

(19)



(11)

EP 2 755 806 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.11.2017 Patentblatt 2017/44

(51) Int Cl.:
B28B 19/00 ^(2006.01) **E04C 2/06** ^(2006.01)
B28B 1/00 ^(2006.01) **B28B 7/46** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12756071.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2012/000682

(22) Anmeldetag: **04.07.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/037338 (21.03.2013 Gazette 2013/12)

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES BETONTEILES IN 3D-DRUCKTECHNIK

METHOD FOR PRODUCING A CONCRETE COMPONENT BY 3D PRINTING TECHNOLOGY

PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN ÉLÉMENT EN BÉTON PAR TECHNOLOGIE D'IMPRESSION 3D

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

(30) Priorität: **14.09.2011 DE 102011113163**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.07.2014 Patentblatt 2014/30

(73) Patentinhaber: **Universität Kassel
34125 Kassel (DE)**

(72) Erfinder: **FROMM, Asko
34212 Kassel (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Walther Hinz Bayer
PartGmbB
Heimradstrasse 2
34130 Kassel (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 0 042 709 EP-A1- 2 063 039
EP-A1- 2 269 808 WO-A2-2009/037550
WO-A2-2011/021080 FR-A- 736 007
US-A1- 2005 212 163 US-A1- 2011 177 188**

EP 2 755 806 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Betonbauteiles in 3D-Drucktechnik.

[0002] Aus der EP 2269808 A1 ist die Herstellung eines Kunststoffkörpers im Wege der 3D-Drucktechnik bekannt. Hierzu ist eine Form mit einem in vertikaler Richtung verstellbaren Boden bekannt, wobei der Boden zum schichtweisen Aufbau des Körpers in der Form nach unten verschoben wird. Der Körper kann hierbei Hinterschnitte, Überhänge und Kavitäten aufweisen.

[0003] Aus der EP 2063039 A1 ist bekannt einen Betonkörper in einer Form zu gießen, wobei vor dem Gießvorgang in die Form ein Hohlkörper, z. B. ein Rohr eingesetzt wird, der die Ausnehmung zum Einfüllen eines pastösen, aushärtbaren Materials bildet.

[0004] WO 2011/021080 A2 offenbart ein gattungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines Betonbauteils in 3D-Drucktechnik. Betonbauteile sind in den unterschiedlichsten Formen und Größen bekannt. In früherer Zeit wurde Beton im Wesentlichen nur bei der Herstellung von Bauwerken, insbesondere Gebäuden oder auch Brücken verbaut. Im Laufe der Zeit hat sich der Anwendungsbereich von Beton allerdings durchaus erweitert. So ist bereits bekannt, aus Beton Maschinenbetten herzustellen. Solche Maschinenbetten beispielsweise werden nicht mehr aus einem herkömmlichen Beton, wie er in der Bauwirtschaft insbesondere in der Vergangenheit Verwendung fand, hergestellt, sondern aus Spezialbeton, und hier insbesondere UHPC-Betonmischungen. Solche ultrahochfesten Betone zeichnen sich unter anderem dadurch aus, dass die hiermit hergestellten Bauteile bei Erzielung gleicher Festigkeitswerte wie übliche Betone wesentlich geringere Abmessungen aufweisen. Dies eröffnet die Möglichkeit derartige Betone, wie bereits ausgeführt nicht nur für die Erstellung von Bauwerken zu verwenden, sondern für Bauteile, die in ihrer Struktur hoch komplex sind.

[0005] Nun ist bekannt, dass Beton zur Formgebung in Formen gegossen wird. Derartige Formen haben aber den Nachteil, dass in Abhängigkeit von der Komplexität des zu gießenden Bauteiles die Formen enorm teuer werden. Dies deshalb, weil es ganz ähnlich wie in der Kunststoffspritzgusstechnik dann erforderlich ist, Formen mit Schiebern bereitzustellen. Die Herstellung spezieller Formen für entsprechende Bauteile bedingt allerdings, dass aufgrund der erheblichen Formkosten mit der bekannten Form eine erhebliche Anzahl von Teilen gefertigt wird, da sich ansonsten eine solche Form nicht amortisiert.

[0006] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe besteht demzufolge darin ein Verfahren zur Herstellung von strukturierten Betonbauteilen mit Ausnehmungen und Hinterschnitten bereitzustellen, das preiswert ist, und insofern auch die Herstellung von Kleinserien kostendeckend erlaubt, und darüber hinaus die Herstellung von Betonbauteilen hoher Genauigkeit ermöglicht.

[0007] Zur Lösung der Aufgabe dienen die Merkmale

des Anspruchs 1. Hierbei werden auf einer Unterlage mehrere Schichten eines trockenen Gemisches aus mindestens einem Sand und einem hydraulischen Bindemittel übereinander abgesetzt, wobei nach Aufbringen einer jeden Schicht, diese jeweilige Schicht mit Wasser versetzt wird, wobei die Kontur der Fläche, die mit Wasser versetzt wird, mit der gewünschten Form des Betonbauteiles in der Höhe der jeweils aufgetragenen Schicht korreliert. Durch die 3D-Drucktechnik werden in dem Bauteil Ausnehmungen und Hinterschnitte gebildet, in die eine flüssige oder pastöse, aushärtbare Masse eingebracht wird. Das heißt mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sind Betonbauteile herstellbar, die bislang gar nicht oder nur unter erheblichen Schwierigkeiten und mit erheblichen Kosten herstellbar waren. Insbesondere sind mit dem Verfahren Betonbauteile herstellbar, die Hinterschnitte aufweisen bzw. auch Ausnehmungen zeigen, die in mehreren Raumrichtungen verlaufen.

[0008] Beim 3D-Druck wird die gewünschte Form des Betonbauteiles in ihren Abmessungen digitalisiert einem entsprechenden Drucker eingegeben, der dann die Erstellung des entsprechenden Bauteiles schichtweise vornimmt, indem zunächst das trockene Gemisch schichtweise ausgebracht wird, und dann die Benetzung der einzelnen Schichten mit Wasser erfolgt.

[0009] Des Weiteren ist in diesem Zusammenhang vorgesehen, dass die einzelnen Schichten in bestimmten zeitlichen Abständen aufeinander aufgebracht werden, wobei der zeitliche Abstand abhängig ist von dem Fortschritt des Abbindeprozesses der jeweils unteren Schicht. Hieraus wird deutlich, dass Voraussetzung für das Aufbringen einer weiteren Schicht ist, dass die untere Schicht zumindest partiell abgebunden hat. Dies ist häufig genug bereits dann der Fall, wenn die jeweils untere Schicht auf den dafür vorgesehenen Stellen mit Wasser benetzt ist. Das heißt, die nächste Gemischschicht wird unmittelbar nach der Benetzung der vorigen Schicht mit Wasser aufgebracht. Eine gewisse Abbindung ist deshalb sicherzustellen, damit bei Aufbringen der weiteren Schicht die untere Schicht in ihrer Kontur bestehen bleibt und nicht aufgrund des Eigengewichtes der darüber befindlichen Schicht oder Schichten von der vorgegeben Kontur abweicht, also verhindert wird, dass die untere Schicht verläuft. Andererseits ist sicherzustellen, dass die Schichten noch eine Feuchtigkeit aufweisen, die eine stoffliche Verbindung zwischen den einzelnen Schichten ermöglicht, so dass ein homogenes Bauteil entsteht.

[0010] Im Einzelnen hat sich herausgestellt, dass wenn die Schicht eine Stärke von 0,05 bis 5 mm, und vorzugsweise von 0,1 mm aufweist, eine relativ gesehen kurze Zeitspanne für den Abbindevorgang nach dem Besprühen mit Wasser benötigt wird, sodass nach Abschluss des Sprühvorgangs unmittelbar am anderen Ende der Schicht die nächste Schicht aufgebracht werden kann. D. h. es ist eine im wesentlichen kontinuierliche Fertigung möglich.

[0011] Bei einer Vorrichtung zur Herstellung eines Betonbauteiles, das aus mehreren übereinander angeord-

neten Schichten eines trockenen Gemisches und aus mindestens einem Sand und einem hydraulischen Bindemittel aufgebaut ist, wird die jeweils oberste Schicht mit Wasser versetzt wird. Aus der 3D-Drucktechnik ist bekannt, dreidimensionale Gegenstände herzustellen (DE 10 2008 059 600 A1). Als Druckmaterial finden solche auf Basis von Epoxidharz und Polyamid Verwendung. Bei Verwendung von Epoxidharz und Polyamid bestehen vom Grundsatz her keine Einschränkungen in der Verwendung der Köpfe zum Austrag des entsprechenden Materials. Epoxidharz und auch Polyamid sind im flüssigen oder auch pastösen Zustand durch Düsen versprühbar, die derart fein sind, dass eine konturscharfe Konturierung des Bauteiles möglich ist. Gegenstand der Erfindung ist nun allerdings nicht die Herstellung von Bauteilen aus solchen Epoxidharzen oder Polyamiden sondern die Herstellung komplexer, strukturierter Bauteile aus Beton. Zur Herstellung von Beton findet Verwendung zumindest Sand, sowie ein hydraulisches Bindemittel, insbesondere Portlandzement. Das Gemisch aus einem Sand und auch einem Zement eignet sich ohne Verwendung von Formen nicht so ohne Weiteres zur Herstellung eines konturscharfen strukturierten Betonbauteiles. Dadurch nun, dass die jeweils letzte Schicht oder auch die oberste Schicht aus dem trockenen Gemisch aus Sand und hydraulischen Bindemittel mit Wasser benetzt wird, besteht nunmehr die Möglichkeit, über die konturscharfe Benetzung der Schicht mit Wasser auch ein entsprechend konturscharfes Bauteil bereitzustellen. Insofern ist für die Vorrichtung zur Herstellung des Betonbauteils vorgesehen, dass die Vorrichtung zwei Austragköpfe umfasst, die jeweils in mindestens einer Raumrichtung an einem Gestell verfahrbar angeordnet sind, wobei der eine Austragkopf dem Austrag des trockenen Gemischs aus Sand und einem hydraulischen Bindemittel und der andere Austragkopf dem Austrag vom Wasser dient. Hierbei ist der Austragkopf für das trockene Gemisch mindestens in einer Raumrichtung verfahrbar. Insbesondere für den Austragkopf für das Wasser ist eine mindestens zweidimensionale Beweglichkeit vorzugsweise eine dreidimensionale Beweglichkeit des Kopfes vorgesehen, da wie bereits ausgeführt durch den Austragkopf für das Wasser, der insbesondere als Sprühkopf ausgebildet ist, schlussendlich die Konturierung der einzelnen Schichten und damit auch die Konturierung des schichtweise ausgebauten Betonbauteils erfolgen soll. Das heißt, der Sprühkopf ist nach Art eines Druckkopfes ausgebildet.

[0012] Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass der Austragkopf als Austragrinne ausgebildet ist, wobei die Austragrinne eine schlitzzartige Austragöffnung aufweist. Insofern ergibt sich folgende Verfahrensweise für die Herstellung eines konturierten Betonbauteiles mit Hinterschnitten und/oder Hohlräumen. Zunächst wird der als Austragrinne ausgebildete Austragkopf mit gleichmäßiger Geschwindigkeit über eine Unterlage verfahren. Über die schlitzzartige Öffnung der Austragrinne wird das trockene Gemisch aus hydrau-

lischen Bindemittel und Sand als Schicht auf der Unterlage ausgetragen. Unmittelbar im Anschluss daran wird die Schicht mit Wasser besprüht. Das Besprühen der Schicht mit Wasser durch den entsprechend als Sprühkopf oder Druckkopf ausgebildeten Austragkopf erfolgt entsprechend der Kontur des gewünschten Bauteiles. Das heißt, dass durch den Auftrag mehrerer Schichten übereinander auf der Oberfläche ein z.B. quaderförmiger Körper entsteht. Sowohl für den Austrag des trockenen Gemisches als auch für den Wasseraustrag, sind die Austragköpfe vorteilhaft auch vertikal verfahrbar. Alternativ denkbar ist allerdings auch die Unterlage, auf der der Quader aufgebaut wird, entsprechend abzusenken.

[0013] In dem Quader befindet sich das gewünschte Strukturbauteil. Da die Benetzung mit Wasser nur in den Bereichen erfolgt ist, die schlussendlich das strukturierte Betonbauteil bilden, sind die übrigen Flächen nicht mit Wasser benetzt. Das heißt, dass dort auch keine Abbindung zum Beton erfolgt ist. Wird nun das eigentliche Bauteil aus dem Quader entnommen, verbleibt ein Pulver oder ein körniger Rest an Gemisch, der nicht abgebunden hat, allein aufgrund der Tatsache, dass bestimmte Flächen der Schichten nicht mit Wasser in Berührung gelangt sind. Hohlräume in dem strukturierten Betonbauteil müssen ausgeblasen oder ausgesaugt werden, um die Hohlräume freizulegen, bei Hinterschnitten rieselt das Gemisch ab. Es wurde bereits an anderer Stelle dargelegt, dass der schichtweise Aufbau eines solchen strukturierten Betonbauteiles im Wesentlichen nur in der Weise erfolgen kann, dass die jeweils letzte Schicht nach dem Besprühen mit Wasser solange mit keiner weiteren Schicht belegt wird, bis diese Schicht in gewissem Umfang abgebunden hat. Bei geringen Schichtdichten geht dies verhältnismäßig schnell, so dass ein kontinuierliches Aufbringen und Benetzen möglich ist. Würde der schichtweise Aufbau zu schnell von Statten gehen, d. h. ohne das Zuwarten der Abbindung der einzelnen Schichten, dann würde schlussendlich der gesamte Körper bei einer bestimmten Belastung der unteren Schichten auseinander laufen.

[0014] Ein Betonbauteil, das nach dem zuvor beschriebenen Verfahren hergestellt worden ist, zeichnet sich durch eine oder mehrere Ausnehmungen z. B. röhrenartige Hohlräume aus, wobei in die eine oder mehrere Ausnehmungen eine flüssige oder pastöse aushärtbare Masse einbringbar ist. Die Masse ist hierbei aus Kunststoff ausgebildet oder besteht aus flüssigem Metall. Es ist bekannt, dass Betonbauteile zwar in hohem Maße in der Lage sind Druckkräften Stand zu halten, allerdings Zugkräften gar nicht oder nur in geringem Umfang Stand halten können. Um mit einem Betonbauteil Zugkräfte übertragen zu können, ist daher immer der Einsatz von Armierungen erforderlich. Am bekanntesten hierbei sind die sogenannten Baustähle, die zur Erhöhung der Reibung im Betonbauteil auf ihrer Oberseite umlaufende Rippen aufweisen. Insbesondere in stark konturierten und strukturierten Betonbauteilen, wie diese Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind, ist die Einbrin-

gung von Armierungen kaum oder gar nicht möglich. Dadurch allerdings, dass derartige strukturierte Bauteile herstellbar sind, besteht auch die Möglichkeit in dem Betonbauteil bei der Herstellung Ausnehmungen vorzusehen, deren Geometrie sich optimal dem Kraftfluss von angreifenden Kräften anpasst, die nicht oder nicht in nennenswerten Umfang von dem Beton selbst aufgenommen werden können. Nach Fertigstellung des Betonbauteiles werden die Ausnehmungen mit einer flüssigen oder pastösen aushärtbaren Masse ausgegossen wie dies bereits erwähnt worden ist. Derartige Kunststoffe oder Metalle, die in die entsprechenden Ausnehmungen in dem Betonbauteil eingegossen werden, können insofern als Armierung dienen. Daraus wird unmittelbar deutlich, dass bei einem nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Bauteil nicht nur Druckkräfte übertragbar sind, sondern auch Zugkräfte, wenn man davon ausgeht, dass die Ausnehmungen in dem Betonbauteil der Aufnahme von Materialien dienen, die in der Lage sind, Zugkräfte zu übertragen, wie dies bei den entsprechenden Kunststoffen und auch bei Metallen der Fall ist. Es entsteht somit ein Verbundbauteil, dessen Tragfähigkeit größer sein kann, als die der Einzelkomponente.

[0015] Nach einem besonderen Merkmal ist in diesem Zusammenhang vorgesehen, dass die Masse im ausgehärteten Zustand über die Ausnehmung übersteht, um somit unmittelbar der Verbindung mit beispielsweise einem weiteren Betonbauteil zu dienen.

[0016] Anhand der Zeichnungen wird die Erfindung nachstehend beispielhaft näher erläutert.

- Fig. 1 zeigt schematisch ein Betonbauteil der erfindungsgemäßen Art;
- Fig. 2 zeigt eine Ansicht von oben auf das Betonteil gemäß Fig. 1;
- Fig. 2 a zeigt eine Ausbildung des Hohlraums in einer Ansicht auf das Betonteil gemäß der Linie IIa/IIa aus Fig. 1;
- Fig. 3 zeigt eine Vorrichtung zur Herstellung eines Betonbauteiles in schematischer Darstellung;
- Fig. 4 zeigt eine Seitenansicht aus Fig. 3;

[0017] Gemäß der Darstellung aus Fig. 1 ist das Betonbauteil mit 1 bezeichnet. Das Betonbauteil 1 zeigt drei übereinander liegende Ausnehmungen 2, die der Aufnahme einer Armierung dienen. Die eine Ausnehmung soll hierbei in drei Raumrichtungen verlaufen, um deutlich werden zu lassen, welche Möglichkeiten das erfindungsgemäße Verfahren eröffnet.

[0018] Aus Fig. 2 und Fig. 2a ergibt sich nun der Aufbau im Bereich der oberen und mittleren Ausnehmung 2, die schräg in dem Betonbauteil verläuft. Erkennbar sind die einzelnen Schichten 5 des Betonbauteiles im Bereich der

Ausnehmung 2 stufenförmig nach außen auslaufend ausgebildet, um dann nach Erreichen des seitlichen Scheitels der in etwa kreisrunden Ausnehmung wieder nach oben zusammenzulaufen. Die Herstellung der Ausnehmung 2 erfolgt im Einzelnen dadurch, dass wie bereits ausgeführt, die einzelnen Schichten aus dem trockenen Gemisch aufeinander abgesetzt werden. Mit Wasser benetzt werden die Schichten nur dort, wo zur Bildung des Betonbauteils die Schicht abbinden soll. Insofern befinden sich auch in dem auszubildenden Hohlraum Schichten aus trockenem Gemisch, wobei sich die Schichten oberhalb des horizontalen Scheitels einer im Wesentlichen kreisrunden Ausnehmung auf den darunter befindlichen Schichten abstützen, die nicht mit Wasser besprüht worden sind. Das in der Ausnehmung befindliche trockene, nicht abgebundene Gemisch rieselt bei Aufnahme des Betonteils von der Unterlage aus der Ausnehmung heraus oder es wird ausgeblasen.

[0019] Die Vorrichtung gemäß Fig. 3 zeichnet sich durch einen in drei Raumrichtungen verfahrbaren Austragkopf 10 aus, der als Austragrinne ausgebildet und der an einer Traverse 21 angeordnet ist. Die Traverse 21 wird durch zwei Stützen 22 gehalten, die auf Schienen 23 in Richtung des Pfeils 25 verschieblich sind. Die Traverse 21 ist durch die Stützen 22 vertikal beweglich gehalten (Pfeil 35). Die Traverse 21 bildet mit den Schienen 23 und den Stützen 22 das Gestell 20. An dem Austragkopf 10 befindet sich ein als Sprühkopf ausgebildeter weiterer Austragkopf 27, der dem Austrag von Wasser dient.

[0020] Die von der Traverse in Richtung des Pfeils 30 beweglich angeordnete Austragrinne sowie der an der Austragrinne angebrachte, als Sprühkopf ausgebildete Austragkopf 27 sind somit in drei Raumrichtungen beweglich. Der als Austragrinne ausgebildete Austragkopf 10 weist auf der Unterseite eine schlitzzartige Austragöffnung 11 für das Gemisch aus hydraulischem Bindemittel und Sand auf. Der Sprühkopf dient dem konturscharfen Sprühen von Wasser.

[0021] Die Verfahrensweise zur Herstellung eines strukturierten Betonteils stellt sich wie folgt dar: Zunächst wird eine Schicht aus dem Gemisch aus hydraulischem Bindemittel und Sand auf die Unterlage 7 durch den als Austragrinne ausgebildeten Austragkopf 10 aufgebracht. Die Schicht ist in der Draufsicht z. B. rechteckförmig. Alsdann wird die Schicht entsprechend der gewünschten Kontur mit Wasser besprüht. Nachdem die Schicht abge bunden oder zumindest teilweise soweit abge bunden hat, dass sie steif ist, wird wiederum eine Schicht aus dem trockenen Gemisch in Rechteckform auf diese erste Schicht angebracht. Alsdann wird auch diese Schicht entsprechend der gewünschten Kontur dieser Schicht mit Wasser besprüht. Das ganze Verfahren wird schichtweise solange fortgesetzt, bis der Körper als Betonteil fertiggestellt ist. Dann wird das Betonteil von der Unterlage abgehoben. Das nicht abge bundene Gemisch löst sich von dem Betonteil oder Betonkörper; Hohlräume im Betonteil können mit Druckluft ausge-

geschlossen werden.

[0022] In die Hohlräume wird eine aushärtbare Masse eingebracht, die nach der Aushärtung in der Lage ist, Zugkräfte aufzunehmen. Als Aushärten von Masse kommt hierbei ein Kunststoff z. B. ein Kunstharz in Frage.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Betonbauteiles in 3D-Drucktechnik, wobei auf einer Unterlage (7) mehrere Schichten (5) eines trockenen Gemisches aus mindestens einem Sand und einem hydraulischen Bindemittel übereinander abgesetzt werden, wobei nach Aufbringen einer jeden Schicht (5) die jeweilige Schicht (5) mit Wasser versetzt wird, wobei die Kontur der Fläche, die mit Wasser versetzt wird mit der gewünschten Form des Betonbauteiles in der Höhe der jeweils aufzubringenden Schicht (5) korreliert, wobei eine oder mehrere Ausnehmungen oder Hinterschnitte in dem Betonteil im Wege der 3D-Drucktechnik gebildet werden, in die nach Fertigstellung des Betonbauteils eine flüssige oder pastöse, aushärtbare Masse eingebracht wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Masse ein Kunststoff oder ein Metall ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen Schichten (5) in bestimmten zeitlichen Abständen aufeinander aufgebracht werden, wobei die zeitlichen Abstände abhängig sind von dem Fortschritt des Abbindeprozesses der jeweils unteren Schicht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schichten (5) eine Stärke von 0,05 bis 5 mm, vorzugsweise 0,1 mm aufweisen.
4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Masse im ausgehärteten Zustand über die Ausnehmung (2) übersteht.

Claims

1. A method for manufacturing a concrete component using 3D printing technology, wherein several layers (5) of a dry mixture of at least one sand and a hydraulic binder are deposited above one another on a base (7), wherein after application of each layer (5), the respective layer (5) is mixed with water, the contour of the surface that is mixed with water being correlated with the desired shape of the concrete component along the height of the respective layer

(5) to be applied, wherein one or several recesses or undercuts are formed in the concrete component by means of 3D printing technology, into which a liquid or paste-like hardenable mass can be introduced after the concrete component is completed **characterized in that** the mass is a plastic or a metal.

2. The method according to claim 1, **characterized in that** the individual layers (5) are applied onto each other in determined time intervals, the time intervals depending on the progress of the setting process of the respective lower layer.
3. The method according to claim 1 or 2, **characterized in that** the layers (5) have a thickness of 0.05 to 5 mm, preferably of 0.1 mm.
4. The method according to one of the afore-mentioned claims, **characterized in that** in its hardened state, the mass projects above the recess (2).

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un élément de construction en béton par impression 3D, dans lequel plusieurs couches (5) d'un mélange sec d'au moins un sable et d'un liant hydraulique sont déposées les unes sur les autres sur un support (7), où après l'application de chaque couche (5), de l'eau est ajoutée à la couche respective (5), où le contour de la surface à laquelle de l'eau a été ajoutée est corrélée avec la forme désirée de l'élément de construction en béton sur la hauteur de la couche (5) respective à appliquer, où lors de l'impression 3D, un ou plusieurs évidements ou contre-dépouilles sont formés dans l'élément de construction en béton, dans lesquels une masse liquide ou pâteuse durcissable est introduite après l'achèvement de l'élément de construction en béton, **caractérisé en ce que** la masse est une matière synthétique ou un métal.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les couches individuelles (5) sont appliquées les unes sur les autres à des intervalles de temps déterminés, où les intervalles de temps dépendent de l'avancement du processus de prise de la couche inférieure respective.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**

les couches (5) ont une épaisseur de 0,05 à 5 mm, de préférence 0,1 mm.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
à l'état durci, la masse fait saillie au-dessus de l'évidement (2).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

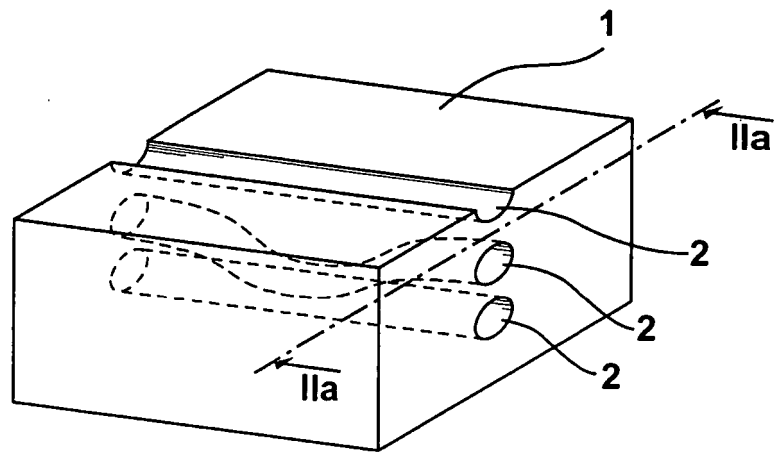


Fig. 1

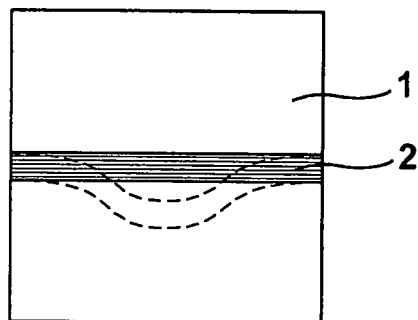


Fig. 2

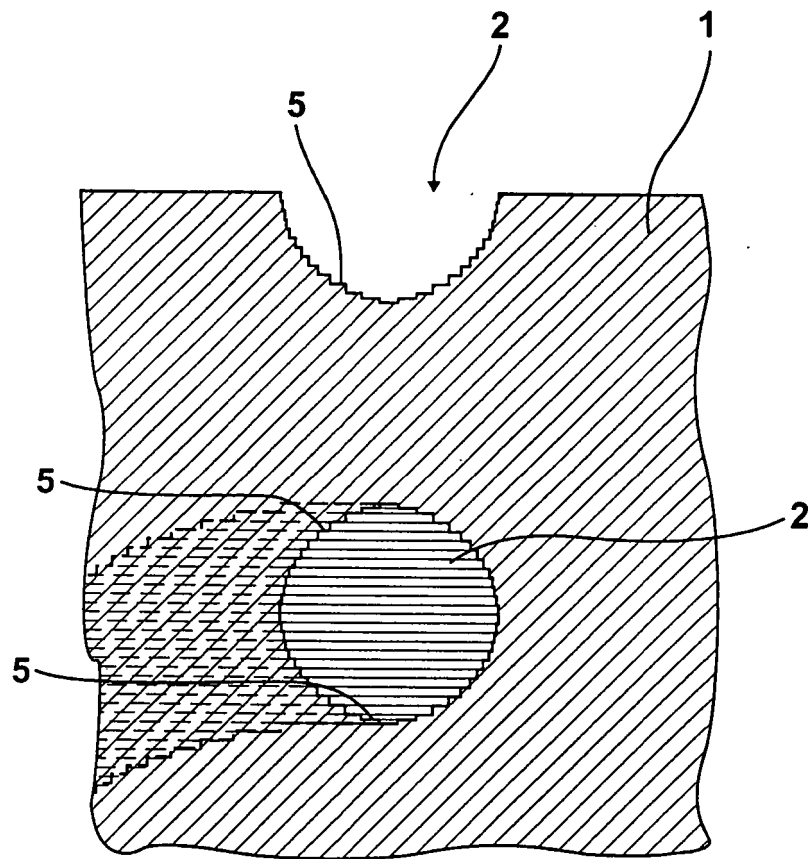


Fig. 2a

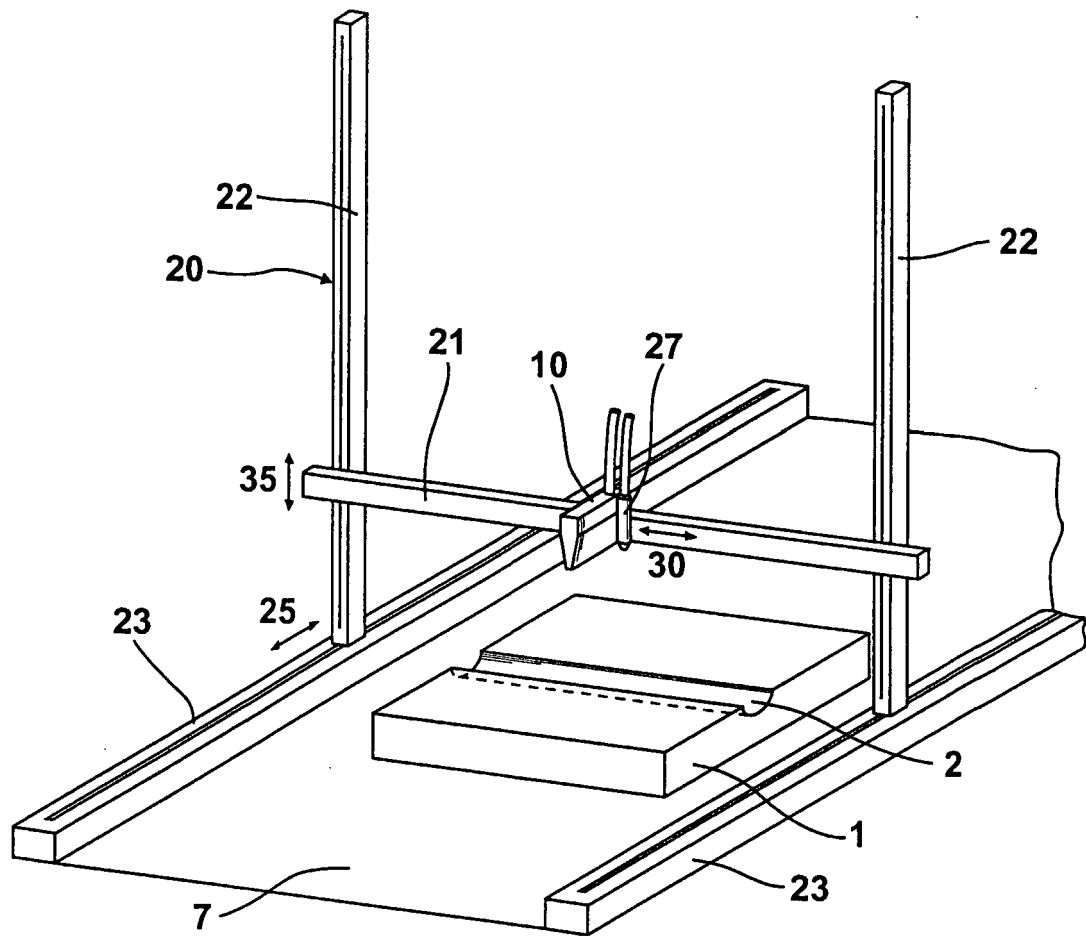


Fig. 3

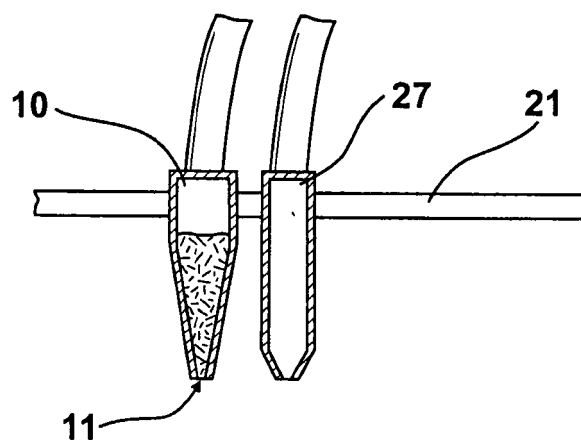


Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2269808 A1 [0002]
- EP 2063039 A1 [0003]
- WO 2011021080 A2 [0004]
- DE 102008059600 A1 [0011]