



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.05.2005 Patentblatt 2005/18

(51) Int Cl.7: **E04B 5/23**, E04C 2/52,
E04C 2/26

(21) Anmeldenummer: **04024931.0**

(22) Anmeldetag: **20.10.2004**

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

(71) Anmelder:
• **Bathon, Leander
63864 Glattbach (DE)**
• **Bathon, Tobias
63864 Glattbach (DE)**

(30) Priorität: **23.10.2003 DE 20316376 U
07.11.2003 DE 10351989**

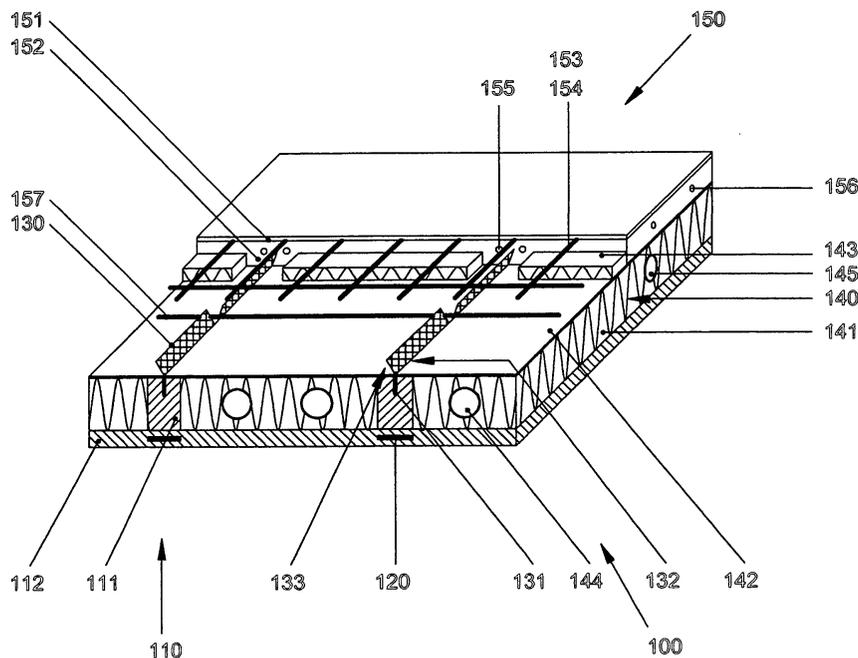
(72) Erfinder: **Bathon, Tobias
63864 Glattbach (DE)**

(54) **Holz-Beton-Verbundsysteme aus Holzbauteilen, Zwischenschichten und Betonbauteilen**

(57) Die Erfindung betrifft Holz-Beton-Verbundsysteme, die aus Holzbauteilen, Zwischenschichten und Betonbauteilen bestehen. Die zumindest einlagige Zwischenschicht dient dabei für eine zumindest teilweise

Entkopplung der Materialien Holz und Beton. Die erfindungsgemäßen Holz-Beton-Verbundsysteme können vor Ort oder zumindest teilweise als Fertigteile erstellt und montiert werden.

Figure 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Holz-Beton-Verbundsysteme, die aus Holzbauteilen, Zwischenschichten und Betonbauteilen gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 bestehen.

[0002] Aus der Patentschrift DE 44 06 433 C2 ist bekannt Holz durch eingeklebte Formteile mit weiteren Werkstoffen jeder Art kraftschlüssig zu verbinden. Das bekannte Verbindungselement ist als ebener Flachkörper in Form eines Stahlblechs ausgebildet, das in einen im Holz eingebrachten Schlitz so eingeklebt wird, dass es über einen Teil seiner Fläche aus dem Holz vorsteht. Der vorstehende Teil des Verbindungselements dient zur Verbindung mit einem weiteren Werkstoff.

[0003] Aus der Offenlegungsschrift DE 198 08 208 A1 ist bekannt Holz durch eingeklebte Formteile mit Beton kraftschlüssig zu verbinden. Das bekannte Verbindungselement ist als ebener Flachkörper in Form eines Stahlblechs ausgebildet, das in einen im Holz eingebrachten Schlitz so eingeklebt wird, dass es über einen Teil seiner Fläche aus dem Holz vorsteht. Der vorstehende Teil des Verbindungselements weist Ankerungen auf, die sich in dem aufgegossenen Beton verankern.

[0004] Aus der Offenlegungsschrift DE 198 18 525 A1 ist ein Holz-Beton-Verbundelement bekannt, welches aus einer Vielzahl von zusammengefügtten Brettern, die wiederum Verbundstege beinhalten und einem darüber liegenden Betonbauteil besteht. Der Verbund zwischen dem Betonbauteil und den Brettern bzw. Verbundstegen wird durch - im Holz eingearbeitete Aussparungen - eingeschlagene Querkraftanker erzeugt. Die Querkraftanker sind quer zur Längsrichtung der Verbundbretter angeordnet und weisen somit eine geometrische Verzahnung zwischen Holz und Beton auf.

[0005] Ein wesentlicher Nachteil der vorgenannten Schriften liegt in der mangelhaften Endkopplung der Materialien Holz und Beton und der daraus resultierenden Limitierungen in der Anwendung. So ist bekannt, dass ein direkter Kontakt zwischen Holz und Beton zu Schwitzwasser und somit zu Schimmelbildung im Holz führen kann. Des weiteren entsteht in einem direkten Kontakt zwischen Holz und Beton eine Schallbrücke, welche die Nutzbarkeit einer Holz-Beton-Verbunddecke ohne weiteren Aufbau verhindert. Des weiteren ist bekannt, dass die Steifigkeit eines Querschnittes mit zunehmendem Hebelarm zunimmt und somit eine ausgeprägte Zwischenschichtausbildung zu steiferen Systemen führt.

[0006] Ein weiterer Nachteil der letztgenannten Schrift liegt darin, dass jegliche Einlagen in Form von Leitungen bzw. Rohren im Holz bzw. Beton im beanspruchten Querschnitt liegt und somit auf Dauer durch die Belastungen ihre Verwendbarkeit reduziert wird.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, Holz-Beton-Verbundsysteme mit Zwischenschichten zu schaffen, die mit hohen Verbindungskräften, verschiedenen Quer-

schnittsvarianten, verschiedenen Systemeigenschaften und verschiedenen bauphysikalischen Eigenschaften ausgestattet sind. Die Aufgabe der Zwischenschicht ist es dabei eine Entkopplung der deutlich unterschiedlichen Materialien Holz und Beton zu schaffen, ohne dabei die steife bzw. starre Verbindung — Voraussetzung für eine effektive Verbundwirkung - der beiden Materialien zu mindern.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der Ansprüche 1 ff gelöst. Die vorliegende Erfindung beschreibt ein Holz-Beton-Verbundsystem, welches aus Holzbauteilen, Zwischenschichten und Betonbauteilen besteht. Die Holzbauteile sind mit dem Betonbauteil quasi starr durch kontinuierlich angeordnete Verbindungsmittel verbunden.

[0009] Die Verbindungsmittel sind als Flachkörper mit entsprechenden Öffnungen bzw. Aufrauungen, als Gitter und/oder als Netze aus Metallen und/oder Kunststoffen ausgebildet. Zumindest ein Ende der Verbindungsmittel wird durch Klebung kraftschlüssig mit den Holzbauteilen verbunden. Es hat sich überraschend gezeigt, dass die Verklebung von zwei Enden der Verbindungsmittel mit den Holzbauteilen nicht nur eine Erhöhung der Eigenstabilität erzeugt, sondern ebenfalls eine Erhöhung der Verbundsteifigkeit liefert. Dabei kann es zweckmäßig sein die Verbindungselemente inhomogen und anisotrop auszubilden, sodass sich hieraus unterschiedliche Eigenschaften (des Verbindungselements) in den unterschiedlichen Materialien (Holzbauteil, Zwischenschicht, Betonbauteil) ergeben. Die Formgebung der Verbindungselemente ist neben der geraden Form in allen weiteren ungeraden Formen, wie z.B. gebogen, gewellt, abgelenkt, abgewinkelt und/oder gerade denkbar und wird lediglich von den Anwendungsanforderungen abhängig sein. Die Anordnungen der Verbindungselemente in dem erfindungsgemäßen Verbundsystem können z.B. nebeneinander, hintereinander, diagonal, versetzt, abgesetzt, wellenförmig und/oder chaotisch verlaufen und sind lediglich von den Anwendungsanforderungen abhängig.

[0010] Die Verbindungsmittel sind in den Holzbauteilen durch Klebung zumindest eines Endes in vorbereitete Schlitz bzw. Vertiefungen und im Betonbauteil durch mechanische Verzahnung im abgebundenen Zementleim verankert. Eine weitere Ausführungsvariante liegt z.B. darin die Verbindungsmittel auf die Holzbauteile bzw. zum Teil in und zum Teil auf die Holzbauteile zu kleben, um dadurch eine dauerhafte und kraftschlüssige Verbindung herzustellen. Die Verbindungsmittel durchdringen dabei die Zwischenschichten je nach Anforderung mit, partiell bzw. ohne eine kraftschlüssige Verbindung mit den Zwischenschichten. Somit entkoppeln die Zwischenschichten zumindest teilweise die Holzbauteile von den Betonbauteilen und lassen dadurch eine dauerhafte Verbundlösung zu. Die Holzbauteile weisen zumindest in machen Anwendungsfällen Verstärkungen auf, welche die strukturellen und fertigungstechnischen Schwachstellen des Holzes und/

oder der Holzwerkstoffe sowie Holzverbundwerkstoffe überbrücken. Es ist in einigen Anwendungen auch denkbar die Kapazität der Holzbauteile durch Bewehrung bzw. Verstärkungen zu erhöhen, um dadurch eine Erhöhung der Gesamtkapazität zu erzeugen.

[0011] Die Betonbauteile weisen zumindest in manchen Anwendungsfällen zum einen Einlagen auf, welche die strukturellen Schwachstellen des Betons überbrücken und/oder zum anderen Einlagen auf, welche die bauphysikalischen Gegebenheiten des Holz-Beton-Verbundsystems verändern. Die Zwischenschichten sind zumindest teilweise als geometrische, mechanische, bauphysikalische und/oder strukturelle Trennung bzw. Endkopplung zwischen den Holzbauteilen und Betonbauteilen gegeben. Die Zwischenschichten des Holz-Beton-Verbundsystems können als einlagige oder mehrlagige Ebenen ausgebildet werden. Die Zwischenschichten können in flüssiger, fester und/oder gasförmiger Form z.B. durch verlegen, gießen, streichen und/oder schäumen aufgebracht und/oder eingebracht werden. Eine einlagige Zwischenschicht besteht beispielsweise aus einer Kunststoffolie, imprägniertem Papier, Bitumenpappe, Kunststoffdämmschicht, mineralischen Dämmschicht, organischem Dämmmaterial, nachwachsendem Dämmmaterial und aufgegossenen bzw. aufgestrichenen Materialien, die zu einem späteren Zeitpunkt abbinden bzw. aushärten, wie z.B. Teer, Kleber, Kunststoffmixturen. Weitere Formen der einlagigen Zwischenschichten stellen alle mineralischen bzw. mineralisch gebundenen Werkstoffe (z.B. mineralisch gebundene Leichtbauplatte, mineralischgebundener und gedämmter Ausgleichsestrich) sowie metallische Werkstoffe (z.B. Trapezbleche, Sandwich-Bauteile) dar. Die mehrlagigen Ebenen sind eine Kombination der zuvor beschriebenen einlagigen Zwischenschichten in beliebiger Form und/oder Anordnung. Die Wahl der einlagigen bzw. mehrlagigen Zwischenschichten ist somit lediglich von den Anforderungen an das Holz-Beton-Verbundsysteme abhängig.

[0012] Ein Vorteil der Erfindung ist die Entkopplung der sich zugewandten Oberflächen der Holzbauteile und der Betonbauteile durch die eingebetteten Zwischenschicht bzw. Zwischenschichten. Somit lassen sich Bauteilfeuchten in den Betonbauteilen von den Holzbauteilen fernhalten. Eine Durchnässung der Holzbauteile würde auf Dauer Fäulnis und somit eine Zerstörung des gesamten Holz-Beton-Verbundsystems verursachen. Dies ist besonders im Brückenbau gegeben.

[0013] Ein weiterer Vorteil ist, dass die Zwischenschichten zumindest in manchen Anwendungen Hohlräume, wie z.B. Kabel, Rohre, Schläuche, Kanäle und Leitungen, wie z.B. Strom-, Gas-, Wasser-, Klima-, Elektroinstallationsleitungen, beinhalten können, die zur Kopplung an zentrale Anlagen genutzt werden. Somit lassen sich entsprechende Versorgungsleitungen in den "belastungsneutralen" Zwischenschichten einbetten.

[0014] Ein weiterer Vorteile liegt in der thermischen Entkopplung der sich zugewandten Oberflächen der Holzbauteile und der Betonbauteile durch die eingebetteten Zwischenschichten. Erfahrungsgemäß sind bei direkter Berührung von Holz und Beton mit Schweißwasserbildungen zu rechnen, die auf Dauer Holzfäule und somit die Zerstörung des Holz-Beton-Verbundsystems verursachen. Dieser Prozess lässt sich durch die Anordnung von Zwischenschichten z.B. mineralische Dämmung in Verbindung mit aufliegender Folie verhindern. Insbesondere im Wand- und Dachbereich stellen derartige erfindungsgemäße Holz-Beton-Verbundsysteme eine vorteilhafte Lösung dar.

[0015] Ein weiterer Vorteil liegt in der physikalischen Entkopplung der sich zugewandten Oberflächen der Holzbauteile und der Betonbauteile durch die eingebetteten Zwischenschichten. Erfahrungsgemäß werden beispielsweise in herkömmlichen Holz-Beton-Verbunddecken zusätzliche "schwimmende Estriche" zur Trittschalldämmung auf der Verbunddecke angeordnet. Durch eine Zwischenschicht in Form einer Trittschalldämmung ist es möglich die Schalldämmung des erfindungsgemäßen Holz-Beton-Verbundsystems zu verbessern und somit eine flächige Entkopplung zwischen den Betonbauteilen und den Holzbauteilen zu erzeugen. Somit kann hierdurch in vielen Anwendungen auf einen "schwimmenden Estrich" verzichtet werden.

[0016] Ein weiterer Vorteil liegt in der Erhöhung des "inneren Hebelarmes" des erfindungsgemäßen Holz-Beton-Verbundsystems durch eine Vergrößerung des Abstandes zwischen der Biegedruck- und Biegezugzone. Erfahrungsgemäß nimmt die Steifigkeit eines Verbundsystems mit zunehmendem Hebelarm zu. Eine erfindungsgemäße Lösung in Form eines Kastenquerschnitts in Verbindung mit einer Zwischenschicht erzeugt eine unvergleichbare Steifigkeit des Holz-Beton-Verbundsystems. Somit lassen sich weitgespannte Tragsysteme (z.B. Dächer, Decken, Brücken) mit der erfindungsgemäßen Lösung realisieren.

[0017] Ein weiterer Vorteil liegt in der Verklebung von zwei und mehr Enden der Verbindungsmittel mit den Holzbauteilen. Dadurch wird nicht nur die Eigensteifigkeit der Verbindungsmittel sondern auch die Verbundsteifigkeit zwischen den Holzbauteilen und Betonbauteilen erhöht. Erst dadurch lassen sich erfindungsgemäße Verbindungsmittel in wirtschaftlicher Art und Weise einsetzen.

[0018] Ein weiterer Vorteile der Erfindung liegt in der quasi kontinuierlichen Verbindung zwischen den Holzbauteilen und Betonbauteilen des Holz-Beton-Verbundsystems. Somit können derzeitige Limitierungen auf Einfeldsysteme (d.h. Systeme, die über eine Stützweite bzw. ein Stockwerkshöhe ragen) überwunden werden. Nun lassen sich problemlos z.B. wechselnde Biegebeanspruchungen von Wand-, Wand und/oder Deckensystemen über mehrere Stützweiten bzw. Stockwerkshöhen ausbilden. Erfahrungsgemäß sind "Durchlaufsysteme" nicht nur wirtschaftlicher sondern auch leistungsfähiger.

higer als Einfeldsystem.

[0019] Ein weiterer Vorteil sind die zumindest partiellen Überbrückungen von strukturellen Schwachstellen, wie z.B. Äste, Einschlüsse, Wuchsfehler des Holzes, die im Anwendungsfall zu einer Limitierung des gesamten Holz-Beton-Verbundsystems führen. Ein weiterer Vorteil sind die zumindest partiellen Überbrückungen von fertigungstechnischen Schwachstelle, wie z.B. Keilzinkungen, Öffnungen, Bohrungen, die im Anwendungsfall zu einer Limitierung des gesamten Holz-Beton-Verbundsystems führen.

[0020] Das erfindungsgemäße Holz-Beton-Verbundsystem besteht aus Holzbauteilen und daran zumindest einseitig angrenzenden Betonbauteilen dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Holzbauteilen und Betonbauteilen zumindest teilweise und zumindest eine einlagige Zwischenschicht ausgebildet ist, die zumindest teilweise eine Trennung bzw. Entkopplung der Materialien Holz und Beton erzeugt. Die Aufgabe der Zwischenschichten besteht somit darin zumindest teilweise eine geometrische, mechanische und/oder bauphysikalische Entkopplung der Materialien Holz und Beton zu erzeugen. Diese Entkopplung darf allerdings nicht die Verbundwirkung zwischen Holz und Beton wesentlich reduzieren, da sonst eine wirtschaftliche Lösung nicht zu erzielen ist. Hierfür ist es erforderlich zumindest ein Verbindungselement durch Verklebung von zumindest einem Ende mit den Holzbauteilen und einer mechanischen Verzahnung des Verbindungselementes durch das Abbinden des Zementleims in den Betonbauteilen anzuordnen. Dabei ist wahlweise ein Verbund der Verbindungselemente mit der Zwischenschicht bzw. den Zwischenschichten gegeben. In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist es ebenfalls denkbar, dass die Verbindungsmittel keinerlei Verbund zu den Zwischenschichten aufweisen. Es ist ebenfalls eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verbundsystems denkbar, worin die Verbindungselemente kraftschlüssig mit den Betonbauteilen verklebt sind.

[0021] Die Verbindungsmittel können je nach Anwendungsfall geordnet und/oder chaotisch angeordnet werden. Der Begriff "chaotisch" wird hier zum Teil aus der Mathematik übernommen und bedeutet nicht geordnet bzw. nicht an Regeln gebunden. Beispielhaft werden als Anordnung genannt: hintereinander, nebeneinander, versetzt, längs, quer, diagonal, gewellt, geschwungen und/oder gestreut.

[0022] Die Verbindungselemente werden als Flachkörper, Gitter und/oder Netze in gerader und/oder ungerader Form aus Metallen und/oder Kunststoffen verwendet. Die Verbindungselemente können zumindest teilweise gerade, gebogen, gewellt, geschwungen, geknickt, abgewinkelt und/oder verdreht ausgebildet werden. Die Flachkörper können zumindest teilweise gelocht, gestanzt, gebohrt, aufgeraut, gestreckt, gezogen und/oder verzerrt ausgebildet werden.

[0023] Eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Holz-Beton-Verbundsystems weist beispielhaft den im

Holz zu verankernden Teil aus Kunststoff und den im Beton zu verankernden Teil aus Metall aus. In diesem Fall wäre das Verbindungselement als Hybridmaterial (Metall und Kunststoff) zu bezeichnen. Des Weiteren ist es denkbar die geometrische Form des Verbindungselementes im Holzbauteil, den Zwischenschichten und dem Betonbauteil unterschiedlich auszubilden, sodass dadurch unterschiedliche Material- und Verbundeigenschaften gegeben sind. Somit gilt festzustellen, dass je nach Anwendungsfall eine anisotrope und inhomogene Ausgestaltung der Verbindungselemente gewählt wird.

[0024] Eine weitere Ausgestaltung besteht in der Verklebung von zwei oder mehr Enden der erfindungsgemäßen Verbindungselemente in und/oder auf den Holzbauteilen. Dadurch lassen sich neben der Eigenstabilität der Verbindungselemente auch die Verbundfestigkeiten der Holz-Beton-Verbundsysteme erhöhen.

[0025] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin zumindest in Teilbereichen der Verbindungselemente zusätzliche Verzahnungen, Erhebungen und/oder Wulste vorzusehen. Überraschenderweise hat dies gezeigt, dass sich dadurch eine Positionierung und/oder Fixierung der Verbindungselemente in den Entsprechenden Öffnungen der Holzbauteile bis zum Abbinden des Klebers gewährleisten lässt. Des Weiteren wird dadurch das Austreten des Klebers bis zum Abbinden verhindert. Somit lassen sich die Verbindungselemente im Werk verkleben und noch vor dem Abbinden des Klebers transportieren, zwischenlagern und/oder montieren. Dies ist auch für Wand bzw. Überkopfanwendungen möglich.

[0026] Die Verbindungsmittel werden durch Verklebung in entsprechenden Öffnungen in den Holzbauteilen und/oder auf den Holzbauteilen fixiert. Es ist somit eine Ausgestaltung der Erfindung denkbar in der Verbindungselemente in den Holzbauteilen eingeklebt werden und andere auf den Holzbauteilen aufgeklebt werden. Die Verklebung wird vorzugsweise durch ein- oder zweikomponentige Klebstoffe erzeugt. Einige Klebstoffe (z.B. Epoxidharze, Poly-Urethanklebstoffe) sind bei entsprechenden Belastungs- und Klimabedingungen vom Glasübergangseffekt betroffen. Der Glasübergangseffekt beschreibt dabei ein Phänomen, in dem der Klebstoff bei entsprechender Temperatur und gleichzeitiger Belastung seine Festigkeit verliert. Eine Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anwendung liegt in einer Energiezufuhr der Klebefuge der Verbindungselemente und/oder der benachbarten Bauteile während der Verklebung oder zu einem späteren Zeitpunkt, um dadurch den Glasübergangseffekt auf ein höheres Temperaturniveau anzuheben und dadurch die Verbundwirkung zu steigern bzw. zu sichern. Die Energiezufuhr kann beispielhaft durch eine stationäre bzw. mobile Wärmequelle (z.B. infrarot) lokal und/oder flächig eingeleitet werden. Es ist ebenfalls denkbar die Wärmezufuhr durch Leitungsführungen, die sich in den Holzbauteilen, den Zwischenschichten und/oder den Betonbauteilen befinden zu gewährleisten.

[0027] Die Holzbauteile des erfindungsgemäßen Holz-Beton-Verbundsystems werden beispielhaft aus Einzelelementen in Form eines Balken, einer Bohle, einem Brett, eines Kantholzes, einer Platte oder einer Schalung erstellt und/oder einer beliebigen Kombination der vorgenannten Einzelelemente in Form von mehrteilig zusammengesetzten Querschnittsformen erstellt. Dabei bestehen die Holzbauteile aus gewachsenem Vollholz, Holzwerkstoffen und/oder Holzverbundwerkstoffen. Um die Vielfalt der sich daraus ergebenden Varianten der Holzverwendung ansatzweise zu verdeutlichen werden nachfolgend einige wenige aufgeführt: Vollholz, Nadelholz, Laubholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz, Furnierstreifenholz, Spanholz, Zementgebundene Spanplatten, Spanplatten, Mehrschichtplatten, OSB-Platten, Kunststoff-Holzverbundbauplatten, etc.

[0028] Eine weitere Bandbreite der Ausgestaltung besteht in der Verstärkungen der Holzbauteile und/oder der Betonbauteile z.B. durch Bewehrung aus Stahl und/oder Kunststoff, Vorspannstähle, etc. Es ist dabei denkbar diese Verstärkungen in oder auf den Holzbauteilen bzw. Betonbauteilen zu erstellen. Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht in der Ertüchtigung bzw. Verstärkung von natürlichen und/oder fertigungstechnischen Schwachstellen der Holzbauteile durch weitere örtliche Maßnahmen, wie z.B. Vorspannungen, Bewehrungen, Überbrückungen und/oder Verspannungen.

[0029] Eine weitere Bandbreite der Ausgestaltung besteht in der Erzeugung von Hohlräume bzw. Leitungsführungen in den Holzbauteilen, den Zwischenschichten und/oder Betonbauteilen. Die Hohlräume können beispielhaft durch Rohre, Kugeln, Kanäle und/oder Schläuche erzeugt werden. Die Leitungen können beispielhaft durch Kabel, Rohre, Kanäle und/oder Schläuche erzeugt werden.

[0030] Eine weitere Bandbreite der Ausgestaltung der Erfindung besteht in der Vorverformung (z.B. Überhöhung, Biegung, Krümmung und/oder Vorspannung) zumindest von Teilbereichen der Holzbauteile, Zwischenschichten und/oder Betonbauteilen vor oder nach dem Verbund, um dadurch den spätere auftretenden Einwirkungen (und den daraus resultierenden Spannungen und Verformungen) der Montage und der Nutzung zumindest teilweise entgegenzuwirken. Somit ist beispielhaft eine Anwendung zu nennen, wo ein Einfeldträger eines Deckensystems vor dem aufbringen des Frischbetons eine mittige Überhöhung (erzeugt durch mittige Abspreißung) aufweist. Die Überhöhung wird nach dem Abbinden des Beton zu einem späteren Zeitpunkt zumindest einen Teil der elastischen bzw. plastischen Durchbiegung des Einfeldträgers kompensieren. Durch dieses Verfahren lassen sich auch weitgespannte Konstruktionen erzeugen.

[0031] Die Zwischenschichten der erfindungsgemäßen Holz-Beton-Verbundsysteme können einlagig, mehrlagig, lose und/oder im Verbund ausgebildet sein. Die Zwischenschichten werden dabei aufgelegt, gerollt,

geschüttet, gestrichen, gespritzt und /oder geschäumt in fester, flüssiger und/oder gasförmiger Form eingebracht und/oder nachträglich eingebracht. Eine einlagige Ausführung beinhaltet u.a. Folie, imprägniertem Papier, Bitumenpappe, Metallplatten, Kunststoffplatten, Kunststoffdämmung, mineralischer Dämmung, nachwachsendem Dämmmaterialien, Verbundbaumaterialien oder Hybridmaterialien (beispielsweise als Einzelelemente, Plattenelemente, Schüttgut bzw. Rollenware) oder aufgegossenen bzw. aufgestrichenen Materialien, die zu einem späteren Zeitpunkt abbinden bzw. aushärten (beispielsweise Teer, Öl, Kleber, Kunststoffmixturen). Mehrlagige Ausführungen beinhalten beliebige Kombinationen der vorgenannten einlagigen Ausführungen lose und/oder als Verbund.

[0032] Die Betonbauteile bestehen u.a. aus Normalbeton, hochfestem Beton, Spannbeton, Verbundbeton, Estrichbeton, Leichtbeton, Porenbeton und/oder Asphaltbeton und können darüber hinaus nicht mineralische Zuschläge, wie z.B. Kunststoffe, Styropor, Holz aufweisen. Die Herstellung der Betonbauteile ist im Werk oder auf der Baustelle möglich. Des weiteren lassen sich die Betonbauteile zum Teil im Werk und zum Teil vor Ort hergestellt. Es ist auch denkbar, dass Abschnitte der Betonbauteile als vorgefertigte Elemente in Verbindung mit örtlich anbetonierten Elementen eingesetzt werden.

[0033] Eine bevorzugte Bandbreite der Ausgestaltung besteht in der Verstärkungen (z.B. Bewehrung aus Stahl und/oder Kunststoff, Vorspannstähle) der Betonbauteile. Erfahrungsgemäß lassen sich erst dadurch hohe Zugkräfte, Momente und/der Querkräfte in den Betonbauteilen einleiten. Eine weitere Ausgestaltung liegt in der Erzeugung von Hohlräume (z.B. durch Rohre, Kugeln, Quater, Kanäle und/oder Schläuche) die zur Gewichtsreduzierung, zur nachträglichen Einführung von Leitungen und/oder zur nachträglichen Vorspannung bzw. Vorspannung mit nachträglichem Verbund verwendet werden können.

[0034] Eine weitere Ausgestaltung liegt in der Einführung von Leitungen (z.B. Kabel, Rohre, Kanäle und/oder Schläuche) in den Betonbauteilen, die somit als Strom-, Heiz-, Technik- und/oder Versorgungsleitungen verwendet werden können. Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass dadurch auch eine nachträgliche Erwärmung der Holz-Beton-Verbundsysteme erzeugt werden kann, um dadurch die Glasübergangstemperatur des verwendeten Klebstoffes (zur Verankerung der Verbindungselemente in den Holzbauteilen) zu erhöhen.

[0035] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, mehrere Lagen von Holzbauteilen, Zwischenschichten und/oder Betonbauteilen übereinander und/oder nebeneinander auszubilden.

[0036] Die erfindungsgemäßen Holz-Beton-Verbundsysteme können z.B. als Stützen-, Träger-, Balken-, Platten-, Wand-, Decken-, Dach-, und/oder Brückensysteme ausgebildet werden und sind je nach Bemessung z.B. zur Aufnahme von Zug-, Druck-, Biegezug-, Biege-

druck-, Torsions-, und/oder Schubbeanspruchungen geeignet.

Figur 1

[0037] Die Fig. 1 beschreibt in perspektivischer Darstellung ein Ausführungsbeispiel eines Abschnittes des erfindungsgemäßen Holz-Beton-Verbundsystems **100**, welches z.B. als Decken-, Wand- und/oder Dachtragwerk ausgeführt werden kann. Das Holz-Beton-Verbundsystem **100** besteht zunächst aus Holzbauteilen **110**, in Form von Balken **111** und einer Holzwerkstoffplatte **112**. Die Balken **111** sind hier kraftschlüssig mit der Holzwerkstoffplatte **112** durch Klebung verbunden. Die Holzwerkstoffplatte **112** ist hier beispielhaft an zwei Stellen durch innenliegende Bewehrungen **120** in Form von Kunstfasergewebe verstärkt.

[0038] Die Verbindungselemente **130** sind als gestanzte und verzerrte Flachkörper (auch als Streckmetall bekannt) **131** aus Metall ausgebildet, die auf halber Höhe einen Knick **132** aufweisen. Der Knick **132** wird in Längsrichtung versetzt ausgebildet und formt somit eine Gabelung **133** in Form eines Y (Gabelung **133** erscheint bei Ansicht in Längsrichtung). Überraschenderweise hat sich herausgestellt, dass durch den Knick **132** die Höhenpositionierung der Verbindungselemente gegeben ist und eine lineare Sollbruchstelle im Betonbauteil durch die Gabelung **133** vermieden wird. Des Weiteren hat sich überraschend herausgestellt, dass in die Gabelung **133** ein Bewehrungsstahl (hier nicht dargestellt) selbstpositionierend eingelegt werden kann, der die Gesamtkapazität des Holz-Beton-Verbundsystems erhöht.

[0039] Die Zwischenschichten **140** bestehen hier beispielhaft aus einer formstabilen Mineralwolle **141** die zwischen den Balken **111** angeordnet sind und einer diffusionsoffenen Folie **142**, die die höhengleichen Balken **111** und Mineralwolle **141** abdeckt und gleichzeitig formschlüssig an die Verbindungselemente **130** z.B. durch Klebebänder angeschlossen ist, ohne dabei eine kraftschlüssige Verbindung zu den Verbindungselementen **130** zu liefern. Die Zwischenschichten **140** als Mineralwolle **141** weisen Hohlräume **144** und **145** in Quer- und Längsrichtung auf, die als Versorgungskanäle der Haustechnik dienen. Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass die Hohlräume **145** auch in Querrichtung durch den Holzbalken **111** hindurch ausführbar sind, da die Verbundwirkung die Querschnittsschächung überbrückt.

[0040] Ein Weiterer Bestandteil der Zwischenschichten ist beispielhaft durch Styroporquater **143** dargestellt, die auf der Folie **142** zwischen den Balken **111** in die Betonbauteile **150** einragend angeordnet sind.

[0041] Die Betonbauteile **150** sind hier beispielhaft durch eine konstante Platte **151** mit rippenartigen Ausweitungen **152** im Bereich der Verbindungselemente **130** ausgebildet. Die Betonbauteile **150** weisen Verstärkungen **153** in Form von Betonstahlmatten **154** auf, die

auf den Verbindungselementen **130** ruhen.

Die Betonbauteile **150** weisen des Weiteren Hohlräume **155** und Leitungen **156** auf, die respektiv zum einen zur Wärmezufuhr und zum anderen zur nachträglichen Verstärkung der Betonbauteile **150** dienen. Die Hohlräume **155** dienen zur Einführung entsprechender Spannstähle, um eine kraftschlüssige nachträgliche Verstärkung der Betonbauteile **150** zu ermöglichen. Die Leitungen **156** dienen zur indirekten Erwärmung der Verbindungselementverklebung, um dadurch die materialbedingte Glasübergangstemperatur des Klebers zu erhöhen und dadurch die Tragfähigkeit der Verbindungselementverklebung unter Temperatureinfluss zu steigern.

[0042] Die Betonbauteile weisen des Weiteren Verstärkungen **157** in Form von Bewehrungsstählen auf, die beispielhaft zwischen den Verbindungselementen **130** angeordnet sind. Die Bewehrungsstähle **157** dienen in diesem beispielhaften Anwendungsfall zu zusätzlichen Aufnahme von Querspannungen, die im Bereich der Verbindungselemente **130** auftreten können. Des Weiteren ergibt sich hieraus überraschenderweise eine zusätzliche Verzahnung zwischen den Verbindungselementen **130** und den Betonbauteilen **150**. Eine weitere Ausführungsvariante (hier nicht dargestellt) besteht in der Durchführung der Betonstähle **157** durch die Öffnungen (z.B. Streckmetallöffnungen) der Verbindungselemente **130**.

[0043] Das Holz-Beton-Verbundsysteme **100** wurde hier beispielhaft vor Ort auf der Baustelle als Deckensystem hergestellt, in dem die einzelnen Holzbauteile **110** und Zwischenschichten **140** vor dem Betonieren durch eine Überhöhung (nicht dargestellt, z.B. durch Abstützung in der Mitte der einzelnen Stützweiten des Mehrfeldsystems überhöht) vorverformt wurden, um dadurch einer späteren Beanspruchung der Holzbauteile während der Montage und/oder der Nutzung des Systems entgegen zu wirken.

Figur 2

[0044] Die Fig. 2 beschreibt in perspektivischer Darstellung ein Ausführungsbeispiel eines Abschnittes des erfindungsgemäßen Holz-Beton-Verbundsystems **200**, welches z.B. als Brücken- oder Deckentragwerk ausgeführt werden kann. Das Holz-Beton-Verbundsystem **200** besteht zunächst aus einem Holzbauteil **210**, in Form einer Brettschichtholzplatte **211** an der beispielhaft außenliegende Verstärkungen **212** in Form von Kohlefaserverstärkungen aufgeklebt sind. Die Brettschichtholzplatte **211** zeigt des Weiteren beispielhaft Hohlräume **213** und Leitungen **214** auf, die respektiv zum einen zur Stromversorgung und zum anderen zur Wärmezufuhr dienen. Die Hohlräume **213** dienen zur Einführung entsprechender Elektroleitungen die damit unsichtbar durch das Holz-Beton-Verbundsysteme geführt werden können.

Die Leitungen **214** dienen zur indirekten Erwärmung der Verbindungselementverklebung, um dadurch die mate-

rialbedingte Glasübergangstemperatur des Klebers zu erhöhen und dadurch die Tragfähigkeit der Verbindungselementverklebung unter Temperatureinfluss zu steigern.

[0045] Die Verbindungselemente **220** sind hier beispielhaft als gewellte formstabile Kunststoffgitter **221** und als gebogene Metallgitter **223** ausgebildet. Die Metallgitter **223** werden beispielhaft in einem Teilbereich des Holz-Beton-Verbundsystems eingesetzt, indem hohe lokale Beanspruchungen herrschen. Die Kunststoffgitter **221** sind mit etwa einem Drittel ihrer Höhe, mit einem Ende in dem Holzbauteil **210** durch Klebung verankert sind. Die Kunststoffgitter **221** sind so hergestellt worden, dass die Gitteröffnungen **222** im Holzwerkstoff **210** und in den Zwischenschichten **230** kleinere Abmessungen (engmaschiger) aufweisen als im Betonbauteil **240**, um dadurch zum einen Kleber bei der Verankerung im Holzbauteil (geringeres Klebevolumen) zu sparen und zum anderen die Eigenstabilität der Kunststoffgitter **221** im Bereich der Zwischenschichten **230** (keine kraftschlüssige seitliche Lagerung) zu erhöhen. Die gewellte Form liefert überraschenderweise zum einen eine zusätzliche Eigenstabilität und zum anderen eine weitere mechanische Verzahnung zwischen den zu verbindenden Holzbauteilen und Betonbauteilen. Die Kunststoffgitter **221** weisen im Einbindebereich der Holzbauteile **210** Verzahnungen (hier nicht dargestellt) auf, die eine mechanische Fixierung der Verbindungselemente bis zum Abbinden des Klebers gewährleisten.

[0046] Die Metallgitter **223** sind hier beispielsweise mit zwei Enden in entsprechenden Öffnungen (hier Schlitze bzw. Kanäle) der Holzbauteile eingeklebt und liefern dadurch in sich eine geometrisch steife Form und gleichzeitig eine sehr steife Verbindung zwischen den Holzbauteilen **210** und den Betonbauteilen **240**. Die Metallgitter **223** weisen in der Schnittfuge zwischen Verbindungselement und Holz beispielhaft einen Wulst (hier nicht dargestellt) auf, der den Kleber vor dem Austritt hindert.

[0047] Die Zwischenschichten **230** bestehen hier beispielhaft aus einem mehrlagigen Bitumenanstrich mit eingebetteter Kunststoffolie **231** und einer PU-Hartschaumlage **232**, die beispielhaft aus einzeln zugeschnittenen und im Verband verlegten Platten erstellt wurde.

[0048] Die Betonbauteile **240** sind hier beispielhaft durch eine konstante Platte **241** ausgebildet. Die Betonbauteile **240** weisen Verstärkungen **242** in Form von Betonstahlmatten **243** auf, die beispielhaft nur auf den Verbindungselementen **220** ruhen. Die Betonplatte **241** weist des Weiteren eine lokale Verstärkung **244** in Form eines Bewehrungsstahls **245** auf, der vor dem Betonieren und dem Aufbringen der Betonstahlmatte **243** mit dem Verbindungselement **220** zur Lagesicherung seitlich verbunden (beispielhaft durch Draht gerödelt, nicht dargestellt) wurde.

[0049] Die Betonbauteile **240** weisen des Weiteren Hohlräume **246** und Leitungen **247** auf, die respektiv

zum einen zur nachträglichen Verstärkung und zum anderen zur klimatischen Versorgung der Betonbauteile **240** dienen. Die Hohlräume **246** dienen zur Einführung entsprechender Spannstähle, um eine kraftschlüssige nachträgliche Verstärkung der Betonbauteile **240** zu ermöglichen. Die Lage der Hohlräume **246** ist dabei von den Ausführungsanforderungen abhängig und kann beispielhaft über, zwischen und/oder durch die Verbindungselemente **220** und/oder **223** ausgeführt werden.

[0050] Die Leitungen **247** dienen beispielhaft - über eine Kopplung mit einer entsprechenden Klimazentrale - zur klimatischen Versorgung des Holz-Beton-Verbundsystems und seiner Umgebung. Dadurch werden beispielhaft energiesparende Lösungen für Hochbauten und Industriebauten ermöglicht.

[0051] Das Holz-Beton-Verbundsystem **200** wurde hier beispielhaft im Werk als Fertigteil vorgefertigt und als Einzelbauteile Segmentiert auf die Baustelle geliefert und montiert. Eine derartige Vorfertigung erlaubt eine rasche Herstellung des Bauwerks ohne dabei zusätzliche Feuchtigkeit (z.B. Anmachwasser des Stahlbetons) in das Holz-Beton-Verbundsystem bzw. Bauwerken einzuleiten.

[0052] Die einzelnen Holz-Beton-Verbundsysteme können auf der Baustelle sofort bei der Montage oder einige Zeit später untereinander und/oder mit weiteren Bauabschnitten kraft- und/oder formschlüssig verbunden werden. Auf diese Weise lassen sich auch Scheibenwirkungen mit segmentierten Holz-Beton-Verbundsystemen erzeugen.

Patentansprüche

1. Holz-Beton-Verbundsysteme (**100, 200**) bestehend aus Holzbauteilen (**110, 111, 112, 210, 211**) und daran zumindest einseitig angrenzenden Betonbauteilen (**150, 151, 152, 240, 241**) **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Holzbauteilen (**110, 111, 112, 210, 211**) und den Betonbauteilen (**150, 151, 152, 240, 241**) zumindest teilweise und/oder zumindest eine einlagige Zwischenschicht (**140, 141, 142, 143, 230, 231, 232**) ausgebildet ist, die zumindest teilweise eine Entkopplung der Materialien Holz und Beton erzeugt.
2. Holz-Beton-Verbundsysteme (**100, 200**) nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Holzbauteile durch mindestens ein Verbindungselement (**130, 220, 223**) kraftschlüssig mit den Zwischenschichten (**140, 141, 142, 143, 230, 231, 232**) und den Betonbauteilen (**150, 151, 152, 240, 241**) verbunden sind.
3. Holz-Beton-Verbundsysteme (**100, 200**) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Holzbauteile (**110, 111, 112, 210, 211**) durch mindestens ein Verbindungselemente (**130, 220, 223**)

- kraftschlüssig mit den Betonbauteilen (150, 151, 152, 240, 241) verbunden sind und keine statisch signifikante Verbindung zu den Zwischenschichten (140, 141, 142, 143, 230, 231, 232) aufweisen.
4. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anordnung des Verbindungselements (130, 220, 223) bzw. der Verbindungselemente (130, 220, 223) geordnet und/oder chaotisch (z.B. hintereinander, nebeneinander, versetzt, längs, quer, diagonal, gewellt, geschwungen und/oder gestreut) ausgebildet sein kann.
5. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungselemente (130, 220, 223) gerade und/oder ungerade in Form von Flachkörpern, Gittern und/oder Netzen ausgebildet sind und zumindest mit einem Ende durch Klebung in entsprechenden Öffnungen in den Holzbauteilen (110, 111, 112, 210, 211) und/oder auf der Oberfläche der Holzbauteilen (110, 111, 112, 210, 211) verankert sind.
6. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgestaltung der Verbindungselemente (130, 220, 223) im Bereich der Holzbauteile (110, 111, 112, 210, 211), Zwischenschichten (140, 141, 142, 143, 230, 231, 232) und/oder Betonbauteile (150, 151, 152, 240, 241) gleichmäßig (d.h. isotrop bzw. homogen) und/oder ungleichmäßig (d.h. anisotrop bzw. inhomogen) ausgebildet sein können.
7. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungselemente (130, 220, 223) im Bereich der Holzbauteile (110, 111, 112, 210, 211), Zwischenschichten (140, 141, 142, 143, 230, 231, 232) und/oder Betonbauteile (150, 151, 152, 240, 241) zusätzliche Verzahnungen, Erhebungen und/oder Wulste aufweisen können.
8. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungselemente (130, 220, 223) und/oder die Klebungen nach dem Einkleben in die Holzbauteile (110, 111, 112, 210, 211) und/oder zu einem späteren Zeitpunkt durch eine Energie- und/oder Wärmezufuhr behandelt werden, um dadurch die Glasübergangstemperatur des verwendeten Klebstoffes (der zur Verankerung der Verbindungselemente (130, 220, 223) in den Holzbauteilen (110, 111, 112, 210, 211) dient) zu erhöhen.
9. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Holzbauteile (110, 111, 112, 210, 211) aus mindestens einem Einzelelement in Form eines Balkens, einer Bohle, einem Brett, eines Kantholzes, einer Platte oder einer Schalung besteht, und/oder einer beliebigen Kombination der vorgenannten Einzelelemente in Form von mehrteilig zusammengesetzten Querschnittsformen bestehen.
10. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Holzbauteile (110, 111, 112, 210, 211) aus gewachsenem Vollholz, Holzwerkstoffen und/oder Holzverbundwerkstoffen bestehen.
11. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** in und/oder an die Holzbauteile (110, 111, 112, 210, 211) Verstärkungen (120, z.B. Bewehrung aus Stahl und/oder Kunststoff, Vorspannstähle), Hohlräume (213, 214, z.B. durch Rohre, Kanäle und/oder Schläuche), und/oder Leitungen (z.B. Kabel, Rohre, Kanäle und/oder Schläuche), angebracht sind.
12. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die natürlichen und/oder fertigungstechnischen Schwachstellen der Holzbauteile (110, 111, 112, 210, 211) durch weitere Maßnahmen, wie z.B. eine Verstärkung, Vorspannung, Bewehrung, Verspannung und/oder Ertüchtigung eliminiert werden.
13. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Holzbauteile (110, 111, 112, 210, 211) vor dem Verbund mit den angrenzenden Zwischenschichten (140, 141, 142, 143, 230, 231, 232) und/oder Betonbauteilen (150, 151, 152, 240, 241) Vorverformungen (z.B. Überhöhung, Biegung, Krümmung und/oder Vorspannung) aufweisen, die den späteren auftretenden Einwirkungen (und den daraus resultierenden Spannungen und Verformungen) der Montage und der Nutzung zumindest teilweise entgegen wirken.
14. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenschichten (140, 141, 142, 143, 230, 231, 232) einlagig, mehrlagig, lose und/oder im Verbund ausgebildet sein können.
15. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenschichten (140, 141, 142, 143, 230, 231, 232) aufgelegt, gerollt, geschüttet, gestrichen, gespritzt und /oder geschäumt in fester, flüssiger und/oder gasförmiger Form aufgebracht und/oder nachträglich eingebracht werden können.
16. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach An-

- spruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenschichten (140, 141, 142, 143, 230, 231, 232) Hohlräume (144, 145) (z.B. durch Rohre, Kanäle und/oder Schläuche), und/oder Leitungen (z. B. Kabel, Rohre, Kanäle und/oder Schläuche) aufweisen, die zur Gewichtsreduzierung, zur nachträglichen Einführung von Leitungen und/oder zur nachträglichen Erwärmung bzw. Kühlung der Verbindungselemente verwendet werden.
17. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betonbauteile (150, 151, 152, 240, 241) aus Normalbeton, hochfestem Beton, Spannbeton, Verbundbeton, Estrichbeton, Leichtbeton, Porenbeton und/oder Asphaltbeton besteht bzw. bestehen und sofern gewollt Zuschläge in nicht mineralischer Form, wie z.B. Kunststoff, Styropor, Holz aufweisen können.
18. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betonbauteile (150, 151, 152, 240, 241) auf der Baustelle vor Ort oder als Fertigteile hergestellt werden bzw. zum Teil als Fertigteile und zum Teil vor Ort hergestellt werden.
19. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Betonbauteile (150, 151, 152, 240, 241) Verstärkungen (153, 154, 157, 243, 244, 245) (z.B. Bewehrung aus Stahl und/oder Kunststoff, Vorspannstähle), Hohlräume (155, 246) (z.B. durch Rohre, Kugeln, Quater, Kanäle und/oder Schläuche), und/oder Leitungen (156, 247) (z.B. Kabel, Rohre, Kanäle und/oder Schläuche), eingebettet sind.
20. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlräume (155, 246) zur Gewichtsreduzierung, zur nachträglichen Einführung von Leitungen und/oder zur nachträglichen Vorspannung bzw. Vorspannung mit nachträglichem Verbund verwendet werden können.
21. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitungen (156, 247) als Strom-, Heiz-, Technik- und/oder Versorgungsleitungen zur nachträglichen Erwärmung der Holz-Beton-Verbundsysteme genutzt werden, um dadurch die Glasübergangstemperatur des verwendeten Klebstoffes (zur Verankerung der Verbindungselemente (130, 220, 223) in den Holzbauteilen) zu erhöhen.
22. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) auf der Baustelle vor Ort oder als Fertigteile hergestellt werden bzw. zum Teil als Fertigteile und zum Teil vor Ort hergestellt werden.
23. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** diese Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) Vorverformungen (z.B. Überhöhung und/oder Vorspannung) aufweisen, die den späteren auftretenden Einwirkungen (und den daraus resultierenden Spannungen und Verformungen) der Montage und der Nutzung zumindest teilweise entgegen wirken.
24. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** es aus mehreren Lagen Holzbauteilen (110, 111, 112, 210, 211), Zwischenschichten (140, 141, 142, 143, 230, 231, 232) und/oder Betonbauteilen (150, 151, 152, 240, 241) bestehen kann.
25. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** es als Stützen-, Träger-, Balken-, Platten, Wand-, Decken-, Dach-, und/oder Brückensysteme dient.
26. Holz-Beton-Verbundsysteme (100, 200) nach Anspruch 1 ff. **dadurch gekennzeichnet, dass** die Holzbauteile (110, 111, 112, 210, 211) und Betonbauteile (150, 151, 152, 240, 241) Zug-, Druck-, Biegezug-, Biegedruck-, Torsions-, und/oder Schubbeanspruchungen aufnehmen können.

Figure 2

