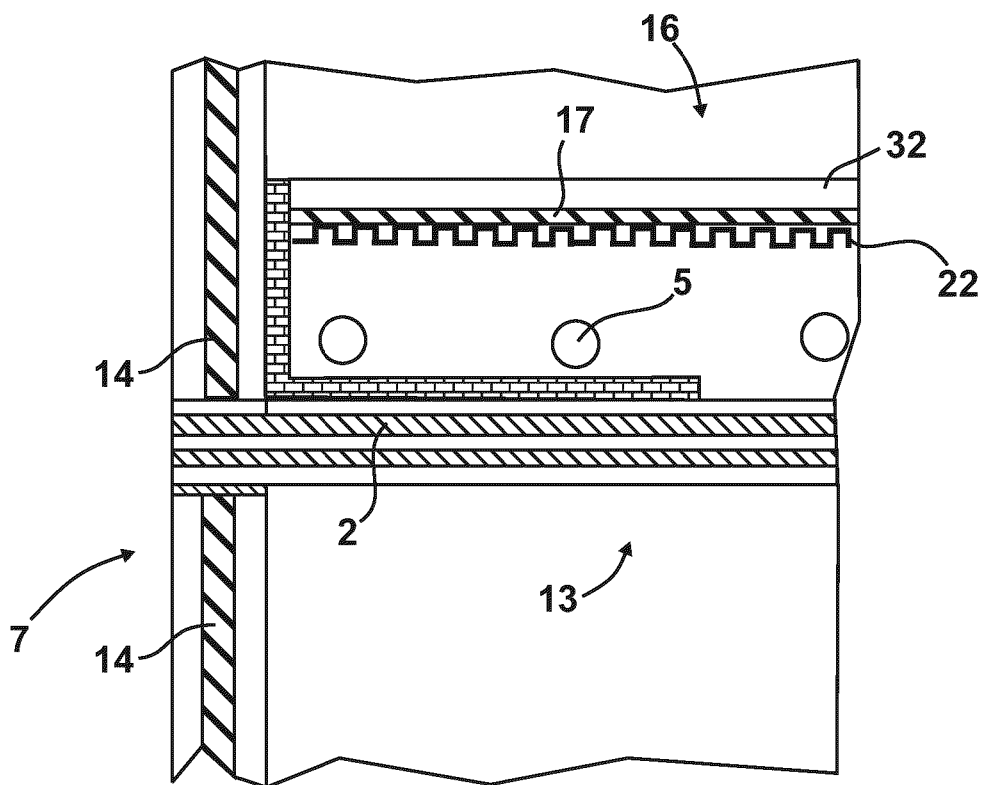


Fig. 13

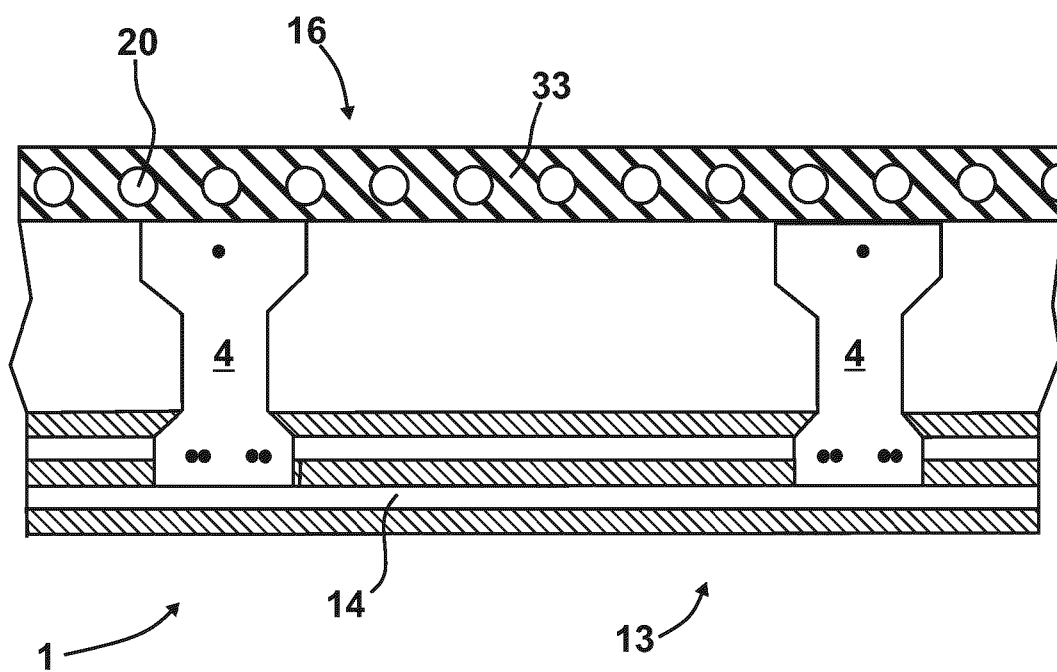


Fig. 14

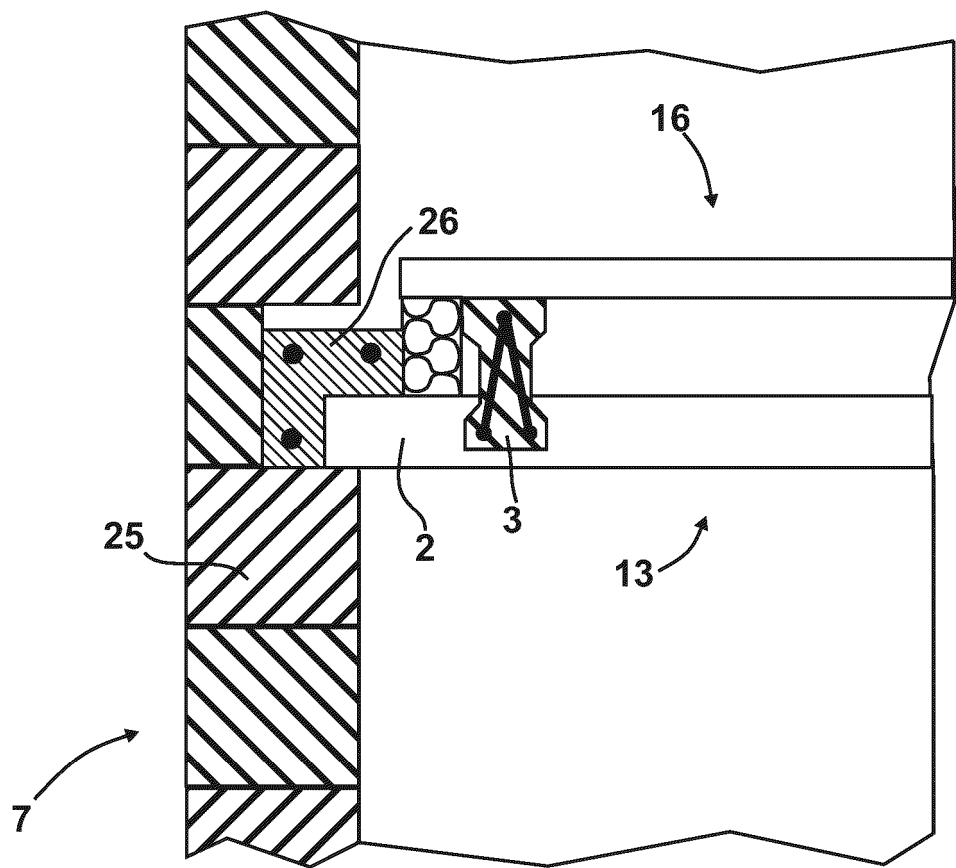
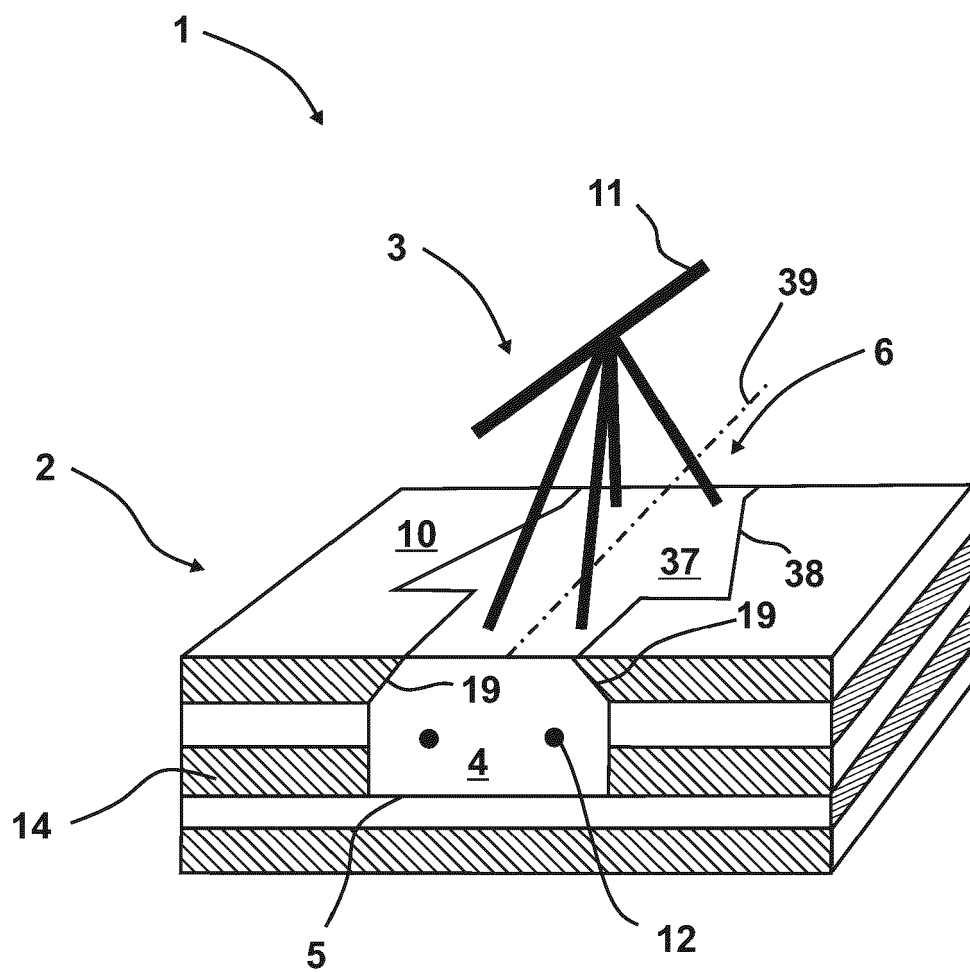


Fig. 15



**Fig. 16**

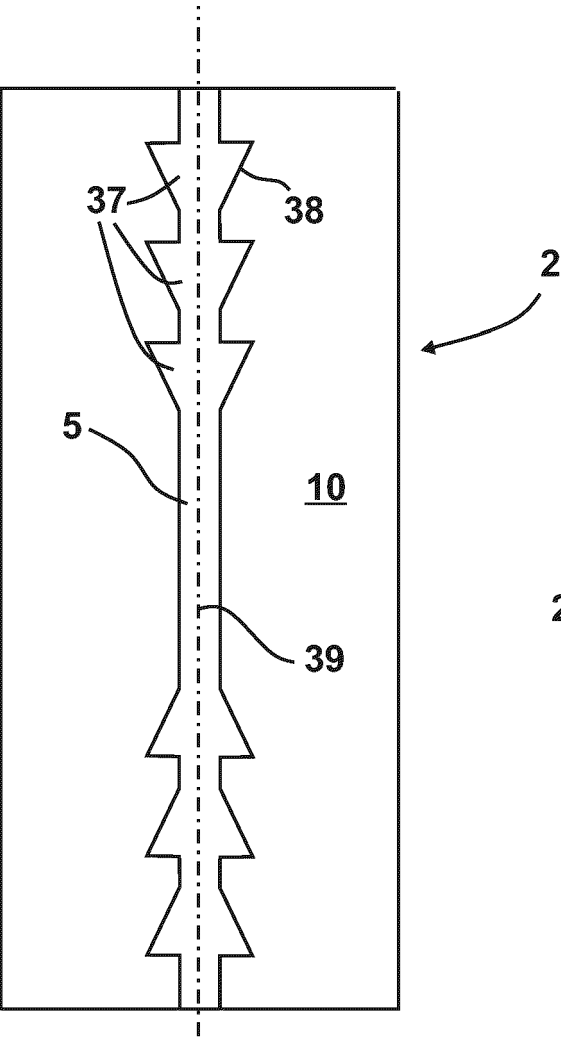


Fig. 17

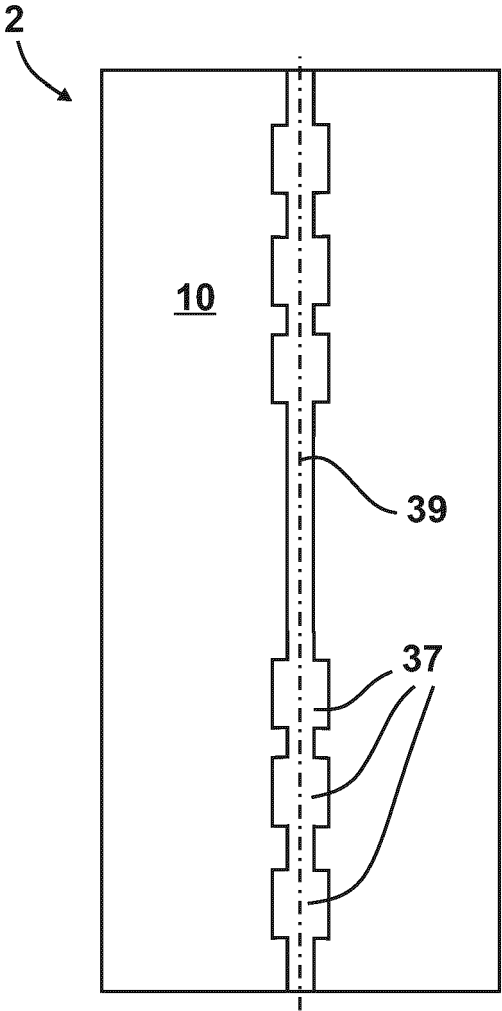


Fig. 18

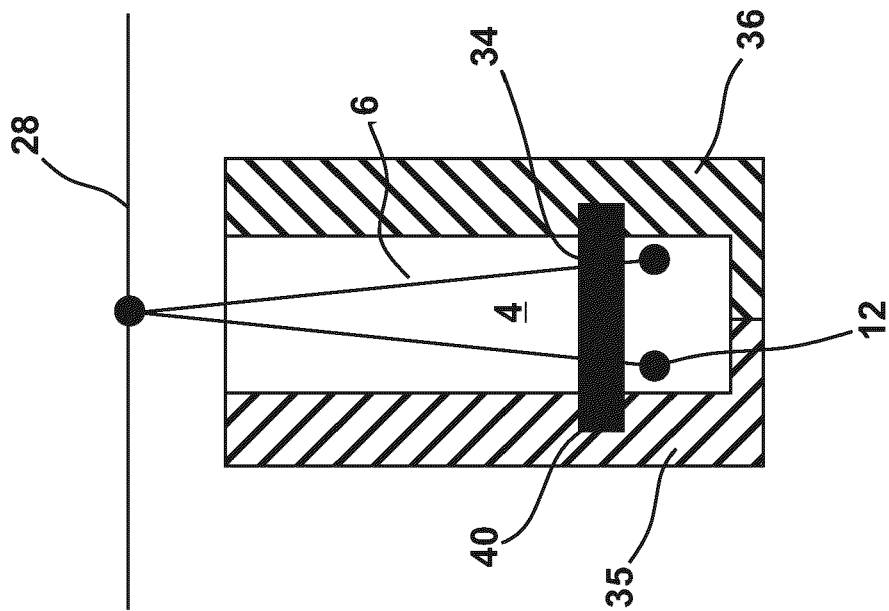


Fig. 20

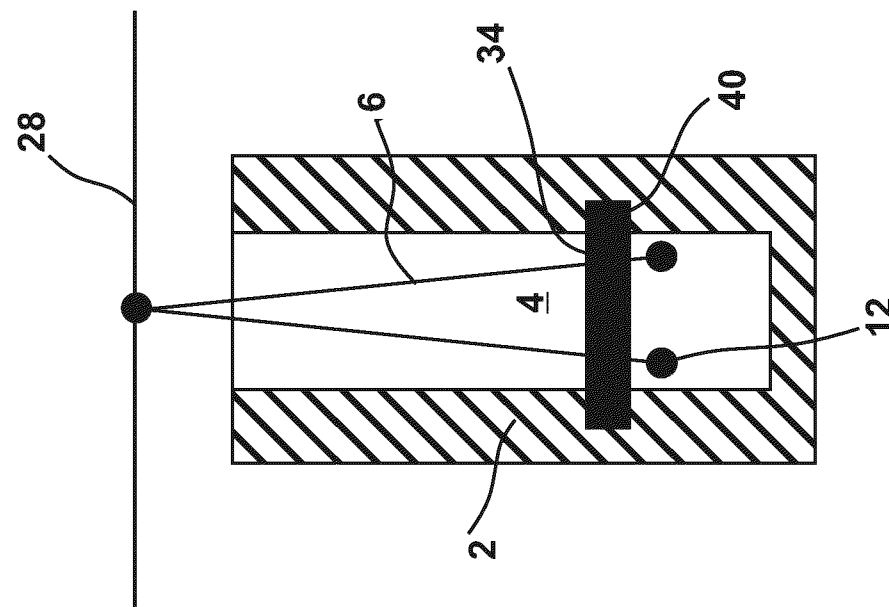


Fig. 19

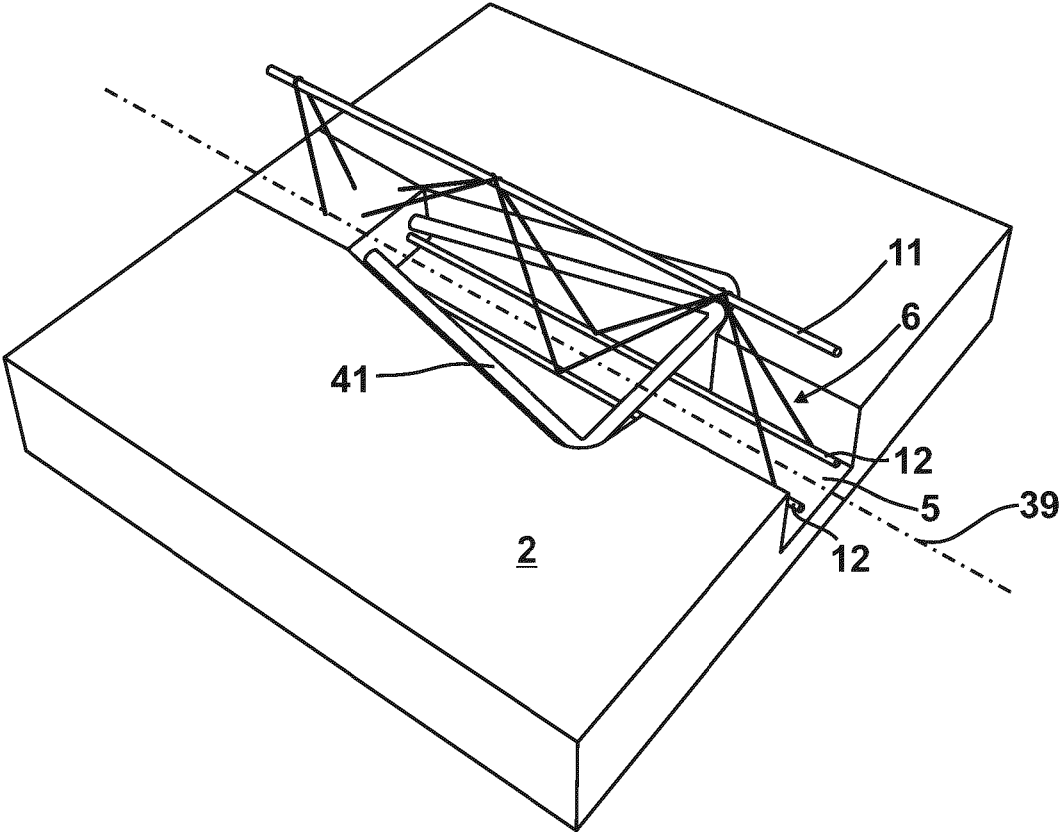


Fig. 21