



(11) **EP 4 361 377 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.05.2024 Patentblatt 2024/18

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E04G 21/04 ^(2006.01) **B28B 1/00** ^(2006.01)
E04C 5/01 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23204359.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E04G 21/0463; B28B 1/001; E04C 5/01;
E04G 2021/049

(22) Anmeldetag: **18.10.2023**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **26.10.2022 DE 102022128380**

(71) Anmelder: **Protektorwerk Florenz Maisch GmbH &
Co. KG**
76571 Gaggenau (DE)

(72) Erfinder:
• **WILLERSCHIED, Heiner**
77886 Lauf (DE)
• **MAISCH, Christof**
76571 Gaggenau (DE)

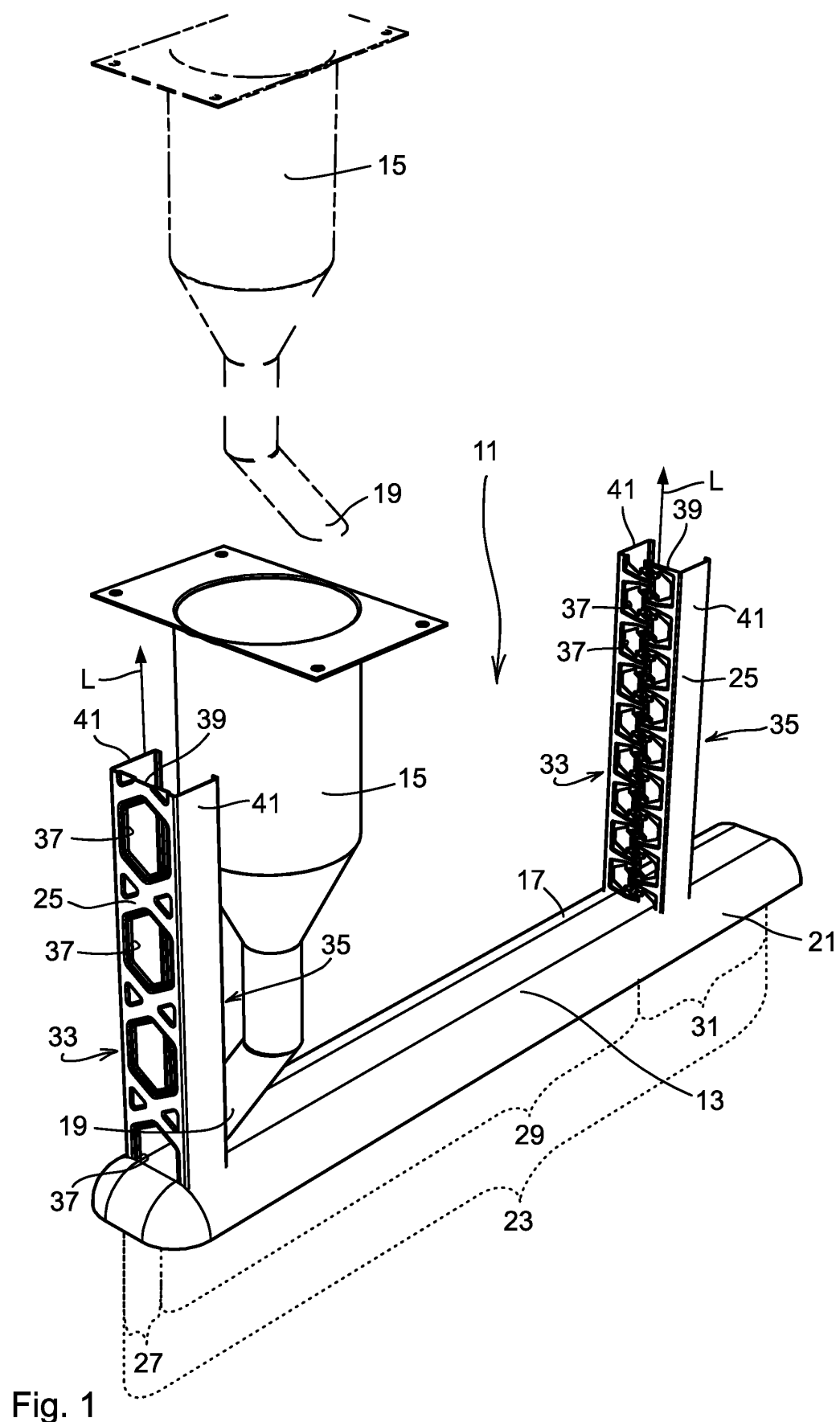
(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald**
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM ERRICHTEN EINER GEBÄUDEWAND IM 3D-DRUCK**

(57) Ein Verfahren zum Errichten einer Gebäudewand im 3D-Druck umfasst: dass eine 3D-Positioniervorrichtung mit einem Werkzeughalter, an dem ein Druckkopf angebracht ist, bereitgestellt wird; dass dem Druckkopf ein zunächst plastisch verformbarer und dann aushärtender Baustoff zugeführt wird; und dass der Baustoff mittels des Druckkopfes entlang einer vorgegebenen oder vorgebbaren Druckbahn appliziert wird, indem der Druckkopf mittels der 3D-Positioniervorrichtung entlang der Druckbahn bewegt wird und dabei den Baustoff ausgibt. Die Druckbahn verläuft dabei in mehreren horizontalen Lagen, die vertikal parallelversetzt zueinander sind, und umfasst zur Ausbildung einer ersten Wandfläche der Gebäudewand in jeder der genannten Lagen einen jeweiligen ersten Abschnitt. Das Verfahren umfasst ferner: dass zumindest ein längliches Armierungselement bereitgestellt wird, das sich entlang einer Längsrichtung erstreckt, quer zur Längsrichtung eine erste Seite und eine dazu entgegengesetzte zweite Seite aufweist sowie zu-

mindest eine Durchgangsöffnung aufweist, welche die beiden Seiten miteinander verbindet; dass das zumindest eine Armierungselement derart vertikal ausgerichtet auf einem Untergrund fixiert wird, dass es in zumindest einigen der Lagen den jeweiligen ersten Abschnitt kreuzt, so dass jeweils ein erster Teilabschnitt des ersten Abschnitts an einer der beiden genannten Seiten des Armierungselements angrenzt und ein zweiter Teilabschnitt des ersten Abschnitts an der anderen der beiden genannten Seiten des Armierungselements angrenzt; und dass der Druckkopf in zumindest einer der Lagen, nachdem er entlang dem ersten Teilabschnitt zu der jeweiligen Seite des Armierungselements hin bewegt worden ist und dabei Baustoff ausgegeben hat und/oder bevor er entlang dem zweiten Teilabschnitt von der jeweiligen Seite des Armierungselements weg bewegt worden ist und dabei Baustoff ausgegeben hat, Baustoff durch die zumindest eine Durchgangsöffnung auf die jeweilige andere Seite des Armierungselements presst.

EP 4 361 377 A1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Errichten einer Gebäudewand im 3D-Druck.

[0002] 3D-Druck ermöglicht eine sequenzielle Konstruktion von Objekten, indem Material punktweise oder linienweise entlang einer vorgegebenen oder vorgebbaren Bahn im Raum platziert wird. Bei dem Material handelt sich dabei typischerweise um einen Kunststoff, der plastisch verformbar ist oder gemacht wird und nach seiner Platzierung im Raum möglichst zügig aushärtet. Üblicherweise wird das Material dabei ausgehend von einer Unterlage nacheinander in mehreren Lagen von unten nach oben aufgetragen, so dass noch verformbares Material auf bereits ausgehärtete oder zumindest bereits hinreichend feste Strukturen aus zuvor platziertem Material aufgetragen und dann von diesen gestützt wird, während es seinerseits aushärtet.

[0003] Dieses grundlegende Prinzip, das für kleinere Objekte schon weitgehend etabliert ist und vielfach Anwendung findet, lässt sich grundsätzlich auch auf sehr große Skalen übertragen. So ist es mittlerweile möglich, Gebäudeelemente oder auch ganze Gebäude im 3D-Druck zu errichten. Wesentlich für diese Möglichkeit ist dabei insbesondere die Verwendung eines geeigneten Baustoffs, der einerseits zunächst hinreichend plastisch verformbar ist, um zu einem jeweiligen Punkt im Raum geleitet und dort auf einer bereits bestehenden Struktur oder zuvor platziertem Baustoff appliziert werden zu können, und andererseits möglichst unmittelbar danach bereits eine hinreichende Festigkeit aufweist, dass er seine Position beibehält und in dieser Position mit guter Anbindung an seinen Untergrund aushärtet. Inzwischen stehen als Baustoff für den 3D-Druck von Gebäudeelementen insbesondere spezielle Betons zur Verfügung, die diese Eigenschaften aufweisen.

[0004] Verschiedene Parameter des jeweiligen Gebäudeelements, wie etwa die Stabilität, die Wärmedämmung, die Akustik, die Geschwindigkeit, mit der das Gebäudeelement errichtet werden kann, und die Kosten für die Herstellung, hängen dabei nicht nur von dem verwendeten Baustoff, sondern auch vom Aufbau und von der Struktur des jeweiligen Gebäudeelements ab. Für Gebäudewände kann es insbesondere zweckmäßig sein, diese mittels des 3D-Drucks doppelwandig mit einem Freiraum dazwischen auszubilden. Es werden also zwei zueinander entgegengesetzte Wandflächen der jeweiligen Gebäudewand (sowie gegebenenfalls Stirnseiten der Gebäudewand, die die beiden Wandflächen an ihren seitlichen Enden miteinander verbinden) 3D-gedruckt, wobei zwischen diesen Wandflächen ein Zwischenraum frei bleibt. Dieser Freiraum kann dann nachträglich aufgefüllt werden, wobei hierfür ein konventioneller Beton verwendet werden kann, der in den Freiraum beispielsweise einfach eingegossen werden kann. Für ein Ausfüllen des Freiraums können zusätzlich oder alternativ aber auch andere Materialien verwendet werden, etwa solche, die besonders vorteilhafte Wärmedämm-

und/oder Akustikeigenschaften haben. Zudem können Teile des Freiraums auch frei bleiben, beispielsweise zum Verlegen von Elektro- oder Sanitärinstallation.

[0005] Grundsätzlich ist es jedoch wichtig, dass 3D-gedruckte Wandflächen eine hohe Stabilität aufweisen. Für Gebäudewände, die aus Beton gefertigt werden, der in eine Schalung gegossen wird, ist es bekannt, innerhalb der Schalung Bewehrungsstangen vorzusehen, die beispielsweise gitterartig angeordnet sein können. Diese Bewehrungsstangen sind dann in den Beton eingegossen und verbessern die Stabilität der Gebäudewand. Eine derartige klassische Betonbewehrung würde jedoch den 3D-Druck behindern, da die Bewehrungsstangen oder eine solche Gitterstruktur aus Bewehrungsstangen die Bahn versperren würde(n), entlang welcher beim 3D-Druck der jeweilige Baustoff appliziert wird.

[0006] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Errichten einer Gebäudewand im 3D-Druck bereitzustellen, mit dem auf flexible und weitgehend automatisierte Weise eine stabile Gebäudewand mit vorteilhaften Eigenschaften errichtet werden kann.

[0007] Die Erfindung wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der vorliegenden Beschreibung sowie den Figuren.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst: dass eine 3D-Positioniervorrichtung mit einem Werkzeughalter, an dem ein Druckkopf angebracht ist, bereitgestellt wird; dass dem Druckkopf ein zunächst plastisch verformbarer und dann aushärtender Baustoff zugeführt wird; und dass der Baustoff mittels des Druckkopfes entlang einer vorgegebenen oder vorgebbaren Druckbahn appliziert wird, indem der Druckkopf mittels der 3D-Positioniervorrichtung entlang der Druckbahn bewegt wird und dabei den Baustoff, insbesondere als einen Materialstrang, ausgibt. Das Ausgeben kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass der Baustoff aus einer Düse des Druckkopfes gepresst wird.

[0009] Bei der 3D-Positioniervorrichtung kann es sich insbesondere um einen Portalroboter handeln. Dieser kann eine Traverse umfassen, die sich entlang einer ersten horizontalen Richtung erstreckt und in einer quer, insbesondere orthogonal, dazu verlaufenden zweiten horizontalen Richtung sowie in vertikaler Richtung verstellbar montiert ist. Der Werkzeughalter kann dann entlang der Traverse beweglich sein und dadurch innerhalb eines bestimmten Raumvolumens, das durch die Beweglichkeit des Werkzeughalters entlang der ersten horizontalen Richtung und die Beweglichkeit der Traverse entlang der zweiten horizontalen Richtung sowie der vertikalen Richtung definiert ist, zumindest im Wesentlichen frei positionierbar sein. Auf diese Weise kann auch der an dem Werkzeughalter angebrachte Druckkopf entlang der genannten Druckbahn, die innerhalb des genannten Raumvolumens verläuft, bewegt werden.

[0010] Alternativ zu einem Portalroboter kann als 3D-Positioniervorrichtung auch ein Knickarmroboter oder

ein anderes insbesondere aus dem Maschinenbau bekanntes Bewegungssystem verwendet werden, das einen daran befestigten Druckkopf entlang einer vorgegebenen oder vorgebbaren Druckbahn bewegen kann.

[0011] Dem Druckkopf kann dabei fortlaufend der genannte Baustoff zugeführt werden. Dazu kann der Baustoff grundsätzlich in einem Behälter, wie etwa einem Tank, gelagert sein, das mit dem Druckkopf mitgeführt wird und zu diesem Zweck an dem Druckkopf oder an dem Werkzeughalter befestigt sein kann. Vorzugsweise wird der Baustoff jedoch von extern zugeführt, beispielsweise über einen Schlauch, der zum Beispiel von einer Betonpumpe gespeist wird. Der Baustoff ist zweckmäßigerweise zunächst, d. h. vor und beim Applizieren, plastisch verformbar, weist dabei jedoch bereits eine hinreichende Stabilität auf, um dann (nach dem Austreten aus dem Druckkopf) seine Position und zumindest weitgehend auch seine Form beizubehalten, während er aushärtet. Bei dem Baustoff kann es sich insbesondere um einen Beton handeln.

[0012] Erfindungsgemäß verläuft die genannte Druckbahn in mehreren horizontalen Lagen, die vertikal parallelversetzt zueinander sind. Die genannten mehreren horizontalen Lagen müssen nicht unbedingt alle horizontalen Lagen umfassen, in denen die Druckbahn insgesamt verläuft. Für das erfindungsgemäße Verfahren zur Errichtung der Gebäudewand werden nur diejenigen Lagen der Druckbahn betrachtet, innerhalb derer sich die Gebäudewand erstreckt. Die Druckbahn kann, insbesondere oberhalb sowie gegebenenfalls auch unterhalb der (zu errichtenden) Gebäudewand, in noch weiteren horizontalen Lagen verlaufen, die von den genannten mehreren horizontalen Lagen nicht umfasst sind und hier nicht weiter betrachtet werden. Dass die Druckbahn in Lagen verläuft, meint insbesondere, dass sich die Druckbahn (von möglichen Übergängen zwischen den Lagen abgesehen) in Abschnitte aufteilen lässt, die jeweils vollständig innerhalb einer jeweiligen der horizontalen Lagen liegen und somit ihrerseits einen zumindest im Wesentlichen horizontalen Verlauf aufweisen.

[0013] Durch den Verlauf in horizontalen Lagen kann der 3D-Druck schichtweise erfolgen, indem zunächst die unterste Lage gemäß dem darin verlaufenden Abschnitt der Druckbahn durchlaufen wird und dabei der Baustoff entlang diesem Abschnitt auf einem Untergrund oder einem Fundament appliziert wird. Anschließend kann der Baustoff von unten nach oben Lage für Lage auf den jeweils zuvor schon ausgegebenen Baustoff appliziert werden. Die Lagen müssen dabei nicht unbedingt exakt horizontal sein, vorzugsweise sind sie es jedoch zumindest im Wesentlichen. Außerdem sind die Lagen vorzugsweise in vertikaler Richtung regelmäßig verteilt, so dass benachbarte Lagen jeweils denselben Abstand zueinander aufweisen, der zweckmäßigerweise zumindest im Wesentlichen der Dicke (Erstreckung in vertikaler Richtung) des vom Druckkopf ausgegebenen Materialstranges ist.

[0014] Die Druckbahn kann insofern diskontinuierlich

sein, als sie Unterbrechungen aufweisen kann, innerhalb derer der Druckkopf zwar bewegt wird, jedoch keinen Baustoff ausgibt. Eine solche Unterbrechung kann insbesondere beim Übergang von einer Lage in die nächste Lage zweckmäßig sein. Außerdem können solche Unterbrechungen vorgesehen sein, um Aussparungen, wie etwa ein Fenster oder eine Tür oder Öffnungen für Elektro- oder Sanitärinstallationen, in der Gebäudewand auszubilden. Darüber hinaus kann die Druckbahn unterbrochen sein, damit zwischendurch mittels derselben 3D-Positioniervorrichtung andere Funktionen als das Applizieren von Baustoff umgesetzt werden können.

[0015] Ferner umfasst die Druckbahn erfindungsgemäß zur Ausbildung einer ersten Wandfläche der Gebäudewand in jeder der genannten Lagen (d. h. der genannten mehreren Lagen, innerhalb derer sich die Gebäudewand erstreckt) einen jeweiligen ersten Abschnitt. Insofern kann der in den genannten Lagen entlang des jeweiligen ersten Abschnitts applizierte Baustoff dann insgesamt die erste Wandfläche bilden. Die Bezeichnung der Wandfläche als erste Wandfläche und die Bezeichnung des ersten Abschnitts als erster Abschnitt dienen nur der begrifflichen Unterscheidung von gegebenenfalls vorgesehenen weiteren Wandflächen und Abschnitten, implizieren aber nicht, dass die Gebäudewand zwangsläufig noch eine oder mehrere weitere Wandflächen umfasst bzw. die Druckbahn zwangsläufig in jeder der genannten Lagen (zur Ausbildung einer oder mehrerer weiterer Wandflächen der Gebäudewand) noch einen oder mehrere jeweilige weitere Abschnitte umfasst.

[0016] Ähnlich wie die Druckbahn als Ganzes kann auch der genannte jeweilige erste Abschnitt diskontinuierlich sein, also Unterbrechungen aufweisen. Grundsätzlich kann der Druckkopf innerhalb einer solchen Unterbrechung des jeweiligen ersten Abschnitts entlang einem (in derselben oder einer anderen der mehreren Lagen verlaufenden) anderen Abschnitt der Druckbahn bewegt werden und dabei den Baustoff ausgeben. Vorzugsweise wird jedoch während einer solchen Unterbrechung des jeweiligen ersten Abschnitts nicht entlang eines anderen Abschnitts der Druckbahn Baustoff ausgegeben. Der jeweilige erste Abschnitt weist vorzugsweise einen Verlauf auf, der zumindest insofern annähernd kontinuierlich ist, als zwei Teilabschnitte, in die er an einer jeweiligen Unterbrechung geteilt wird, zumindest im Wesentlichen miteinander fluchten. Insbesondere kann der gesamte jeweilige erste Abschnitt entlang einer geraden Linie verlaufen.

[0017] Erfindungsgemäß umfasst das Verfahren ferner, dass zumindest ein längliches Armierungselement bereitgestellt wird, das sich entlang einer Längsrichtung erstreckt, quer zur Längsrichtung eine erste Seite und eine dazu entgegengesetzte zweite Seite aufweist sowie zumindest eine Durchgangsöffnung aufweist, welche die beiden Seiten (d. h. die erste Seite und die zweite Seite) miteinander verbindet. Das Armierungselement weist vorzugsweise einen zumindest im Wesentlichen (insbesondere abgesehen von quer zur Längsrichtung verlau-

fenden Durchgangsöffnungen) konstanten Querschnitt auf. Die genannte erste Seite kann insbesondere in eine zur Längsrichtung orthogonale Querrichtung weisend ausgerichtet sein, während die zweite Seite dann entgegen der Querrichtung, d. h. in die zur Querrichtung entgegengesetzte Richtung, weisend ausgerichtet ist. Die zumindest eine Durchgangsöffnung kann insbesondere quer zur Längsrichtung, vorzugsweise parallel zur genannten Querrichtung, durch das Armierungselement hindurch verlaufen. Ferner kann es die erste Seite und die zweite Seite des Armierungselements insbesondere insofern verbinden, als es für den Baustoff möglich ist, durch die zumindest eine Durchgangsöffnung von der ersten Seite auf die zweite Seite und/oder umgekehrt zu gelangen. Vorzugsweise weist das Armierungselement eine Vielzahl von Durchgangsöffnungen auf, die über die gesamte Längserstreckung des Armierungselements insbesondere regelmäßig verteilt angeordnet sein können.

[0018] Erfindungsgemäß umfasst das Verfahren ferner, dass das zumindest eine Armierungselement derart (bezüglich seiner Längserstreckung entlang der Längsrichtung) vertikal ausgerichtet auf einem Untergrund fixiert wird, dass es in zumindest einigen der Lagen den jeweiligen ersten Abschnitt kreuzt, so dass jeweils ein erster Teilabschnitt des ersten Abschnitts an einer der beiden genannten Seiten des Armierungselements angrenzt und ein zweiter Teilabschnitt des ersten Abschnitts an der anderen der beiden genannten Seiten des Armierungselements angrenzt. Bei dem Untergrund kann es sich beispielsweise um ein Fundament oder um einen bereits errichteten Boden eines Gebäudes handeln. Das Armierungselement kann für die genannte Fixierung unmittelbar an diesem Untergrund befestigt werden. Das Armierungselement kann aber auch dadurch auf dem Untergrund fixiert werden, dass zunächst in einigen wenigen Lagen entlang dem jeweiligen ersten Abschnitt Baustoff appliziert wird und das Armierungselement dann mit einem der Enden seiner Längserstreckung in den bereits applizierten Baustoff eingesteckt wird.

[0019] Bei den genannten zumindest einigen der Lagen, in denen das vertikal ausgerichtet fixierte Armierungselement den jeweiligen ersten Abschnitt kreuzt, handelt es sich insbesondere um eine der Länge (Erstreckung in Längsrichtung) des Armierungselements entsprechende Anzahl von ausgehend von dem Untergrund vertikal aneinander angrenzenden Lagen (gegebenenfalls abzüglich bereits vorhandener Lagen, in die das Armierungselement zur Fixierung eingesteckt worden ist). Grundsätzlich ist es auch denkbar, dass die genannten zumindest einigen der Lagen sämtliche der genannten mehreren Lagen umfassen, innerhalb derer sich die Gebäudewand erstreckt.

[0020] Erfindungsgemäß umfasst das Verfahren ferner, dass der Druckkopf in zumindest einer der Lagen (d. h. einer der genannten zumindest einigen der Lagen), nachdem (insbesondere unmittelbar nachdem) der

Druckkopf entlang dem ersten Teilabschnitt zu der jeweiligen Seite des Armierungselements (d. h. derjenigen Seite des Armierungselements, an der der erste Teilabschnitt angrenzt) hin bewegt worden ist und dabei Baustoff ausgegeben hat und/oder bevor (insbesondere unmittelbar bevor) der Druckkopf entlang dem zweiten Teilabschnitt von der jeweiligen Seite des Armierungselements (d. h. derjenigen Seite des Armierungselements, an der der zweite Teilabschnitt angrenzt) weg bewegt worden ist und dabei Baustoff ausgegeben hat, Baustoff durch die zumindest eine Durchgangsöffnung auf die jeweilige andere Seite des Armierungselements presst. Das Durchpressen erfolgt in zumindest einer der zumindest einigen Lagen, in denen das Armierungselement den jeweiligen ersten Abschnitt kreuzt, und kann auch in mehreren verschiedenen dieser Lagen erfolgen. Vorzugsweise erfolgt es in allen diesen Lagen. Das ist jedoch nicht unbedingt der Fall.

[0021] Auch wenn der Druckkopf das Armierungselement nicht passieren oder durchdringen kann, ist es durch das genannte Durchpressen möglich, dass auf der einen Seite des Armierungselements applizierter Baustoff und auf der anderen Seite des Armierungselements applizierter Baustoff durch das Armierungselement hindurch zu einer durchgehenden einheitlichen Masse verbinden, bevor der Baustoff ausgehärtet ist. Für eine zuverlässige Durchdringung des Armierungselements sorgt dabei insbesondere, dass der Druckkopf dazu genutzt wird, Baustoff durch die zumindest eine Durchgangsöffnung hindurch zu pressen.

[0022] Dazu kann beispielsweise vorgesehen sein, dass der Druckkopf in einer jeweiligen der zumindest einigen Lagen auf einer der Seiten des Armierungselements Baustoff appliziert und dabei entlang dem ersten Teilabschnitt bis an die zumindest eine Durchgangsöffnung heran bewegt wird, dann für einen gewissen Zeitraum weiterhin Baustoff ausgibt, ohne bewegt zu werden, um dadurch den Baustoff durch die zumindest eine Durchgangsöffnung des Armierungselements zu pressen; anschließend kann der Druckkopf auf die andere Seite des Armierungselements bewegt werden, während das Ausgeben von Baustoff pausiert, und dann wieder Baustoff ausgeben, während er entlang dem zweiten Teilabschnitt von der zumindest eine Durchgangsöffnung weg bewegt wird. Alternativ dazu kann vorgesehen sein, dass der Druckkopf in einer jeweiligen der zumindest einigen Lagen auf einer der Seiten des Armierungselements Baustoff appliziert und dabei entlang dem ersten Teilabschnitt bis an die zumindest eine Durchgangsöffnung heran bewegt wird, dort dann jedoch keinen weiteren Baustoff ausgibt, sondern, ohne Baustoff auszugeben, auf die andere Seite des Armierungselements und dort bis an die zumindest eine Durchgangsöffnung heran bewegt wird; anschließend kann der Druckkopf für einen gewissen Zeitraum Baustoff ausgeben, ohne bewegt zu werden, um dadurch den Baustoff durch die zumindest eine Durchgangsöffnung des Armierungselements zu pressen, bevor er entlang dem zweiten Teilab-

schnitt von der zumindest eine Durchgangsöffnung weg bewegt wird und dabei weiterhin Baustoff ausgibt. Schließlich ist grundsätzlich auch denkbar, dass (jedenfalls zunächst) nur auf einer der beiden Seiten des Armierungselements Baustoff entlang des jeweiligen Teilabschnitts zum Armierungselement hin und/oder vom Armierungselement weg appliziert wird sowie durch die zumindest eine Durchgangsöffnung des Armierungselements hindurch auf die andere Seite des Armierungselements gepresst wird.

[0023] Die zumindest eine Durchgangsöffnung weist vorzugsweise eine Größe auf, die ein einfaches Durchdringen des Baustoffes zulässt. Vorzugsweise weist das Armierungselement eine Vielzahl von Durchgangsöffnungen auf. Dabei ist es bevorzugt, wenn die Durchgangsöffnungen an der Gesamfläche, die das Armierungselement im Querschnitt orthogonal zum ersten Teilabschnitt und/oder zum zweiten Teilabschnitt aufweist, einen Anteil von zumindest 30 %, insbesondere von zumindest 50 %, ausmachen.

[0024] Das Armierungselement ist vorzugsweise starr ausgebildet und weist eine hohe Festigkeit auf. Als Material kann das Armierungselement insbesondere Kunststoff und/oder Metall, beispielsweise einen Stahl, umfassen. Des Weiteren kommen Kohlefaserwerkstoffe sowie Glasfaserwerkstoffe als Material für das Armierungselement in Betracht.

[0025] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform ist das Armierungselement als Profil ausgebildet, das sich mit zumindest im Wesentlichen konstantem Querschnitt entlang der Längsrichtung erstreckt. Das Profil ist vorzugsweise aus Metall, insbesondere aus einem Metallblech, gebildet. Zur Ausbildung des Profils kann das Metallblech, insbesondere an einer oder mehreren parallel zur Längsrichtung verlaufenden Kanten, umgebogen sein. Die Verwendung von Profilen ermöglicht es, für den 3D-Druck einer Gebäudewand Bauteile zu nutzen, die aus anderem Zusammenhang, nämlich aus dem Trockenbau und/oder dem Stahlleichtbau, bekannt sind und zur Verfügung stehen. Zudem lassen sich Profile mit vergleichsweise geringem Aufwand herstellen.

[0026] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist das Armierungselement einen Stegabschnitt auf, der sich entlang der Längsrichtung, vorzugsweise über die gesamte Länge (Erstreckung in Längsrichtung) des Armierungselements, erstreckt und orthogonal zum ersten Teilabschnitt und/oder zum zweiten Teilabschnitt ausgerichtet ist, wenn das Armierungselement an dem Untergrund fixiert ist; die zumindest eine Durchgangsöffnung ist dabei in dem Stegabschnitt ausgebildet. Der Stegabschnitt ist vorzugsweise flächig ausgebildet. Die zumindest eine Durchgangsöffnung kann dann beispielsweise durch Stanzen in dem Stegabschnitt ausgebildet sein.

[0027] Grundsätzlich kann der Stegabschnitt das gesamte Armierungselement bilden. Beispielsweise kann das Armierungselement insgesamt als flacher Metallblechstreifen ausgebildet sein, der dem Stegabschnitt

entspricht. Vorzugweise weist das Armierungselement jedoch noch weitere Abschnitte auf.

[0028] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorstehenden Ausführungsform weist das Armierungselement einen oder mehrere Flanschabschnitte auf, die sich entlang der Längsrichtung, vorzugsweise über die gesamte Länge des Armierungselements, erstrecken und orthogonal zum Stegabschnitt ausgerichtet sind. Die Flanschabschnitte können insbesondere flächig ausgebildet sein. Vorzugsweise sind zwei Flanschabschnitte vorgesehen, die im Querschnitt des Armierungselements (orthogonal zur Längsrichtung) an entgegengesetzten Enden des Stegabschnitts angeordnet sind. Ein oder mehrere solche Flanschabschnitte können die Biegesteifigkeit und Verwindungssteifigkeit sowie insgesamt die Stabilität des Armierungselements verbessern. Darüber hinaus können in das Profil, insbesondere entlang der Längsrichtung und/oder quer dazu, eingeprägte Sickenstrukturen die Stabilität des Profils und damit des Verbundes mit dem Baustoff noch verbessern.

[0029] Wenn das Armierungselement wie oben erläutert als Profil ausgebildet ist, kann gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Querschnitt des Profils eine C-Form, U-Form oder H-Form mit einem Stegabschnitt und zwei senkrecht dazu ausgerichteten Flanschabschnitten aufweisen, wobei die zumindest eine Durchgangsöffnung in dem Stegabschnitt ausgebildet ist. Insbesondere kann die zumindest eine Durchgangsöffnung also in dem der jeweiligen Öffnung der C-Form oder U-Form entgegengesetzten Boden der C-Form oder U-Form oder im zwischen den beiden Öffnungen der H-Form angeordneten Verbindungssteg der H-Form ausgebildet sein. Der Stegabschnitt und die Flanschabschnitte können dabei insbesondere auf eine der vorstehend beschriebenen Weisen ausgebildet sein.

[0030] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen, bei denen das Armierungselement Flanschabschnitte aufweist, wird der Baustoff derart appliziert, dass zumindest einer der Flanschabschnitte von außerhalb der Gebäudewand zugänglich bleibt. Sofern das Armierungselement als Profil mit C-förmigem, U-förmigem oder H-förmigem Querschnitt ausgebildet ist, kann insbesondere vorgesehen sein, dass der Baustoff vom Druckkopf bis ins Innere der C-Form, U-Form oder H-Form ausgegeben und durch den Stegabschnitt hindurch gepresst wird, jedoch einer oder beide Flanschabschnitte von außen frei bleiben. Dadurch kann der jeweilige Flanschabschnitt beispielsweise für eine Befestigung sonstiger Elemente an der Wandfläche zur Verfügung stehen.

[0031] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner: dass ein weiteres längliches Armierungselement bereitgestellt wird, das sich entlang einer Längsrichtung (des weiteren Armierungselements) erstreckt, quer zur Längsrichtung eine erste Seite und eine dazu entgegengesetzte zweite Seite aufweist sowie zumindest eine Durchgangsöffnung aufweist, welche die beiden Seiten miteinander verbind-

det; dass das weitere längliche Armierungselement, nachdem der Druckkopf in den genannten zumindest einigen der Lagen entlang dem jeweiligen ersten Abschnitt Baustoff appliziert hat, in Verlängerung des genannten Armierungselements derart vertikal ausgerichtet an diesem befestigt wird, dass es in zumindest einigen weiteren der Lagen den jeweiligen ersten Abschnitt kreuzt, so dass jeweils ein erster Teilabschnitt des ersten Abschnitts an einer der beiden Seiten des weiteren Armierungselements angrenzt und ein zweiter Teilabschnitt des ersten Abschnitts an der anderen der beiden Seiten des weiteren Armierungselements angrenzt; und dass der Druckkopf in zumindest einer der Lagen (d. h. einer der genannten zumindest einigen weiteren der Lagen), nachdem (insbesondere unmittelbar nachdem) der Druckkopf entlang dem ersten Teilabschnitt zu der jeweiligen Seite des weiteren Armierungselements (d. h. derjenigen Seite des weiteren Armierungselements, an der der erste Teilabschnitt angrenzt) hin bewegt worden ist und dabei Baustoff ausgegeben hat und/oder bevor (insbesondere unmittelbar bevor) der Druckkopf entlang dem zweiten Teilabschnitt von der jeweiligen Seite des weiteren Armierungselements (d. h. derjenigen Seite des weiteren Armierungselements, an der der zweite Teilabschnitt angrenzt) weg bewegt worden ist und dabei Baustoff ausgegeben hat, Baustoff durch die zumindest eine Durchgangsöffnung des weiteren Armierungselements auf die jeweilige andere Seite des weiteren Armierungselements presst.

[0032] Durch ein solches weiteres Armierungselement kann das genannte Armierungselement folglich verlängert werden, um eine Gebäudewand auszubilden, deren Höhe größer als die Länge des genannten Armierungselements ist. Insofern entspricht das weitere Verfahren in Bezug auf das weitere Armierungselement im Wesentlichen dem Vorgehen bei dem genannten Armierungselement, wobei ein Unterschied im Wesentlichen darin besteht, dass das weitere Armierungselement nicht auf einem Untergrund fixiert, sondern an dem genannten Armierungselement befestigt wird und daher nicht in denselben zumindest einigen der Lagen, sondern in zumindest einigen weiteren der Lagen, in denen die Druckbahn verläuft, den jeweiligen ersten Abschnitt kreuzt. Das weitere Armierungselement kann insbesondere baugleich zu dem genannten Armierungselement ausgebildet sein. Auch wenn es nicht baugleich zu dem genannten Armierungselement ausgebildet ist, kann das weitere Armierungselement insbesondere gemäß einer für das genannte Armierungselement beschriebenen Weisen ausgebildet sein und verwendet werden.

[0033] Die Befestigung des weiteren Armierungselements an dem genannten Armierungselement kann auf grundsätzlich bekannte Weise erfolgen. Insbesondere wenn das genannte Armierungselement und das weitere Armierungselement jeweils als Profil ausgebildet sind, kann für die Befestigung beispielsweise ein Profilverbinder verwendet werden. Ein solcher Profilverbinder kann dazu ausgebildet sein, dass von entgegengesetzten Sei-

ten aus ein Ende (das obere Ende) des genannten Armierungselements und ein Ende (das untere Ende) des weiteren Armierungselements darin eingesteckt werden können, oder umgekehrt dazu ausgebildet sein, teilweise in das genannte Ende des genannten Armierungselement und teilweise in das genannte Ende des weiteren Armierungselements eingesteckt zu werden, so dass er jeweils das genannte Armierungselement und das weitere Armierungselement in miteinander fluchtender Anordnung hält.

[0034] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorstehenden Ausführungsform wird das weitere Armierungselement mittels eines Profilverbinders, der seinerseits zumindest eine Durchgangsöffnung aufweist, derart an dem genannten Armierungselement befestigt, dass die zumindest eine Durchgangsöffnung des Profilverbinders mit der zumindest einen Durchgangsöffnung des Armierungselements und/oder mit der zumindest einen Durchgangsöffnung des weiteren Armierungselements überlappt. Aufgrund der Überlappung ist dann vorteilhafterweise auch im Bereich des Profilverbinders ein Durchdringen des Baustoffes von der einen Seite des Armierungselements bzw. des weiteren Armierungselements durch die überlappenden Durchgangsöffnungen hindurch auf die dazu entgegengesetzte Seite möglich.

[0035] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird nicht lediglich ein einziges Armierungselement bereitgestellt, sondern werden mehrere Armierungselemente der genannten Art bereitgestellt, d. h. mehrere Armierungselemente, die jeweils in entsprechender Weise wie das genannte Armierungselement ausgebildet sind, und wird nicht lediglich ein einziges weiteres Armierungselement bereitgestellt, sondern werden mehrere weitere Armierungselemente der genannten Art bereitgestellt, d. h. mehrere weitere Armierungselemente, die jeweils in entsprechender Weise wie das beschriebene weitere Armierungselement ausgebildet sind. Insbesondere wird dann jedes der mehreren Armierungselemente auf die genannte, d. h. die für das einzelne Armierungselement beschriebene, Weise auf dem Untergrund fixiert und wird jedes der mehreren weiteren Armierungselemente auf die genannte, d. h. die für das einzelne weitere Armierungselement beschriebene, Weise in Verlängerung eines jeweiligen der genannten mehreren Armierungselemente an diesem befestigt, so dass jeweils zwei oder noch mehr Armierungselemente in Verlängerungen zueinander miteinander verbunden sind. Ferner kann dann insbesondere vorgesehen sein, dass der Druckkopf in Bezug auf jedes der mehreren Armierungselemente auf die genannte, d. h. die für das einzelne Armierungselement beschriebene, Weise Baustoff durch die zumindest eine Durchgangsöffnung des jeweiligen Armierungselements presst und dass der Druckkopf in Bezug auf jedes der mehreren weiteren Armierungselemente auf die genannte, d. h. die für das einzelne weitere Armierungselement beschriebene, Weise Baustoff durch die zumindest eine Durchgangsöffnung des jeweiligen weiteren Armierungselements

presst.

[0036] Bei dieser Ausführungsform ist ferner vorgesehen, dass sich die Längen der mehreren Armierungselemente unterscheiden, so dass die Befestigung der mehreren weiteren Armierungselemente an jeweils einem der genannten mehreren Armierungselemente in unterschiedlichen Höhen, d. h. in unterschiedlichem vertikalem Abstand vom Untergrund, erfolgt. Da die Stabilität der Wandfläche im Bereich der Befestigung eines jeweiligen der mehreren weiteren Armierungselemente an einem jeweiligen der genannten mehreren Armierungselemente vergleichsweise geringer sein kann als in Bereichen, in denen sich ein jeweiliges Armierungselement oder weiteres Armierungselement durchgehend erstreckt, wird durch eine solche Ausführungsform vermieden, dass sich solche Bereiche geringerer Stabilität allesamt in derselben Höhe befinden und die Wandfläche dadurch entlang einer durchgehenden horizontalen Linie geschwächt ist.

[0037] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner: dass ein längliches Querarmierungselement bereitgestellt wird, das sich entlang einer Längsrichtung (des Querarmierungselements) erstreckt, quer zur Längsrichtung eine erste Seite und eine dazu entgegengesetzte zweite Seite aufweist sowie zumindest eine Durchgangsöffnung aufweist, welche die beiden Seiten miteinander verbindet; und dass das Querarmierungselement, nachdem der Druckkopf in zumindest einer der weiteren Lagen entlang dem jeweiligen ersten Abschnitt Baustoff appliziert hat, (bezüglich seiner Längserstreckung entlang der Längsrichtung) horizontal ausgerichtet auf dem applizierten Baustoff aufgebracht und vorzugsweise mit dem genannten (vertikal fixierten) Armierungselement gekoppelt wird. Das Querarmierungselement kann insbesondere baugleich zu dem genannten Armierungselement ausgebildet sein. Auch wenn es nicht baugleich zu dem genannten Armierungselement ausgebildet ist, kann das Querarmierungselement insbesondere gemäß einer für das genannte Armierungselement beschriebenen Weise ausgebildet sein.

[0038] Das Aufbringen des Querarmierungselements auf dem applizierten Baustoff kann umfassen, dass das Querarmierungselement zumindest teilweise in den Baustoff einsinkt oder eingedrückt wird, so dass der Baustoff durch die zumindest eine Durchgangsöffnung des Querarmierungselements dringen kann. Außerdem wird in der darauffolgenden Lage, d. h. in der vertikal unmittelbar darüberliegenden Lage, der Druckbahn der Baustoff dann auf dem horizontalen Querarmierungselement appliziert und kann somit durch die zumindest eine Durchgangsöffnung in Kontakt mit dem Baustoff der darunterliegenden Lage gelangen, so dass das Querarmierungselement zur Stabilität der Wandfläche beitragen kann, ohne einer stoffschlüssig durchgehenden Struktur des (letztlich ausgehärteten) Baustoffs durch die verschiedenen Lagen hindurch entgegenzustehen.

[0039] Die Kopplung des Querarmierungselements

mit dem genannten Armierungselement kann beispielsweise durch einfaches Einstecken des einen in den anderen erfolgen. Insbesondere wenn das genannte Armierungselement als Profil mit U-förmigem, C-förmigem oder H-förmigem Querschnitt ausgebildet ist, kann ein Ende (bezüglich der Längserstreckung) des Querarmierungselements durch die Öffnung der U-Form oder C-Form oder eine der Öffnungen der H-Form in das Profil eingesteckt werden. Die Kopplung muss nicht eigens gegen ein Lösen gesichert sein, da der aushärtende Baustoff bereits für eine Fixierung sorgt. Vorzugsweise sind das Querarmierungselement und das genannte Armierungselement jedoch so gekoppelt, dass sie in einer relativen Ausrichtung zueinander, insbesondere orthogonal zueinander, gehalten werden. Beispielsweise kann dazu durch Schrauben, Nieten oder Verkrümpen eine feste Verbindung zwischen dem Armierungselement und dem Querarmierungselement hergestellt werden, um die Festigkeit und Steifigkeit der zu errichtenden Gebäudewand zu erhöhen.

[0040] Grundsätzlich kann die Gebäudewand mehr als lediglich eine Wandfläche aufweisen, wobei jede der Wandflächen für sich und grundsätzlich unabhängig von den weiteren Wandflächen derselben Gebäudewand auf die erfindungsgemäße Weise ausgebildet sein kann. Mit anderen Worten kann vorgesehen sein, dass das genannte zumindest eine Armierungselement ausschließlich (zumindest teilweise) innerhalb der genannten ersten Wandfläche angeordnet ist, jedoch nicht auch in einer weiteren Wandfläche. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass die Gebäudewand mehrere Wandflächen umfasst und sich das genannte zumindest eine Armierungselement über zumindest zwei dieser Wandflächen erstreckt und somit teilweise in der einen Wandfläche und teilweise in der anderen Wandfläche angeordnet ist, wie im Folgenden dargelegt wird.

[0041] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umfasst die Druckbahn zur Ausbildung einer zweiten Wandfläche der Gebäudewand in jeder der genannten Lagen (d. h. der genannten mehreren Lagen, innerhalb derer sich die Gebäudewand erstreckt) einen jeweiligen zweiten Abschnitt, wobei das zumindest eine Armierungselement derart (bezüglich seiner Längserstreckung entlang der Längsrichtung) vertikal ausgerichtet auf einem Untergrund fixiert wird, dass es in den genannten zumindest einigen der Lagen den jeweiligen zweiten Abschnitt kreuzt, so dass jeweils ein erster Teilabschnitt des zweiten Abschnitts an einer der beiden genannten Seiten des Armierungselements angrenzt und ein zweiter Teilabschnitt des zweiten Abschnitts an der anderen der beiden genannten Seiten des Armierungselements angrenzt, und wobei der Druckkopf in der genannten zumindest einen der Lagen, nachdem (insbesondere unmittelbar nachdem) der Druckkopf entlang dem ersten Teilabschnitt des jeweiligen zweiten Abschnitts zu der jeweiligen Seite des Armierungselements (d. h. derjenigen Seite des weiteren Armierungselements, an der der erste Teilabschnitt angrenzt) hin be-

wegt worden ist und dabei Baustoff ausgegeben hat und/oder bevor (insbesondere unmittelbar bevor) der Druckkopf entlang dem zweiten Teilabschnitt des jeweiligen zweiten Abschnitts von der jeweiligen Seite des Armierungselements (d. h. derjenigen Seite des weiteren Armierungselements, an der der zweite Teilabschnitt angrenzt) weg bewegt worden ist und dabei Baustoff ausgegeben hat, Baustoff durch die zumindest eine Durchgangsöffnung oder durch eine weitere Durchgangsöffnung des Armierungselements auf die jeweilige andere Seite des Armierungselements presst.

[0042] Bei dieser Ausführungsform kann der in den genannten mehreren Lagen entlang des jeweiligen ersten Abschnitts der Druckbahn applizierte Baustoff insgesamt die erste Wandfläche bilden und der in den genannten Lagen entlang des jeweiligen zweiten Abschnitts der Druckbahn applizierte Baustoff insgesamt die zweite Wandfläche bilden. Die Gebäudewand ist dadurch (zumindest vorläufig) mindestens doppelwandig ausgebildet. Je nach dem Abstand der beiden Wandflächen voneinander kann zwischen den Wandflächen ein Freiraum ausgebildet sein, so dass die Gebäudewand hohl ist, wobei der Freiraum nach dem Errichten der Wandflächen noch ausgefüllt, zum Beispiel mit konventionellem Beton zumindest teilweise ausgegossen, werden kann. Grundsätzlich kann die Gebäudewand noch weitere Wandflächen aufweisen, die auf entsprechende Weise ausgebildet werden können. Bei der ersten Wandfläche und der zweiten Wandfläche kann es sich insbesondere um die beiden äußersten Wandflächen handeln, die die Gebäudewand folglich in entgegengesetzter Richtung nach außen begrenzen. Das ist aber nicht zwingend der Fall.

[0043] Der jeweilige erste Abschnitt und der jeweilige zweite Abschnitt weisen vorzugsweise dieselbe Länge auf. Der jeweilige zweite Abschnitt kann insbesondere zum jeweiligen ersten Abschnitt parallelversetzt sein. Sofern die beiden Abschnitte einen geraden Verlauf aufweisen, ist die Richtung des Parallelversatzes vorzugsweise senkrecht zu diesem Verlauf. Bei einem gebogenen Verlauf der Abschnitte ist der genannte Parallelversatz vorzugsweise so zu verstehen, dass der jeweilige erste Abschnitt und der jeweilige zweite Abschnitt derart innerhalb der jeweiligen Lage der Druckbahn verlaufen, dass sie einen konstanten Abstand zueinander aufweisen.

[0044] Die Besonderheit der vorliegenden Ausführungsform liegt insbesondere darin, dass das zumindest eine Armierungselement in den genannten zumindest einigen der mehreren Lagen der Druckbahn, innerhalb derer sich die (zu errichtende) Gebäudewand erstreckt, nicht nur den für die erste Wandfläche vorgesehenen jeweiligen ersten Abschnitt, sondern auch den für die zweite Wandfläche vorgesehenen jeweiligen zweiten Abschnitt kreuzt. Das Armierungselement erstreckt sich also, insbesondere orthogonal zu den beiden Wandflächen, von der ersten Wandfläche bis zur zweiten Wandfläche. Sofern die erste Wandfläche und die zweite Wandfläche nicht unmittelbar benachbart zu einander angeordnet sind, werden die erste Wandfläche und die

zweite Wandfläche durch das Armierungselement folglich über den Abstand zwischen den beiden Wandflächen hinweg miteinander verbunden. Die sorgt für eine vorteilhafte zusätzliche Stabilisierung der Gebäudewand.

[0045] Dabei kann der Abstand zwischen der ersten Wandfläche der zweiten Wandfläche insbesondere durch den genannten Stegabschnitt des Armierungselements überbrückt werden. Gegebenenfalls vorgesehene Flanschabschnitte des Armierungselements können jeweils innerhalb der einen bzw. innerhalb der anderen Wandfläche angeordnet sein. Alternativ dazu kann vorgesehen sein, dass zumindest einer der Flanschabschnitte an einer Außenseite einer jeweiligen der beiden Wandflächen, die von der jeweils anderen Wandfläche abgewandt ist, angeordnet ist und dadurch von außerhalb der Gebäudewand zugänglich bleibt.

[0046] Die Erfindung wird im Folgenden lediglich beispielhaft unter Bezugnahme auf die Figuren weiter erläutert.

[0047] Die Figuren 1 und 2 zeigen jeweils in stark vereinfachter schematischer Darstellung eine Gebäudewand 11, die im 3D-Druck errichtet wird. Die Gebäudewand 11, die eine erste Wandfläche 13 umfasst und grundsätzlich auch noch weitere Wandflächen umfassen kann, ist dabei jeweils noch unvollständig.

[0048] An dem Werkzeughalter einer in den Figuren nicht gezeigten 3D-Positioniervorrichtung ist ein Druckkopf 15 angebracht, dem, beispielsweise von einer Betonpumpe, fortlaufend ein Beton als Baustoff 17 zugeführt wird. Dieser Beton ist zunächst plastisch verformbar und kann von dem Druckkopf 15 an einem Auslass 19 des Druckkopfes 15 als Materialstrang ausgegeben werden. Bei dem Beton handelt es sich um einen Spezialbeton, der unmittelbar, nachdem er von dem Druckkopf 15 ausgegeben worden ist, bereits weitgehend formstabil ist und anschließend zügig aushärtet.

[0049] Die Gebäudewand 11 wird 3D-gedruckt, indem der Baustoff 17 mittels des Druckkopfes 15 entlang einer vorgegebenen Druckbahn appliziert wird, d. h. indem der Druckkopf 15 mittels der 3D-Positioniervorrichtung entlang der Druckbahn bewegt wird und dabei den Baustoff 17 ausgibt. Die Druckbahn verläuft dabei in mehreren horizontalen Lagen 21, von denen in Fig. 1 nur eine Lage 21 gezeigt ist und in Fig. 2 nur einige Lagen 21 gezeigt sind. Ausgehend von der untersten Lage 21, die sich unmittelbar über den Untergrund befindet, auf dem die Gebäudewand 11 errichtet wird, wird der Baustoff 17 dabei Lage 21 für Lage 21 gemäß der Druckbahn appliziert.

[0050] Die Druckbahn umfasst in jeder der mehreren Lagen 21, innerhalb derer sich die zu errichtende Gebäudewand 11 erstreckt, einen jeweiligen ersten Abschnitt 23, der in dem gezeigten Beispiel einen geraden Verlauf aufweist. Der in den mehreren Lagen 21 entlang des jeweiligen ersten Abschnitts 23 applizierte Baustoff 17 bildet dann insgesamt die erste Wandfläche 13. Beim Übergang aus einer jeweiligen Lage 21 in eine nachfolgende Lage 21 gibt der Druckkopf 15 in dem gezeigten Beispiel keinen Baustoff 17 aus.

[0051] Zur Stabilisierung der ersten Wandfläche 13 sind Armierungselemente 25 vertikal ausgerichtet auf dem genannten Untergrund fixiert, die sich jeweils mit zumindest im Wesentlichen konstantem Querschnitt entlang einer Längsrichtung L erstrecken. Sie erstrecken sich dabei durch eine ihrer jeweiligen Länge entsprechende Anzahl von Lagen 21 der Druckbahn und kreuzen dadurch in jeder dieser Lagen 21, durch die sie sich erstrecken, den jeweiligen ersten Abschnitt 23. Jedes Armierungselement 25 teilt dadurch in jeder der genannten Lagen 21 den jeweiligen ersten Abschnitt 23 in einen ersten Teilabschnitt und einen zweiten Teilabschnitt.

[0052] Da in den gezeigten Beispielen zwei Armierungselemente 25 vorgesehen sind, wird der jeweilige erste Abschnitt 23 jedoch nicht lediglich in zwei, sondern insgesamt in drei Teilabschnitte 27, 29, 31 geteilt. Bezogen auf das linke der jeweils zwei in den Figuren dargestellten Armierungselemente 25 bildet der Teilabschnitt 27 den ersten Teilabschnitt und bilden die Teilabschnitte 29, 31 den zweiten Teilabschnitt, während bezogen auf das jeweils rechte Armierungselement 25 die Teilabschnitte 27, 29 den ersten Teilabschnitt bilden und der Teilabschnitt 31 den zweiten Teilabschnitt bildet. Um auf die Teilabschnitte 27, 29, 31 auf einfache Weise eindeutig Bezug nehmen zu können, werden sie im Folgenden als erster Teilabschnitt 27, zweiter Teilabschnitt 29 und dritter Teilabschnitt 31 bezeichnet.

[0053] Der erste Teilabschnitt 27 grenzt an einer ersten Seite 33 des jeweils links dargestellten Armierungselements 25 an und der zweite Teilabschnitt 29 grenzt an einer der ersten Seite 33 entgegengesetzten zweiten Seite 35 des jeweils links dargestellten Armierungselements 25 an. In entsprechender Weise grenzt der zweite Teilabschnitt 29 an einer ersten Seite 33 des jeweils rechts dargestellten Armierungselements 25 an und der dritte Teilabschnitt 31 an einer der ersten Seite 33 entgegengesetzten zweiten Seite 35 des jeweils rechts dargestellten Armierungselements 25 an.

[0054] Die Armierungselemente 25 weisen jeweils eine Vielzahl von Durchgangsöffnungen 37 auf, welche die erste Seite 33 und die zweite Seite 35 des jeweiligen Armierungselements 25 miteinander verbinden. Dadurch kann der Baustoff 17 von dem Druckkopf 15 durch die Durchgangsöffnungen 37 hindurch gepresst werden. Somit kann vorgesehen sein, dass der Druckkopf 15 zunächst entlang einem der Teilabschnitte 27, 29, 31 zu der Seite 33, 35 eines der Armierungselemente 25, an der der jeweilige Teilabschnitt 27, 29, 31 angrenzt, bewegt wird und dabei den Baustoff 17 appliziert, bis der Druckkopf 15 diese Seite 33, 35 des Armierungselements 25 erreicht hat; und dass der Druckkopf 15 anschließend weiterhin den Baustoff 17 ausgibt, allerdings ohne dabei bewegt zu werden, so dass der Baustoff 17 durch eine oder mehrere in der jeweiligen Lage 21 liegende Durchgangsöffnungen 37 bis auf die entgegengesetzte Seite 33, 35 des Armierungselements 25 gepresst wird. Danach kann der Druckkopf 15 auf diese entgegengesetzte Seite 33, 35 des Armierungselements

25 bewegt werden und entlang dem an diese Seite 33, 35 angrenzenden Teilabschnitt 27, 29, 31 das Ausgeben des Baustoffs 17 wieder fortsetzen. Es kann auch umgekehrt vorgesehen sein, dass der Druckkopf 15 zunächst, ohne Baustoff 17 auszugeben, zu einer Seite 33, 35 eines der Armierungselemente 25 bewegt wird (beispielweise von der entgegengesetzten Seite 33, 35 des Armierungselements 25 aus) und dann dort den Baustoff 17 ausgibt, ohne dabei bewegt zu werden, so dass der Baustoff 17 durch eine oder mehrere in der jeweiligen Lage 21 liegende Durchgangsöffnungen 37 bis auf die entgegengesetzte Seite 33, 35 des Armierungselements 25 gepresst wird; und dass der Druckkopf 15 anschließend entlang dem an die genannte Seite 33, 35 angrenzenden Teilabschnitt 27, 29, 31 den Baustoff 17 appliziert.

[0055] Für das beschriebene Durchpressen kann es zweckmäßig sein, wenn der Auslass 19 des Druckkopfes 15 so ausgebildet ist, dass der Druckkopf 15 den Baustoff 17 mit einer Richtungskomponente senkrecht zu den Seiten 33, 35 des jeweiligen Armierungselements 25 ausgeben kann. In dem gezeigten Beispiel wird dies etwa dadurch erreicht, dass der Auslass 19 schräg verläuft. Außerdem ist der Druckkopf 15 an dem Werkzeughalter der 3D-Positioniervorrichtung um eine vertikale Drehachse drehbar gelagert und kann von der 3D-Positioniervorrichtung um diese Drehachse gedreht werden, was in Fig. 1 durch die zusätzliche Darstellung des Druckkopfes 15 mit unterbrochener Linie veranschaulicht wird. Durch eine solche Drehbarkeit kann der Druckkopf 15 den Baustoff 17 mit Druck sowohl gegen die erste Seite 33 als auch (um 180° gedreht) gegen die zweite Seite 35 eines jeweiligen Armierungselements 25 ausgeben und den Baustoff 17 dadurch durch jeweilige Durchgangsöffnungen 37 hindurch pressen.

[0056] Die Armierungselemente 25 sind in den gezeigten Beispielen jeweils als Profil ausgebildet, das sich mit zumindest im Wesentlichen konstantem Querschnitt entlang der Längsrichtung L des jeweiligen Armierungselements 25 erstreckt. Der Querschnitt weist dabei jeweils eine C-Form auf, deren Boden einem Stegabschnitt 39 des jeweiligen Armierungselements 25 entspricht und deren Schenkel Flanschabschnitten 41 des jeweiligen Armierungselements 25 entsprechen. Die Armierungselemente 25 sind dabei jeweils aus einem Metallblechstreifen gebildet, der an zur Längsrichtung L parallelen Kanten umgebogen ist, um die die genannte C-Form auszubilden. Die Flanschabschnitte 41 sind dadurch zumindest im Wesentlichen orthogonal zum Stegabschnitt 39 ausgerichtet. Derartige Profile sind für sich aus dem Trockenbau und Stahlleichtbau bekannt und können vorteilhafterweise in neuer Funktion als Armierung im 3D-Druck verwendet werden.

[0057] Die Durchgangsöffnungen 37 sind jeweils in dem Stegabschnitt 39 ausgebildet. Dabei kommen für die Durchgangsöffnungen 37 viele verschiedene Formen und Größen in Betracht. Vorzugsweise sind die Durchgangsöffnungen 37 gemäß einem regelmäßigen Muster

über die gesamte Länge des jeweiligen Armierungselements 25 verteilt angeordnet.

[0058] Die Flanschabschnitte 41 können in Abhängigkeit davon, wie und in welcher Menge der Baustoff 17 von dem Druckkopf 15 appliziert wird, von dem Baustoff 17 umgeben werden, so dass sie (wie in Fig. 1 gezeigt) in die Gebäudewand eingebettet werden, oder aber an ihren Außenseiten (wie in Fig. 2 gezeigt) frei von Baustoff 17 bleiben, so dass sie auch nach dem Errichten der Gebäudewand 11 zugänglich sind und beispielsweise für die Anbringung sonstiger Elemente zur Verfügung stehen.

[0059] Insbesondere Armierungselemente 25, die als Profile ausgebildet sind, können auf die in Fig. 2 gezeigte Weise am jeweiligen Untergrund fixiert werden. Dabei wird ein Bodenprofil 43, das einen Querschnitt mit U-Form aufweist derart horizontal ausgerichtet auf dem Untergrund befestigt, dass die Öffnung der U-Form nach oben weist. Die Armierungselemente 25 können dann vertikal von oben in das Bodenprofil 43 eingesetzt und gegebenenfalls daran befestigt werden. Die Maße des Bodenprofils 43 sind dabei vorzugsweise derart, dass in das Bodenprofil 43 eingesetzten Armierungselemente 25 von den Schenkeln der U-Form seitlich eng flankiert werden.

[0060] Die maximale Länge eines jeweiligen Armierungselements 25 kann insbesondere durch den Abstand des Auslasses 19 des Druckkopfes 15 vom Werkzeughalter oder von einer Traverse der 3D-Positionierungsvorrichtung begrenzt sein, damit die Beweglichkeit des Druckkopfes 15 durch das jeweilige Armierungselement 25 nicht behindert wird. Um Gebäudewände 11 auf die beschriebene Weise errichten zu können, deren Höhe größer als die Länge eines jeweiligen Armierungselements 25 ist, können die Armierungselemente 25 verlängert werden. Dazu kann an dem im fixierten Zustand nach obenweisenden Ende eines jeweiligen Armierungselements 25 ein weiteres Armierungselement 45 befestigt werden. Derartige weitere Armierungselemente 45 sind in Fig. 2 gezeigt (das rechte davon mit unterbrochener Linie dargestellt). Die weiteren Armierungselemente 45 sind dabei jeweils baugleich zu dem jeweiligen Armierungselement 25 ausgebildet, an dem sie jeweils befestigt sind.

[0061] Zur Befestigung eines jeweiligen weiteren Armierungselements 45 an einem jeweiligen Armierungselement 25 wird dabei jeweils ein Profilverbinder 47 verwendet, der im Querschnitt ebenfalls eine C-Form aufweist, die der C-Form des jeweiligen Armierungselements 25 und des jeweiligen weiteren Armierungselements 45 zumindest im Wesentlichen entspricht, jedoch etwas kleiner ist, so dass der Profilverbinder 47 entlang der Längsrichtung L mit einem Teil seiner Längserstreckung in das jeweilige Armierungselement 25 eingesteckt und mit dem übrigen Teil seiner Längserstreckung in das jeweils weitere Armierungselement 45 eingesteckt sein kann. Auf diese Weise wird das jeweilige weitere Armierungselement 45 an dem jeweiligen Armierungse-

lement 25 derart befestigt, dass diese beiden Armierungselemente 25, 45 miteinander fluchten.

[0062] An die weiteren Armierungselemente 45 können zur weiteren Verlängerung der Armierung im Verlauf des 3D-Druckens nach und nach jeweils noch weitere Armierungselemente befestigt werden, bis sich die Armierung über die gesamte Höhe der zu errichtenden Gebäudewand 11 erstreckt.

[0063] Wie in Fig. 2 gezeigt ist, können ferner zusätzlich zu den vertikal ausgerichteten Armierungselementen 25 ein oder mehrere Querarmierungselemente 49 in horizontaler Ausrichtung in die erste Wandfläche 13 der Gebäudewand 11 integriert werden. Dazu kann ein jeweiliges Querarmierungselement 49, nachdem in einigen der Lagen 21 der Baustoff 17 entlang dem genannten ersten Abschnitt 23 der Druckbahn appliziert worden ist, auf den zuletzt applizierten Baustoff 17 aufgebracht werden. Bei dem in Fig. 2 gezeigten Beispiel ist das Querarmierungselement 49 als Profil ausgebildet, dessen Querschnitt eine U-Form aufweist, und ist mit der Öffnung der U-Form nach unten auf den applizierten Baustoff 17 aufgebracht, so dass die Schenkel der U-Form in den Baustoff 17 eindringen oder den Baustoff 17 seitlich flankieren. Die Querarmierungselemente 49 können sich insbesondere jeweils über den gesamten Abstand zwischen zwei Armierungselementen 25 erstrecken. Außerdem werden sie jeweils an einem oder beiden dieser Armierungselemente 25 befestigt, was aber aufgrund der Einbettung in den aushärtenden Baustoff 17 nicht zwingend erforderlich ist.

[0064] Ähnlich den Armierungselementen 25 weisen auch die Querarmierungselemente 49 jeweils eine oder mehrere Durchgangsöffnungen 51 auf, die bezogen auf den Querschnitt der Querarmierungselemente 49 an dem der Öffnung entgegengesetzten Boden der U-Form vorgesehen sind. Durch die Durchgangsöffnung 51 hindurch kann Baustoff 17 dringen, so dass sich Baustoff 17, der nach dem Anbringen eines jeweiligen Querarmierungselements 49 auf diesem appliziert wird, mit dem bereits applizierten Baustoff 17, auf dem das jeweilige Querarmierungselement 49 aufgebracht wurde, verbinden kann. Dadurch beeinträchtigen die Querarmierungselemente 49 ebenso wenig wie die Armierungselemente 25 oder die weiteren Armierungselemente 45 die Ausbildung der Gebäudewand 11 als eine stoffschlüssig durchgehende Struktur. Gemeinsam tragen die Armierungselemente 25 sowie gegebenenfalls die weiteren Armierungselemente 45 und die Querarmierungselemente 49 dabei auf einfache, den 3D-Druck nicht behindernde Weise zu einer vorteilhaften Verbesserung der Stabilität der Gebäudewand 11 bei.

Bezugszeichen

[0065]

11 Gebäudewand
13 erste Wandfläche

15	Druckkopf	
17	Baustoff	
19	Auslass	
21	Lage	
23	erster Abschnitt	5
25	Armierungselement	
27	Teilabschnitt	
29	Teilabschnitt	
31	Teilabschnitt	
33	erste Seite	10
35	zweite Seite	
37	Durchgangsöffnung	
39	Stegabschnitt	
41	Flanschabschnitt	
43	Bodenprofil	15
45	weiteres Armierungselement	
47	Profilverbinder	
49	Querarmierungselement	
51	Durchgangsöffnung	
L	Längsrichtung	20

Patentansprüche

1. Verfahren zum Errichten einer Gebäudewand (11) 25
im 3D-Druck, welches umfasst,

- dass eine 3D-Positioniervorrichtung, insbe-
sondere ein Portalroboter, mit einem Werkzeug- 30
halter, an dem ein Druckkopf (15) angebracht
ist, bereitgestellt wird,
- dass dem Druckkopf (15) ein zunächst plas-
tisch verformbarer und dann aushärtender Bau-
stoff (17), insbesondere ein Beton, zugeführt 35
wird und
- dass der Baustoff (17) mittels des Druckkopfes
(15) entlang einer vorgegebenen oder vorgeb-
baren Druckbahn appliziert wird, indem der
Druckkopf (15) mittels der 3D-Positioniervor- 40
richtung entlang der Druckbahn bewegt wird
und dabei den Baustoff (17) ausgibt;

wobei die Druckbahn in mehreren horizon-
talen Lagen (21) verläuft, die vertikal paral-
lельversetzt zueinander sind, und zur Ausbil- 45
dung einer ersten Wandfläche (13) der Ge-
bäudewand (11) in jeder der genannten La-
gen (21) einen jeweiligen ersten Abschnitt
(23) umfasst,
wobei das Verfahren ferner umfasst, 50

- dass zumindest ein längliches Armierungsele-
ment (25) bereitgestellt wird, das sich entlang
einer Längsrichtung (L) erstreckt, quer zur
Längsrichtung (L) eine erste Seite (33) und eine 55
dazu entgegengesetzte zweite Seite (35) auf-
weist sowie zumindest eine Durchgangsöffnung
(37) aufweist, welche die beiden Seiten (33, 35)

miteinander verbindet,
- dass das zumindest eine Armierungselement
(25) derart vertikal ausgerichtet auf einem Un-
tergrund fixiert wird, dass es in zumindest eini-
gen der Lagen (21) den jeweiligen ersten Ab-
schnitt (23) kreuzt, so dass jeweils ein erster
Teilabschnitt (27, 29) des ersten Abschnitts (23)
an einer der beiden genannten Seiten (33, 35)
des Armierungselements (25) angrenzt und ein
zweiter Teilabschnitt (29, 31) des ersten Ab-
schnitts (23) an der anderen der beiden genann-
ten Seiten (33, 35) des Armierungselements
(25) angrenzt, und
- dass der Druckkopf (15) in zumindest einer der
Lagen (21), nachdem er entlang dem ersten
Teilabschnitt (27, 29) zu der jeweiligen Seite (33,
35) des Armierungselements (25) hin bewegt
worden ist und dabei Baustoff (17) ausgegeben
hat und/oder bevor er entlang dem zweiten Teil-
abschnitt (29, 31) von der jeweiligen Seite (33,
35) des Armierungselements (25) weg bewegt
worden ist und dabei Baustoff (17) ausgegeben
hat, Baustoff (17) durch die zumindest eine
Durchgangsöffnung (37) auf die jeweilige ande-
re Seite (33, 35) des Armierungselements (25)
presst.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
wobei das Armierungselement (25) als Profil, insbe-
sondere aus Kunststoff oder vorzugsweise aus Me-
tall, ausgebildet ist, das sich mit zumindest im We-
sentlichen konstantem Querschnitt entlang der
Längsrichtung (L) erstreckt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

wobei das Armierungselement (25) einen Steg-
abschnitt (39) aufweist, der sich entlang der
Längsrichtung (L) erstreckt und orthogonal zum
ersten Teilabschnitt (27, 29) und/oder zum zwei-
ten Teilabschnitt (29, 31) ausgerichtet ist, und
wobei die zumindest eine Durchgangsöffnung
(37) in dem Stegabschnitt (39) ausgebildet ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
wobei das Armierungselement (25) einen oder meh-
rere Flanschabschnitte (41) aufweist, die sich ent-
lang der Längsrichtung (L) erstrecken und orthogo-
nal zum Stegabschnitt (39) ausgerichtet sind.
5. Verfahren nach Anspruch 2,

wobei der Querschnitt eine C-Form, U-Form
oder H-Form mit einem Stegabschnitt (39) und
zwei senkrecht dazu ausgerichteten Flanschab-
schnitten (41) aufweist, und
wobei die zumindest eine Durchgangsöffnung
(37) in dem Stegabschnitt (39) ausgebildet ist.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,
wobei der Baustoff (17) derart appliziert wird, dass
zumindest einer der Flanschabschnitte (41) von au-
ßerhalb der Gebäudewand (11) zugänglich bleibt.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei das Verfahren ferner umfasst,
- dass ein weiteres längliches Armierungsele-
ment (45) bereitgestellt wird, das sich entlang
einer Längsrichtung (L) erstreckt, quer zur
Längsrichtung (L) eine erste Seite (33) und eine
dazu entgegengesetzte zweite Seite (35) auf-
weist sowie zumindest eine Durchgangsöffnung
(37) aufweist, welche die beiden Seiten (33, 35)
miteinander verbindet,
 - dass das weitere längliche Armierungselement
(45), nachdem der Druckkopf (15) in den ge-
nannten zumindest einigen der Lagen (21) ent-
lang dem jeweiligen ersten Abschnitt (23) Bau-
stoff appliziert hat, in Verlängerung des genann-
ten Armierungselements (25) derart vertikal
ausgerichtet an diesem befestigt wird, dass es
in zumindest einigen weiteren der Lagen (21)
den jeweiligen ersten Abschnitt (23) kreuzt, so
dass jeweils ein erster Teilabschnitt (27, 29) des
ersten Abschnitts (23) an einer der beiden ge-
nannten Seiten (33, 35) des weiteren Armie-
rungselements (45) angrenzt und ein zweiter
Teilabschnitt (29, 31) des ersten Abschnitts (23)
an der anderen der beiden genannten Seiten
(33, 35) des weiteren Armierungselements (45)
angrenzt, und
 - dass der Druckkopf (15) in zumindest einer der
Lagen (21), nachdem er entlang dem ersten
Teilabschnitt (27, 29) zu der jeweiligen Seite (33,
35) des weiteren Armierungselements (45) hin
bewegt worden ist und dabei Baustoff (17) aus-
gegeben hat und/oder bevor er entlang dem
zweiten Teilabschnitt (29, 31) von der jeweiligen
Seite (33, 35) des weiteren Armierungsele-
ments (25) weg bewegt worden ist und dabei
Baustoff (17) ausgegeben hat, Baustoff (17)
durch die zumindest eine Durchgangsöffnung
(37) auf die jeweilige andere Seite (33, 35) des
weiteren Armierungselements (45) presst.
8. Verfahren nach Anspruch 7,
wobei das weitere Armierungselement (45) mittels
eines Profilverbinders (47), der seinerseits zumin-
dest eine Durchgangsöffnung (37) aufweist, derart
an dem genannten Armierungselement (25) befest-
igt wird, dass die zumindest eine Durchgangsöff-
nung (37) des Profilverbinders mit der zumindest ei-
nen Durchgangsöffnung (37) des genannten Armie-
rungselements (25) und/oder mit der zumindest ei-
nen Durchgangsöffnung (37) des weiteren Armie-
rungselements (45) überlappt.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,
wobei mehrere Armierungselemente (25) der
genannten Art bereitgestellt werden und meh-
rere weitere Armierungselemente (45) der ge-
nannten Art bereitgestellt werden, und
wobei sich die Längen der mehreren Armie-
rungselemente (25) unterscheiden, so dass die
Befestigung der mehreren weiteren Armie-
rungselemente (45) an jeweils einem der ge-
nannten mehreren Armierungselemente (25) in
unterschiedlichen Höhen erfolgt.
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei das Verfahren ferner umfasst,
- dass ein längliches Querarmierungselement
(49) bereitgestellt wird, das sich entlang einer
Längsrichtung erstreckt, quer zur Längsrichtung
eine erste Seite und eine dazu entgegengesetz-
te zweite Seite aufweist sowie zumindest eine
Durchgangsöffnung (51) aufweist, welche die
beiden Seiten miteinander verbindet, und
 - dass das Querarmierungselement (49), nach-
dem der Druckkopf (15) in zumindest einer wei-
teren der Lagen (21) entlang dem jeweiligen ers-
ten Abschnitt (23) Baustoff (17) appliziert hat,
horizontal ausgerichtet auf dem applizierten
Baustoff (17) aufgebracht wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10,
wobei das auf dem applizierten Baustoff (17) aufge-
brachte Querarmierungselement (49) mit dem ge-
nannten Armierungselement (25) gekoppelt, insbe-
sondere verschraubt, vernietet oder verkrimpt, wird.
12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei die Druckbahn zur Ausbildung einer zwei-
ten Wandfläche der Gebäudewand (11) in jeder
der genannten Lagen (21) einen jeweiligen
zweiten Abschnitt umfasst,
wobei das zumindest eine Armierungselement
(25) derart vertikal ausgerichtet auf einem Un-
tergrund fixiert wird, dass es in den genannten
zumindest einigen der Lagen (21) den jeweili-
gen zweiten Abschnitt kreuzt, so dass jeweils
ein erster Teilabschnitt des zweiten Abschnitts
an einer der beiden genannten Seiten (33, 35)
des Armierungselements (25) angrenzt und ein
zweiter Teilabschnitt des zweiten Abschnitts an
der anderen der beiden genannten Seiten (33,
35) des Armierungselements (25) angrenzt, und
wobei der Druckkopf (15) in der genannten zu-
mindest einen der Lagen (21), nachdem er ent-
lang dem ersten Teilabschnitt des jeweiligen
zweiten Abschnitts zu der jeweiligen Seite (33,
35) des Armierungselements (25) hin bewegt

worden ist und dabei Baustoff (17) ausgegeben
hat und/oder bevor er entlang dem zweiten Teil-
abschnitt des jeweiligen zweiten Abschnitts von
der jeweiligen Seite (33, 35) des Armierungse-
lements (25) weg bewegt worden ist und dabei 5
Baustoff (17) ausgegeben hat, Baustoff (17)
durch die zumindest eine Durchgangsöffnung
(37) oder eine weitere Durchgangsöffnung (37)
des Armierungselements (25) auf die jeweilige 10
andere Seite (33, 35) des Armierungselements
(25) presst.

15

20

25

30

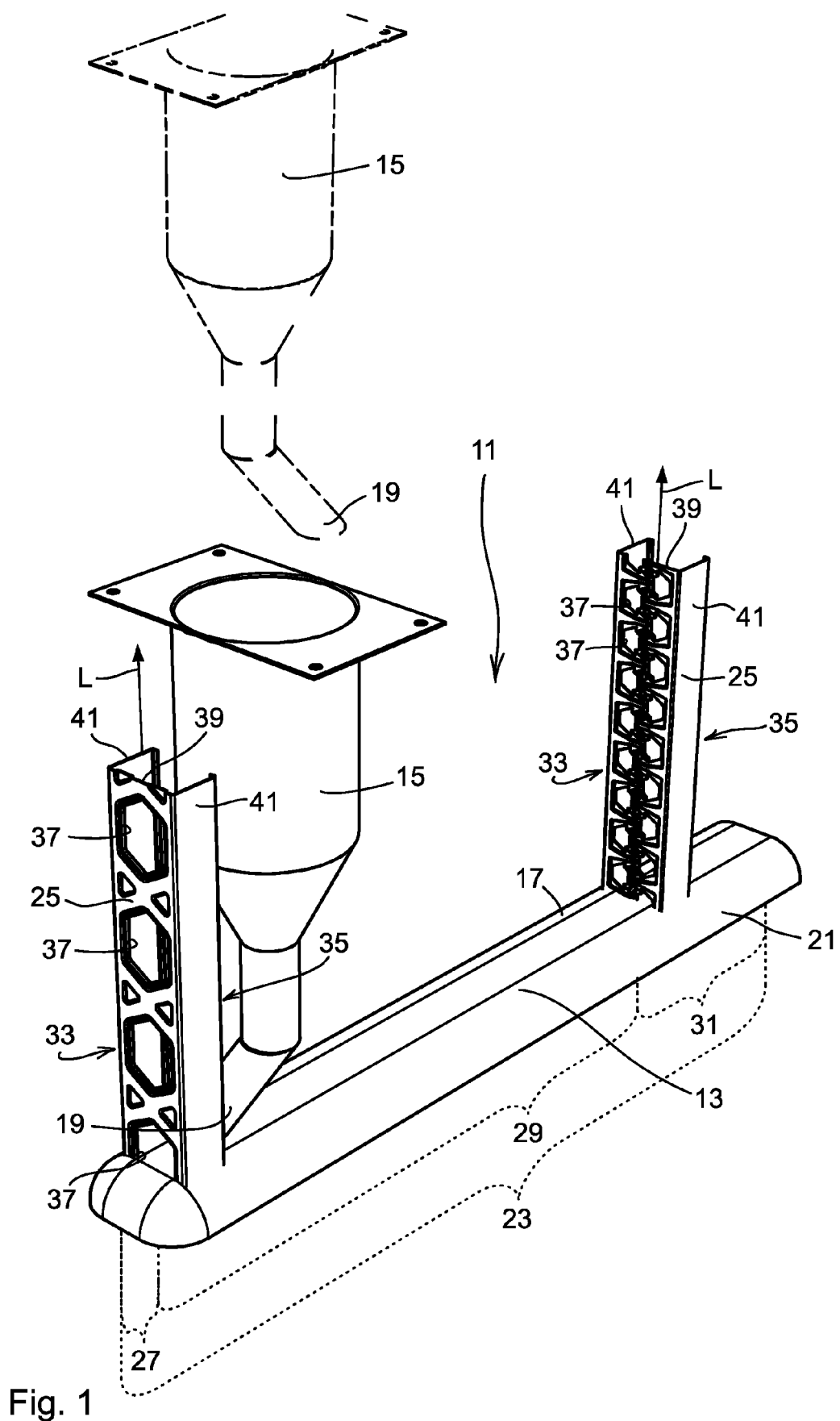
35

40

45

50

55



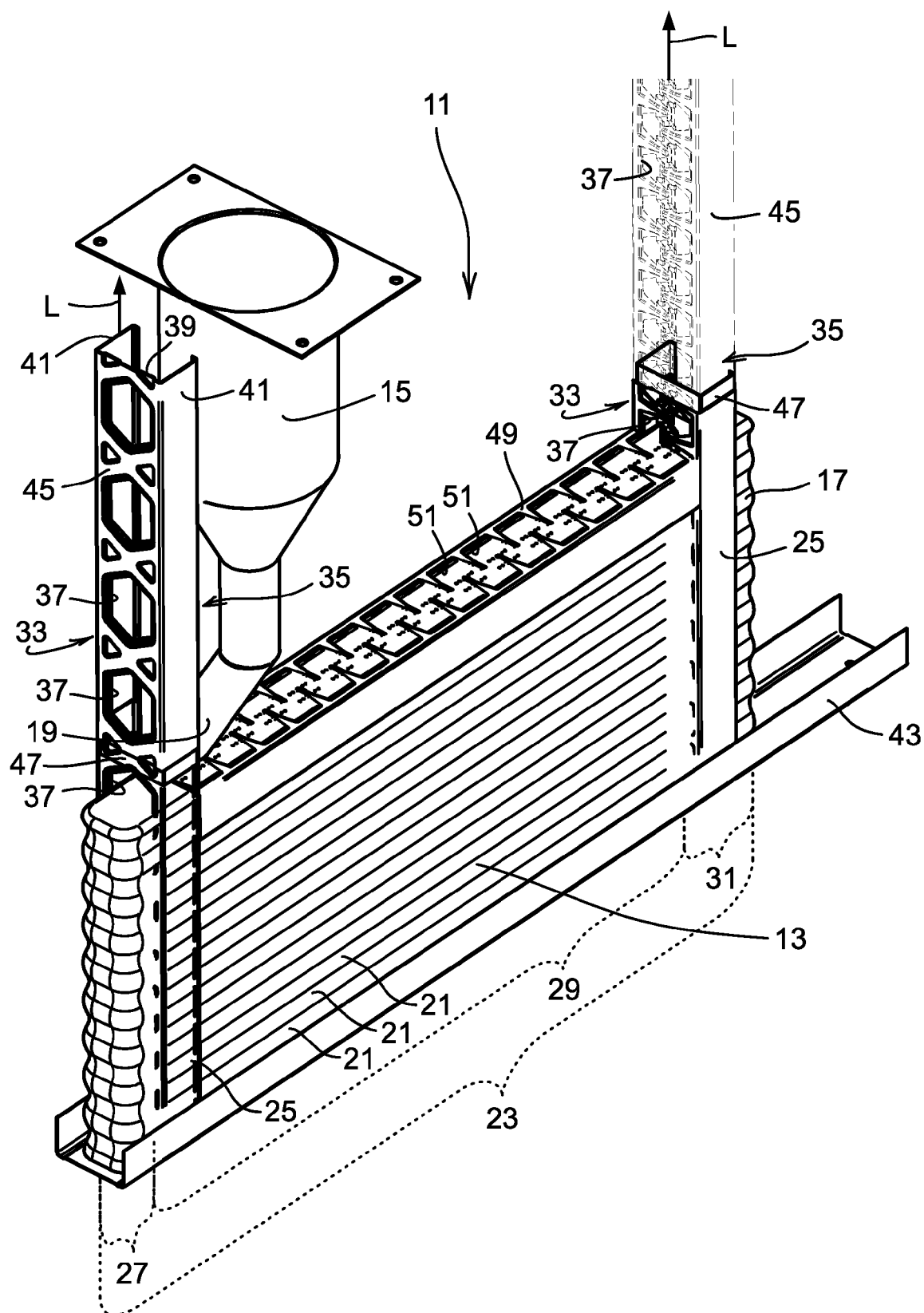


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 20 4359

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2020/252532 A1 (UNIV SWINBURNE TECHNOLOGY [AU]) 24. Dezember 2020 (2020-12-24) * Abbildungen 1-4, 6, 10 *	1-12	INV. E04G21/04 B28B1/00 E04C5/01
A	WO 2020/181323 A1 (DARBY CONSULTING SERVICES PTY LTD [AU]) 17. September 2020 (2020-09-17) * Abbildungen 2a-2e, 3a-3e, 16 *	1-12	
A	US 2021/114303 A1 (COOK NORMAN JOSEPH [US] ET AL) 22. April 2021 (2021-04-22) * Abbildungen 1-3 *	3-6	
A	KR 101 681 544 B1 (HONGIK UNIV INDUSTRY-ACADEMIA COOP FOUND [KR]) 1. Dezember 2016 (2016-12-01) * Abbildungen 1-6 *	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E04G B28B E04C E04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 22. März 2024	Prüfer Tryfonas, N
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 20 4359

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-03-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	WO 2020252532	A1	24-12-2020	AU 2020297662	A1	03-02-2022
				WO 2020252532	A1	24-12-2020
15	WO 2020181323	A1	17-09-2020	AU 2020236662	A1	12-08-2021
				WO 2020181323	A1	17-09-2020
	US 2021114303	A1	22-04-2021	US 2021114303	A1	22-04-2021
20				WO 2021076898	A2	22-04-2021
	KR 101681544	B1	01-12-2016	KEINE		
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82