

(19)



(11)

EP 3 889 351 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.10.2021 Patentblatt 2021/40

(51) Int Cl.:
E01C 5/06 (2006.01) E01C 11/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21165989.1**

(22) Anmeldetag: **30.03.2021**

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

(71) Anmelder: **Godelmann Pflasterstein GmbH & Co.
KG**
92269 Fensterbach (DE)

(72) Erfinder: **GODELMANN, Bernhard**
92245 Kümmersbruck (DE)

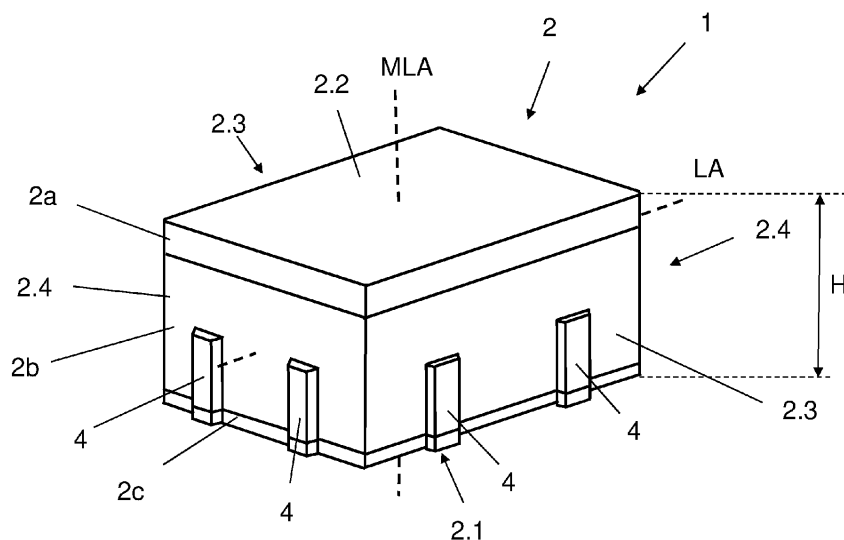
(74) Vertreter: **Glück Kritzenberger Patentanwälte
PartGmbH**
Hermann-Köhl-Strasse 2a
93049 Regensburg (DE)

(30) Priorität: **30.03.2020 DE 102020108785**

(54) BETONSTEIN UND FLÄCHENBELAG

(57) Die Erfindung betrifft einen Betonstein (1), insbesondere in Form eines im Verbund verlegbaren Flächenelementes zur Erstellung eines Flächenbelages, umfassend zumindest einen, mehrschichtig ausgebildeten Betonsteinkörper (2) mit zumindest einer ebenen Betonsteinunterseite (2.1) und einer dieser gegenüberliegenden im Wesentlichen flachen Betonsteinoberseite (2.2), wobei der Betonsteinkörper (2) zumindest eine die Betonsteinoberseite (2.2) bildende erste Betonschicht (2a), zumindest eine an die erste Betonschicht (2a) anschließende, wasserdurchlässige zweite Betonschicht (2b) sowie eine an die zweite Beton-

steinschicht (2b) unmittelbar anschließende dritte Betonschicht (2c) aufweist, wobei die dritte Betonschicht (2c) die Betonsteinunterseite (2.1) bildet, die zur Auflage auf einer Bettungsschicht (3) eines Untergrundes vorgesehen ist, und wobei die zwischen der ersten und dritten Betonschicht (2a, 2c) angeordnete zweite Betonschicht (2b) zur Aufnahme und Speicherung von Wasser ausgebildet ist. Besonders vorteilhaft ist die dritte Betonschicht (2c) wasserdurchlässig. Ebenfalls sind Gegenstand der Erfindung ein daraus hergestellter Flächenbelag.

**Fig. 1****EP 3 889 351 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Betonstein gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und einen Flächenbelag gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 11.

[0002] Betonsteine, insbesondere Pflastersteine, Treppenstufen, Mauer- und Begrenzungssteine aus Beton sind hinlänglich aus dem Stand der Technik bekannt. Derartige Betonsteine werden häufig im Straßen-, Verkehrswege- und Landschaftsbau zur Herstellung von Flächenbelägen, Mauern, Treppen oder sonstigen fest mit dem Boden verbauten Bauwerken eingesetzt.

[0003] Beispielsweise in urbanen Gebieten sind häufig große Bereiche der Oberfläche als begehbare oder befahrbare Verkehrsflächen wie Straßen, Wege, Plätze oder Parkplätze ausgebildet und mit aus derartigen Betonsteinen, insbesondere Pflastersteinen oder -platten gebildeten Flächenbelägen bedeckt. Die Betonsteine bzw. Pflastersteine aus Beton werden vorzugsweise auf einer Bettungsschicht des Untergrundes im Verbund verlegt, und zwar derart, dass zwischen benachbarten Pflaster- bzw. Formsteinen Fugen entstehen. Die Fugen werden mit geeigneten, meist sandartigen Fugenmaterialien verfüllt. Solche, in Form von Pflastern ausgebildete Flächenbeläge sind aus dem Stand der Technik hinreichend bekannt.

[0004] Bei allen mit einem Flächenbelag versehenen Flächen muss darauf geachtet werden, dass das auf die Oberfläche des Flächenbelags auftreffende Niederschlagswasser möglichst effektiv und ausreichend abgeführt wird. Bei den oberhalb genannten Pflastern aus Formsteinen erfolgt das Abführen des auftreffenden Niederschlagswassers in der Regel durch Versickern, wobei das Niederschlagswasser je nach Beschaffenheit der Formsteine, insbesondere je nach Art des zur Herstellung der Formsteine verwendeten Betons, lediglich über einen Versickerungsweg durch die Fugen oder aber über einen Versickerungsweg durch die Fugen und die Formsteine selbst versickern kann.

[0005] Aus der DE 10 2012 100 616 B4 ist beispielsweise bereits ein Flächenbelag aus zweischichtig ausgebildeten Formsteinen bekannt, welche unterhalb einer im Wesentlichen wasserundurchlässigen Schicht an der Oberfläche eine wasseraufnehmende, wasserdurchlässige Schicht aufweisen. Aufgrund der wasserdurchlässigen Ausbildung der unteren Schicht kann das Niederschlagswasser sowohl über die Fugen als auch zumindest teilweise über die wasserdurchlässige Schicht in Richtung der Bettungsschicht nach unten abfließen und trifft dadurch näherungsweise flächig auf der Bettungsschicht auf, wodurch ein so genanntes Verblocken der Fugen reduziert werden kann.

[0006] Auch gilt es bei großflächig angelegten und mit Flächenbelägen versehenen Verkehrsflächen aus städteplanerischer Sicht zu beachten, dass derartige Verkehrsflächen insbesondere in den Sommermonaten zu einem erheblichen Anteil zu einer überdurchschnittlichen innerstädtischen Erwärmung beitragen. Über die tagsü-

ber auftreffende Sonneneinstrahlung werden die Flächenbeläge aufgeheizt, speichern diese Wärme und geben diese nachts als Wärmestrahlung wieder ab. Dieses Phänomen wird als "urbaner Hitzeinseleffekt" bezeichnet. Hierdurch kann in Stadtgebieten im Vergleich zu ländlichen Gebieten insbesondere nachts eine zusätzliche Erwärmung um mehrere Grad Celsius hervorgerufen werden. Um diesen urbanen "Hitzeinseleffekt" entgegenzuwirken, ist es bereits bekannt, eine gesteigerte Wasserverdunstung vorzusehen, da bekanntlich bei der Verdunstung von Wasser Verdunstungskälte entsteht. Daher ist es wünschenswert, eine erhöhte Verdunstungsrate auch über spezielle Flächenbeläge urbaner Verkehrsflächen zu erreichen.

[0007] Gemäß einem in Deutschland angedachten Entwässerungsplan ist zukünftiges Ziel der Erhalt des natürlichen Wasserhaushaltes in Siedlungsgebieten, um Schäden durch Starkregen einzugrenzen. Optimaler Weise sollen zwischen 34 % und 92 % des Niederschlagswassers demnach verdunsten und transpirieren und der Rest im Grund versickern, d.h. dem Grundwasser wieder zugeführt werden.

[0008] Daher besteht ein Bedarf an Flächenbelägen, die in der Lage sind, Wasser aufzunehmen und zu speichern und das zwischengespeicherte Wasser bei Wärmeeinwirkung über Verdunstung wieder an die Umgebung abzugeben.

[0009] Derartige Flächenbeläge sind bereits aus der US2014/0048542 A1 und der JP2006283447 A bekannt. Nachteilig ist bei derartigen Flächenbelägen jedoch eine spezifische Vorbereitung des Untergrundes erforderlich, welche mit einem deutlichen Mehraufwand und somit höheren Kosten verbunden sind.

[0010] Auch ist aus der EP 3 153 625 B1 bereits ein Betonstein und ein daraus hergestellter Flächenbelag bekannt. Der Betonstein weist ebenfalls einen mehrschichten Aufbau auf und ist zur Auflage auf eine Bettungsschicht eines Untergrundes und zum Verlegen im Verbund ausgebildet. Hierbei umfasst der Formstein zumindest eine entlang der Oberseite des Formsteins angeordnete wasserundurchlässige, erste Schicht und zumindest eine daran unmittelbar anschließende wasserundurchlässige, zweite Schicht sowie zumindest eine an die zweite Schicht anschließende dritte Schicht. Die dritte Schicht ist als wasserundurchlässige Schicht ausgebildet und auf der zur Auflage auf die Bettungsschicht vorgesehenen Unterseite des Betonsteins angeordnet und die zwischen der ersten und dritten Schicht angeordnete zweite Schicht ist zur Aufnahme und Speicherung von Wasser ausgebildet. Die Wasserundurchlässigkeit der dritten Schicht führt dazu, dass sich in der zweiten Schicht Staunässe bildet und es damit zu einer Übersättigung der zweiten Schicht kommt. Nachteilig wird dadurch das Einsetzen des Verdunstungseffektes zeitlich verzögert oder setzt bei einer zu geringen Erwärmung des Betonsteins nur bedingt ein. Weiterhin nachteilig sind die Verdunstungseigenschaften eines derartigen Betonsteins aufgrund der wasserundurchlässigen dritten

Schicht daher begrenzt. Auch kann besonders nachteilig die Bildung von Staunässe bei einem Frost- / Tauwechsel zu einer Beschädigung des Betonsteins führen.

[0011] Ausgehend davon ist es Aufgabe der Erfindung, einen Betonstein, insbesondere einen Pflasterstein aus Beton anzugeben, der die Nachteile des Standes der Technik beseitigt und der auch die Aufnahme von Feuchtigkeit aus dem Bettungsmaterial unterhalb des Betonsteins ermöglicht. Die Aufgabe wird durch einen Betonstein gemäß Patentanspruch 1 und einen Flächenbelag gemäß Patentanspruch 11.

[0012] Betonsteine im Sinne der Erfindung können insbesondere Pflastersteine und Platten aus Beton sein, welche im Verbund auf einer Bettungsschicht verlegbar sind.

[0013] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ist die dritte Betonsteinschicht des erfindungsgemäßen Betonsteins wasserdurchlässig und weist im Vergleich zur zweiten Betonsteinschicht eine geringere Wasserdurchlässigkeit auf. Unter einer wasserdurchlässigen Schicht mit einer geringeren Wasserdurchlässigkeit wird im erfindungsgemäßen Sinne eine Betonsteinschicht verstanden, bei der Wasser zwar durch diese Schicht hindurchdringen kann, jedoch zeitverzögert und/oder im Vergleich zu einer wasserdurchlässigen Betonsteinschicht mit normaler oder höherer Wasserdurchlässigkeit mit einer verminderten oder reduzierten Geschwindigkeit. Auch ist diese Schicht an sich nicht zur Aufnahme und Speicherung von Wasser ausgebildet. Besonders vorteilhaft wird dadurch das Entstehen von Staunässe in der zweiten Betonsteinschicht vermieden, d.h. die von der zweiten wasserdurchlässigen Betonsteinschicht aufgenommene Wassermenge ist dadurch einstellbar bzw. besser regulierbar, und zwar derart, dass verbesserte Verdunstungseigenschaften des Betonsteins bzw. Betonpflastersteins entstehen. Auch wird hierdurch effektiv eine Beschädigung des Betonsteins bei Auftreten von Staunässe und einem Frost-/Tauwechsel vermieden.

[0014] Auch ergibt sich aufgrund der erfindungsgemäßen wasserdurchlässigen Ausbildung der dritten Betonsteinschicht der Vorteil, dass im Bettungsmaterial unterhalb des Betonsteins befindliche Feuchtigkeit bedingt durch den Kapillareffekt über die dritte Schicht in den Betonstein gesaugt wird. Hierdurch wird die Verdunstungsmenge aus dem Betonstein in die Atmosphäre zusätzlich erhöht.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsvariante besteht die dritte Betonsteinschicht aus einem feinen splitt- und/oder sandreichen Beton. Abhängig von der gewünschten Wasserdurchlässigkeit kann dem feinen splitt- und/oder sandreichen Beton auch noch grobkörnig zerkleinertes Steinmaterial zugesetzt sein. Durch die Verwendung eines feinen splitt- und/oder sandreichen Betonmaterials mit ggf. einem grobkörnigeren Splittanteil zur Herstellung der dritten Betonsteinschicht wird eine geringe Wasserdurchlässigkeit erreicht, wobei der Grad dessen durch die jeweilige Mischung zumindest teilweise durch den zugegebenen Anteil an Sand und/oder Splitt

und/oder die jeweils verwendete Körnung einstellbar ist. Vorteilhaft entstehen bei dem genannten Betonmaterial in der dritten Betonsteinschicht kleine Poren und/oder Hohlräume, die eine Kapillarwirkung erzeugen. Aufgrund dieser Kapillarwirkung kann beispielsweise über die dritte Betonsteinschicht auch noch in der Bettungsschicht vorhandene Feuchtigkeit der zweiten Betonsteinschicht zugeführt werden, wodurch die Verdunstungseigenschaften des Betonsteins noch weiter verbessert werden können.

[0016] In einer weiteren Ausführungsvariante besteht die zweite Betonsteinschicht aus einem haufwerksporigen Kernbeton. Durch die Verwendung eines haufwerksporigen Betonmaterials zur Herstellung der zweiten Betonsteinschicht ist eine optimale Aufnahme und Speicherung von Wasser im Betonstein möglich.

[0017] Vorteilhaft ist der Betonstein einstückig oder einteilig hergestellt, d.h. alle drei Betonsteinschichten werden in einem Herstellungsverfahren in Form eines Gesamtsteins hergestellt.

[0018] Weiterhin vorteilhaft ist die erste Betonsteinschicht durch eine zumindest teilweise wasserdurchlässige oder wasserundurchlässige Vorsatzbetonschicht gebildet. Durch die Verwendung einer zumindest teilweisen wasserdurchlässigen Vorsatzbetonschicht kann auch über die erste Betonsteinschicht der zweiten, wasserspeichernden Betonsteinschicht Niederschlagswasser zugeführt werden oder auch im Verdunstungsfall wieder entweichen. Die wasserundurchlässige Ausgestaltung der Vorsatzbetonschicht ermöglicht die gezielte Zuführung des Niederschlagswassers über die Fugen bzw. das darin befindliche Fugenmaterial, so dass besonders vorteilhaft auch noch eine effektive Filterung des Niederschlagswassers über diesen Versickerungsweg möglich ist.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsvariante weist die dritte Betonsteinschicht eine Schichtdicke auf, die zwischen 1% und 10% der Gesamthöhe des Betonsteinkörpers, bevorzugt zwischen 1% und 5% der Gesamthöhe des Betonsteinkörpers, beträgt. Vorteilhaft beträgt die Schichtdicke der dritten Betonsteinschicht zwischen 2 mm und 10 mm, vorzugsweise zwischen 3 mm und 5 mm. Bei diesen Schichtdicken konnten optimale Verdunstungsergebnisse erzielt werden.

[0020] Weiterhin vorteilhaft weist die zweite Betonsteinschicht eine Schichtdicke auf, die zwischen 60% und 90% der Gesamthöhe des Betonsteinkörpers, bevorzugt zwischen 70% und 85% der Gesamthöhe des Betonsteinkörpers, beträgt. Die zweite Betonsteinschicht bildet damit einen Großteil des Betonsteinkörpers aus, so dass eine hohe Wassermenge aufnehmbar und wieder abgebar ist.

[0021] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsvariante ist die Wasserdurchlässigkeit der dritten Betonsteinschicht im Vergleich zur Wasserdurchlässigkeit der zweiten Betonsteinschicht um wenigstens 30%, vorzugsweise um 50% reduziert. Hierdurch ist eine ausreichende Sättigung der zweiten Betonsteinschicht mit

Niederschlagswasser möglich, jedoch eine Übersättigung dessen wird effektiv verhindert. Die Verdunstungseigenschaften des Betonsteins werden effektiv verbessert.

[0022] Weiterhin vorteilhaft weist die erste Betonsteinschicht einen eingearbeiteten Photokatalysator wie beispielsweise Titandioxid auf. Die Oberfläche des erfindungsgemäßen Betonsteins ist damit zur photokatalytischen Luftreinigung ausgebildet. Besonders vorteilhaft können durch Bestrahlung mit Licht, vorzugsweise Sonnenlicht in der Umgebungsluft vorhandene Schadgase wie beispielsweise Stickoxide oder flüchtige organische Stoffe oxidiert und damit der Luft entzogen werden.

[0023] Gegenstand der Erfindung ist ebenfalls ein aus den erfindungsgemäßen Betonsteinen hergestellter Flächenbelag, der eine Vielzahl von auf einer Bettungsschicht eines Untergrundes durch Pflastern im Verbund verlegter mehrschichtiger Betonsteine umfasst. Jeder Betonstein weist zumindest eine erste Betonsteinschicht, eine wasserdurchlässige zweite Betonsteinschicht und eine dritte, wasserdurchlässige Betonsteinschicht auf, die im Vergleich zur zweiten Betonsteinschicht eine geringere Wasserdurchlässigkeit aufweist, wobei zwischen benachbarten Betonsteinen des Flächenbelags Fugen ausgebildet sind und wobei die Fugen mit einem im Wesentlichen splitt- und/oder sandartigen Fugenmaterial verfüllt sind und einen Versickerungsweg zum Ableiten von Niederschlagswasser von einer Oberfläche des Flächenbelags ausbilden.

[0024] Weiterhin vorteilhaft weisen die Betonsteine des Flächenbelages jeweils einen Betonsteinkörper mit jeweils mehreren Betonsteinseiten auf, die über die Fugen und das darin aufgenommene Fugenmaterial einen Einlassweg für Niederschlagswasser in die wasserdurchlässige, zweite Betonsteinschicht der Betonsteine bilden.

[0025] Ebenfalls vorteilhaft besteht das Fugenmaterial aus einem Gemisch aus einem splitt- und/oder sandartigen Anteil, einem Feinanteil und einem künstlichen Molekularsieb zur Entfernung von Schadstoffen aus den Niederschlagswasser. Hierdurch ist eine effektive Filtrierung des Niederschlagswassers vor der Aufnahme und Speicherung in der zweiten Betonsteinschicht möglich.

[0026] Die Ausdrücke "näherungsweise", "im Wesentlichen" oder "etwa" bedeuten im Sinne der Erfindung Abweichungen vom jeweils exakten Wert um +/- 10%, bevorzugt um +/- 5% und/oder Abweichungen in Form von für die Funktion unbedeutenden Änderungen.

[0027] Weiterbildungen, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich auch aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen und aus den Figuren. Dabei sind alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination grundsätzlich Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbeziehung. Auch wird der Inhalt der Ansprüche zu einem Bestandteil der Beschreibung gemacht.

[0028] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 eine perspektivische, Ansicht eines erfindungsgemäßen Betonsteins,
- Fig. 2 einen schematischen Schnitt durch den erfindungsgemäßen Betonstein gemäß Figur 1,
- 10 Fig. 3 einen schematischen Schnitt durch einen Flächenbelagabschnitt hergestellt unter Verwendung der erfindungsgemäßen Betonsteine gemäß der Figuren 1 und 2,
- 15 Fig. 4 einen schematischen und vergrößert dargestellten Schnitt durch den Flächenbelagabschnitt gemäß Figur 3 zur Erläuterung des Versickerungswegs und
- 20 Fig. 5 einen schematischen und vergrößert dargestellten Schnitt analog zu Figur 4 mit eingezeichnetem Verdunstungsweg.

25 **[0029]** Für gleiche oder gleich wirkende Elemente der Erfindung werden in den Figuren identische Bezugszeichen verwendet. Ferner werden der Übersichtlichkeit halber nur Bezugszeichen in den einzelnen Figuren dargestellt, die für die Beschreibung der jeweiligen Figur erforderlich sind.

30 **[0030]** In Figur 1 ist beispielhaft eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Betonsteins 1 und in Figur 2 ein schematischer Schnitt entlang einer parallel zur Mittellängsachse MLA und der Längsachse LA des Betonsteins 1 verlaufenden Schnittebene dargestellt.

35 **[0031]** Der Betonstein 1 ist vorzugsweise in Form eines im Verbund verlegbaren Flächenelementes zur Erstellung eines Flächenbelages ausgebildet. Im vorliegenden werden unter Betonstein oder Betonplatte im Wesentlichen baugleiche Elemente verstanden, die zur Erstellung eines Flächenbelages in an sich bekannter Weise verwendbar sind. Diese werden abhängig von gewählten Verlegemustern miteinander verzahnt und oberflächenbündig zueinander verlegt, so dass ein vorzugsweise ebener Flächenbelag 10 entsteht.

40 **[0032]** Ein erfindungsgemäßer Betonstein 1 umfasst zumindest einen mehrschichtig ausgebildeten Betonsteinkörper 2 mit zumindest einer ebenen Betonsteinunterseite 2.1 und einer dieser gegenüberliegenden im Wesentlichen flachen Betonsteinoberseite 2.2, welche vorzugsweise die Trittfläche bzw. befahrbare Fläche oder auch Verkehrsfläche bildet. Die konkrete Ausgestaltung der seitlichen Flächenabschnitte des Betonsteins 1 ist für die Erfindung nicht relevant, d.h. die konkrete Querschnittsform des Betonsteins 1 kann nahezu beliebig gewählt werden, ohne dass hierdurch der Erfindungsgedanke verlassen wird.

55 **[0033]** Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der

Betonstein 1 quaderförmig ausgebildet und weist jeweils zwei gleichflächige und einander gegenüberliegende Betonsteinseiten 2.3, 2.4 auf. Die Betonsteinunterseite 2.1 und die Betonsteinoberseite 2.2 verlaufen senkrecht bzw. näherungsweise senkrecht zu der Mittellängsachse MLA des Betonsteinkörper 2 bzw. Betonstein 1, wobei die Betonsteinseiten 2.4 senkrecht und die Betonsteinseiten 2.3 parallel zu der Längsachse LA des Betonsteinkörper 2 bzw. Betonstein 1 orientiert sind.

[0034] Der mehrschichtige Betonsteinkörper 2 umfasst zumindest eine die Betonsteinoberseite 2.2 bildende erste Betonsteinschicht 2a, zumindest eine an die erste Betonsteinschicht 2a anschließende, wasserdurchlässige zweite Betonsteinschicht 2b sowie eine an die zweite Betonsteinschicht 2b unmittelbar anschließende dritte Betonsteinschicht 2c, wobei die dritte Betonsteinschicht 2c die Betonsteinunterseite 2.1 bildet, die zur Auflage auf einer Bettungsschicht 3 eines Untergrundes vorgesehen ist, und wobei die zwischen der ersten und dritten Betonsteinschicht 2a, 2c angeordnete zweite Betonsteinschicht 2b zur Aufnahme und Speicherung von Wasser ausgebildet ist.

[0035] Erfindungsgemäß ist die dritte Betonsteinschicht 2c wasserdurchlässig, wobei die dritte Betonsteinschicht 2c im Vergleich zur zweiten Betonsteinschicht 2 eine geringere Wasserdurchlässigkeit aufweist. Unter einer wasserdurchlässigen Schicht mit geringer Wasserdurchlässigkeit wird im vorliegenden Zusammenhang eine Betonsteinschicht verstanden, durch die Wasser transportiert oder durchgeleitet werden kann, jedoch zeitverzögert und/oder im Vergleich zur zweiten, wasserdurchlässigen Betonsteinschicht 2b mit verminderten oder reduzierten Flussgeschwindigkeit.

[0036] Die dritte Betonsteinschicht 2c ist vorzugsweise hierzu aus einem feinen splitt- und/oder sandreichen Betonmaterial hergestellt, welcher eine zumindest mittelmäßige Wasserdurchlässigkeit aufweist. Ggf. kann noch ein grobkörniger Splittanteil zugesetzt sein.

[0037] Der Betonstein 1 bzw. der Betonsteinkörper 2 weist eine Gesamthöhe H auf, welche vorzugsweise der Summe der Schichtdicken Da, Db, Dc der ersten bis dritten Betonsteinschichten 2a, 2b, 2c entspricht. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die erste Betonsteinschicht 2a eine erste Schichtdicke Da, die zweite Betonsteinschicht 2b eine zweite Schichtdicke Db und die dritte Betonsteinschicht 2c eine dritte Schichtdicke Dc auf.

[0038] Erfindungsgemäß beträgt die dritte Schichtdicke Dc der dritten Betonsteinschicht 2c zwischen 2 mm und 10 mm, vorzugsweise zwischen 2 mm und 5 mm. Bezogen auf die Gesamtschichtdicke H des Betonsteins weist die dritte Schichtdicke Dc auf zwischen 1% und 10% der Gesamthöhe H des Betonsteinkörper 2, vorzugsweise zwischen 1% und 5% der Gesamthöhe H des Betonsteinkörper 2.

[0039] Zur optimalen Aufnahme und Speicher von Wasser beträgt die zweite Schichtdicke Db der zweiten Betonsteinschicht 2b zwischen 60% und 90% der Gesamthöhe H des Betonsteinkörper 2, bevorzugt zwi-

schen 70% und 85% der Gesamthöhe H des Betonsteinkörper 2.

[0040] Die zweite Schichtdicke Db der zweiten Betonsteinschicht 2b beträgt beispielsweise im vorliegenden Ausführungsbeispiel ca. 80% der Gesamthöhe H des Formsteins 1. Ausgehend von einer Gesamthöhe H von beispielsweise 10 cm beträgt die erste Schichtdicke Da beispielsweise 1,5 cm, die zweite Schichtdicke Db beispielsweise 8 cm und die dritte Schichtdicke Dc beispielsweise 0,5 cm.

[0041] Die erste, die Betonsteinoberseite 2.2 bildende Betonsteinschicht 2a ist durch eine wasserdurchlässige oder wasserundurchlässige Vorsatzbetonschicht gebildet, wobei im Falle der wasserundurchlässigen Ausbildung diese aus einem gefügedichten, undurchlässigen Vorsatzbetonmaterial hergestellt ist. An die erste Betonsteinschicht 2a schließt sich vorzugsweise unmittelbar die zweite Betonsteinschicht 2b an, welche aus einem haufwerksporigen Kernbeton mit einem großen Anteil an Fein- und Mikroporen besteht. Diese haufwerksporige Betonschicht 2b unterstützt die Aufnahme und Speicherung von Wasser und ermöglicht damit ein Eindringen von Wasser über die Betonsteinseiten 2.3, 2.4 in die zweite Betonsteinschicht 2b. Unter thermischen Bedingungen, die eine Verdunstung von Wasser begünstigen, kann das in der zweiten Betonsteinschicht 2b zwischengespeicherte Wasser wieder nach außen abgegeben werden, und zwar in Dampfform wiederum über die Betonsteinseiten 2.3, 2.4 und/oder bei einer wasserdurchlässigen Ausbildung der ersten Betonsteinschicht 2a über diese aus dem Betonstein 1 entweichen bzw. an die Umgebung abgegeben werden.

[0042] Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist der Betonstein 1 so genannte Abstandhalter bzw. Abstandsnasen 4 auf, welche beim Verlegen der Betonstein 1 im Verbund gleichmäßige Fugen 5 in annähernd gleichmäßiger Breite gewährleisten und für eine Mindestbreite der Fugen 5 sorgen.

[0043] In der Figur 3 ist beispielhaft ein Schnitt durch einen mittels erfindungsgemäß ausgebildeter Betonsteine 1 gebildeten Flächenbelag 10 dargestellt. Der Flächenbelag 10 umfasst eine Vielzahl von auf einer Bettungsschicht 3 eines Untergrundes im Verbund verlegter mehrschichtig ausgebildeter Betonsteine 1. Die zur Herstellung des Flächenbelages 10 verwendeten Betonsteine 1 sind erfindungsgemäß dreischichtig ausgebildet und weisen jeweils eine erste, eine zweite und eine dritte Betonsteinschicht 2a, 2b, 2c auf. Zwischen benachbarten Betonsteinen 1 des Flächenbelags 10 sind Fugen 5 ausgebildet, welche mit einem Fugenmaterial 6 befüllt sind und einen Versickerungsweg zum Ableiten von Niederschlagswasser von der der Bettungsschicht 3 abgewandten Oberfläche des Flächenbelags 10 bilden. Bei der Bettungsschicht 3 handelt es sich um eine herkömmliche Bettungsschicht, die im Wesentlichen aus einem Materialgemisch mit einer Korngröße von 0,1 mm bis 5 mm besteht. Nach dem Verlegen der Betonsteine 1 im Verbund wird das Fugenmaterial 6 trocken in die Fugen

5 eingefügt. Im Anschluss daran wird der Flächenbelag 10 abgerüttelt und ggf. nochmals nachverfugt, d.h. weitere Fugenmaterial 6 in noch nicht vollständig gefüllte Fugen 6 eingefüllt. Dieser Vorgang kann nochmals nach einer bestimmten Zeit wiederholt werden.

[0044] Das Fugenmaterial 7 des vorliegenden Ausführungsbeispiels besteht beispielsweise aus einem Gemisch aus einem Sandanteil, einem Feinanteil und einem künstlichen Molekularsieb und bildet damit eine Filterschicht zur Entfernung von Schadstoffen aus dem Niederschlagswasser. Alternativ kann jedoch auch herkömmliches Fugenmaterial Verwendung finden, sofern keine Schadstofffilterung gewünscht ist.

[0045] Zur Veranschaulichung des an dem Flächenbelag 10 stattfindenden Wasserkreislaufs ist in den Figuren 4 und 5 jeweils ein Ausschnitt des Flächenbelages 10 in einer Schnittdarstellung dargestellt, wobei in Figur 4 der Versickerungs- und Aufnahmeweg für Niederschlagswasser und in Figur 5 der Verdunstungsweg für im Betonstein 1 und dort insbesondere in der zweiten Betonsteinschicht 2b zwischengespeichertes Niederschlagswasser angedeutet ist.

[0046] Niederschlagswasser trifft auf der Oberfläche des Flächenbelages 10 auf der ersten Betonsteinschicht 2a der Betonsteine 1 auf und sickert vorzugsweise über die Fugen 5 in das Fugenmaterial 6 durch, wobei bei einer zumindest teilweisen wasserdurchlässigen Ausbildung der ersten Betonsteinschicht 2a auch das Niederschlagswasser von dieser geführt wird. Unabhängig davon gelangt zumindest ein Teil des sich in Richtung der Bettungsschicht 4 bewegenden, versickernden Niederschlagswassers vom Fugenmaterial 6 in die zweite Betonsteinschicht 2b, welche vorzugsweise schwammartig das Wasser aufsaugt. Vorzugsweise erfolgt dabei die Zuführung über die an das Fugenmaterial 7 angrenzenden Betonsteinseiten 2.3, 2.4. Der Versickerungs- bzw. Transportweg des Niederschlagswassers ist beispielhaft in Figur 4 mittels schwarzer Pfeile angedeutet. Durch die erfindungsgemäße wasserdurchlässige Ausbildung der dritten Betonsteinschicht 2c mit geringer Wasserdurchlässigkeit kann auch ein Teil des in der zweiten Betonsteinschicht 2b aufgenommenen Niederschlagswassers in die Bettungsschicht 3 bzw. den Untergrund abgeführt werden, so dass eine optimale Wasserführung erreicht wird. Insbesondere wird hierdurch eine Übersättigung der zweiten Betonsteinschicht 2b mit Niederschlagswasser vermieden, welche die Verdunstungseigenschaften verschlechtern würde.

[0047] Das in der zweiten Betonsteinschicht 2b der Betonsteine 1 zwischengespeicherte Niederschlagswasser kann daher aufgrund erfindungsgemäßen Ausbildung der dritten Betonsteinschicht 2c unter entsprechenden Bedingungen, beispielsweise bei Erwärmung des Flächenbelages 10 durch Sonneneinstrahlung, deutlich besser verdunsten als bei aus dem Stand der Technik bekannten Betonsteinen 3, welche eine wasserundurchlässige dritte Betonsteinschicht vorsehen. Das verdunstende Wasser gelangt in Form von Wasserdampf aus

der zweiten Betonsteinschicht 2b des Betonsteins 1 entweder über das Fugenmaterial 6 und/oder über die wasserdurchlässig ausgebildete erste Betonsteinschicht 2a an die Oberfläche, wo es in die darüber liegende Luft abgegeben wird. Ein möglicher Verdunstungsweg des Wassers ist in Figur 5 durch Doppelpfeile angedeutet.

[0048] Über die Verdunstung kann einerseits durch die dabei entstehende Verdunstungskälte beispielsweise einem urbanen Hitzeinseleffekt entgegenwirkt und andererseits der natürliche Wasserkreislauf unterstützt und damit der urbane Wasserhaushalt verbessert werden. Das Flächenmaterial 10 eignet sich insbesondere dazu einen wirksamen Beitrag zu einer umweltschonenden Entwässerungsplanung zu leisten, insbesondere eine Evapotranspiration zwischen 34 % und 92 % des Niederschlagswassers zu erreichen.

[0049] Auch ist aufgrund des in der dritten Betonsteinschicht 2c erzeugten Kapillareffektes eine Zuführung von Feuchtigkeit aus der Bettungsschicht 3 bzw. dem Untergrund in die zweite Betonsteinschicht 2b möglich, wodurch die Verdunstungseigenschaften des Betonsteins 1 zusätzlich verbessert, insbesondere die Verdunstungsrate erhöht wird.

[0050] Die erste, die Betonsteinoberseite 2.2 bildende Betonsteinschicht 2a kann in einer Ausführungsvariante aus einem Betonmaterial mit eingearbeiteten Photokatalysatoren wie beispielsweise Titandioxid hergestellt sein. Dem zur Herstellung der ersten Betonsteinschicht 2a vorgesehen Betonmaterial werden hierzu Nanopartikel aus Titandioxid (TiO_2), vorzugsweise in Pulverform oder in flüssiger Form beigemischt. Durch die erste Betonsteinschicht 2a mit eingearbeiteten Photokatalysatoren dient als Photokatalysator, über welchen unter Sonneneinstrahlung eine photokatalytische Luftreinigung erfolgt.

[0051] Die Erfindung wurde voranstehend an Ausführungsbeispielen beschrieben. Es versteht sich, dass zahlreiche Änderungen sowie Abwandlungen möglich sind, ohne dass dadurch der der Erfindung zugrundeliegende Erfindungsgedanke verlassen wird.

Bezugszeichenliste

[0052]

1	Betonstein
2	Betonsteinkörper
2a	erste Betonsteinschicht
2b	zweite Betonsteinschicht
2c	dritte Betonsteinschicht
2.1	Betonsteinunterseite
2.2	Betonsteinoberseite
2.3	Betonsteinseite
2.4	Betonsteinseite
3	Bettungsschicht
4	Abstandshalter
5	Fugen
6	Fugenmaterial

10 Flächenbelag

- Da Schichtdicke der ersten Betonsteinschicht
 Db Schichtdicke der zweiten Betonsteinschicht
 Dc Schichtdicke der dritten Betonsteinschicht
 H Gesamthöhe des Betonsteins
 MLA Mittenlängsachse
 LA Längsachse

Patentansprüche

1. Betonstein (1), insbesondere in Form eines im Verbund verlegbaren Flächenelementes zur Erstellung eines Flächenbelages, umfassend zumindest einen, mehrschichtig ausgebildeten Betonsteinkörper (2) mit zumindest einer ebenen Betonsteinunterseite (2.1) und einer dieser gegenüberliegenden im Wesentlichen flachen Betonsteinoberseite (2.2), wobei der Betonsteinkörper (2) zumindest eine die Betonsteinoberseite (2.2) bildende erste Betonsteinschicht (2a), zumindest eine an die erste Betonsteinschicht (2a) anschließende, wasserdurchlässige zweite Betonsteinschicht (2b) sowie eine an die zweite Betonsteinschicht (2b) unmittelbar anschließende dritte Betonsteinschicht (2c) aufweist, wobei die dritte Betonsteinschicht (2c) die Betonsteinunterseite (2.1) bildet, die zur Auflage auf einer Bettungsschicht (3) eines Untergrundes vorgesehen ist, und wobei die zwischen der ersten und dritten Betonsteinschicht (2a, 2c) angeordnete zweite Betonsteinschicht (2b) zur Aufnahme und Speicherung von Wasser ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dritte Betonsteinschicht (2c) wasserdurchlässig ist und eine im Vergleich zur zweiten Betonsteinschicht (2) geringere Wasserdurchlässigkeit aufweist.
2. Betonstein nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dritte Betonsteinschicht (2c) aus einem feinen splitt- und/oder sandreichen Beton besteht.
3. Betonstein nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Betonsteinschicht (2b) aus einem haufwerksporigen Kernbeton besteht.
4. Betonstein nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Betonsteinschicht (2a) durch eine teilweise wasserdurchlässige oder wasserundurchlässige Vorsatzbetonschicht gebildet ist.
5. Betonstein nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dritte Betonsteinschicht (2c) eine Schichtdicke (Dc) aufweist, die zwischen 1% und 10% der Gesamthöhe (H) des

Betonsteinkörpers (2), bevorzugt zwischen 1% und 5% der Gesamthöhe (H) des Betonsteinkörpers (2) beträgt.

- 5 6. Betonstein nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dritte Betonsteinschicht (2c) eine Schichtdicke (Dc) zwischen 2 mm und 10 mm, vorzugsweise zwischen 2 mm und 5 mm aufweist.
- 10 7. Betonstein nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Betonsteinschicht (2c) eine Schichtdicke (Db) aufweist, die zwischen 60% und 90% der Gesamthöhe (H) des Betonsteinkörpers (2), bevorzugt zwischen 70% und 85% der Gesamthöhe (H) des Betonsteinkörpers (2) beträgt.
- 15 8. Betonstein nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Betonstein einstückig oder einteilig hergestellt ist.
- 20 9. Betonstein nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wasserdurchlässigkeit der dritten Betonsteinschicht (2c) im Vergleich zur Wasserdurchlässigkeit der zweiten Betonsteinschicht (2b) um wenigstens 30%, vorzugsweise um 50% reduziert ist.
- 25 10. Betonstein nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Betonsteinschicht (2a) einen eingearbeiteten Photokatalysator wie beispielsweise Titandioxid aufweist.
- 30 11. Flächenbelag (10) umfassend eine Vielzahl von auf einer Bettungsschicht (3) eines Untergrundes durch Pflastern im Verbund verlegter mehrschichtiger Betonsteine (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei jeder Betonstein (1) zumindest eine erste Betonsteinschicht (2a), eine wasserdurchlässige zweite Betonsteinschicht (2b) und eine dritte, wasserdurchlässige Betonsteinschicht (2c) aufweist, die im Vergleich zur zweiten Betonsteinschicht (2) eine geringere Wasserdurchlässigkeit aufweist, wobei zwischen benachbarten Betonsteinen (1) des Flächenbelags (10) Fugen (5) ausgebildet sind und wobei die Fugen (5) mit einem im Wesentlichen splitt- und/oder sandartigen Fugenmaterial (6) verfüllt sind und einen Versickerungsweg zum Ableiten von Niederschlagswasser von einer Oberfläche des Flächenbelags (10) ausbilden.
- 35 12. Flächenbelag (10) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betonsteine (1) einen Betonsteinkörper (2) mit jeweils mehreren Betonsteinseiten (2.3, 2.4) aufweisen, die über die Fugen (5) und das darin aufgenommene Fugenmaterial (6) einen Einlassweg für Niederschlagswasser in die was-
- 40
- 45
- 50
- 55

serdurchlässige, zweite Betonsteinschicht (2b) der Betonsteine (1) bilden.

13. Flächenbelag (10) nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fugenmaterial (6) aus einem Gemisch aus einem splitt- und/oder sandartigen Anteil, einem Feinanteil und einem künstlichen Molekularsieb zur Entfernung von Schadstoffen aus den Niederschlagswasser besteht.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

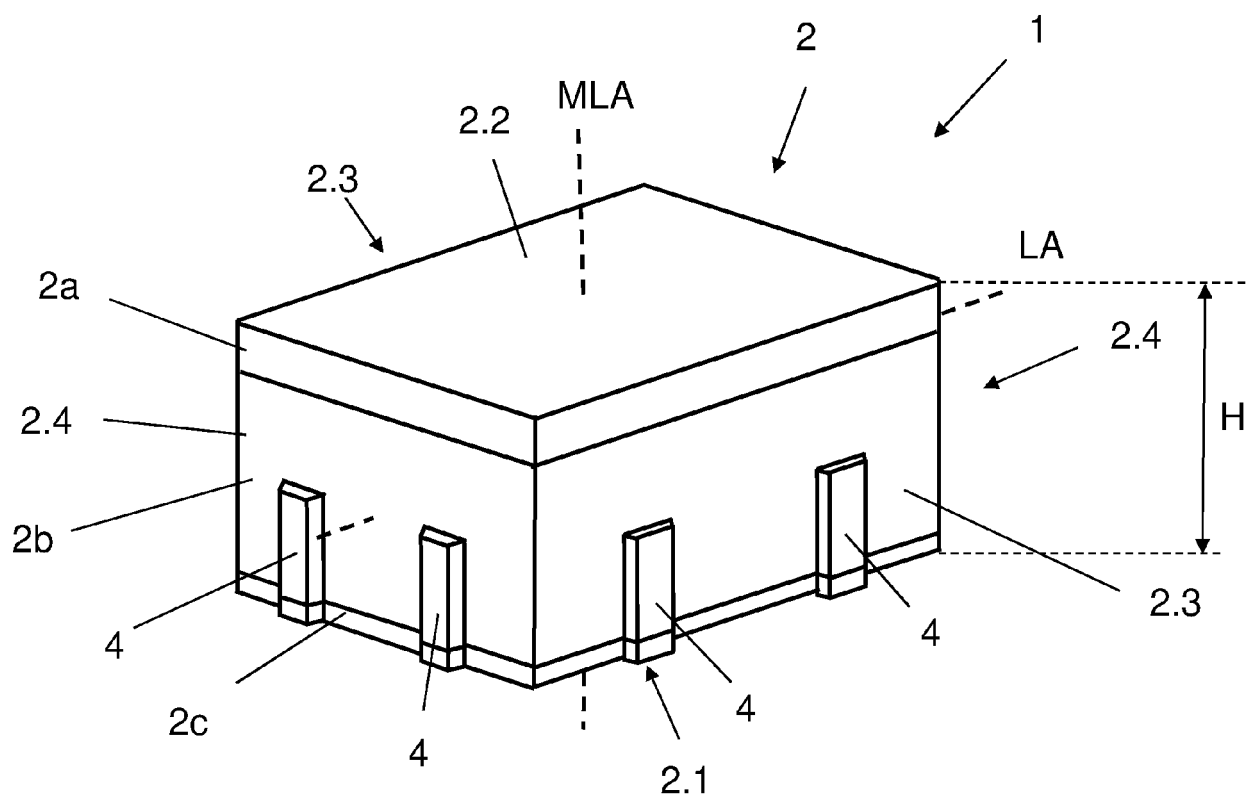


Fig. 1

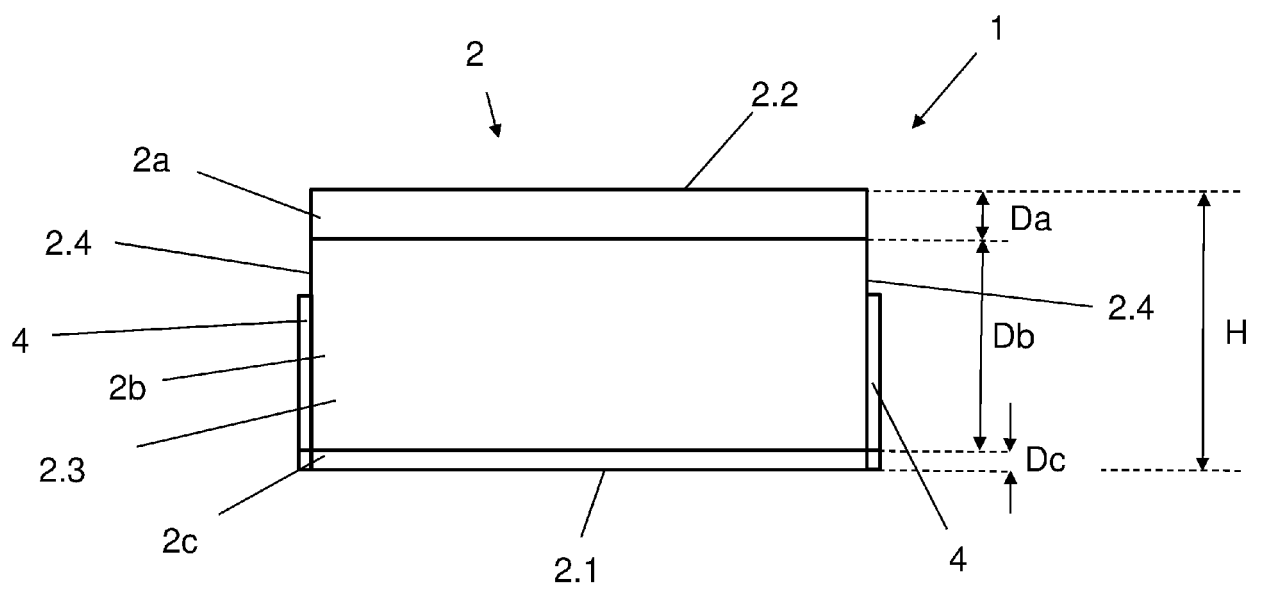


Fig. 2

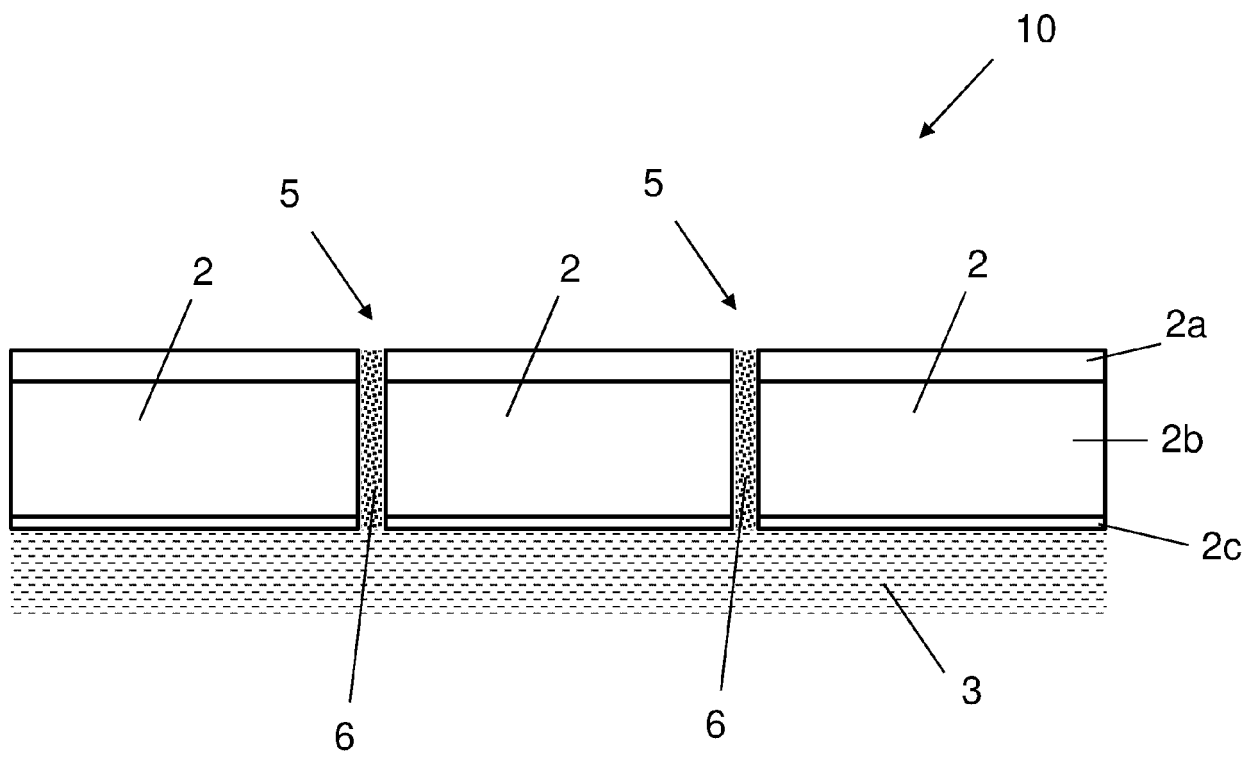


Fig. 3

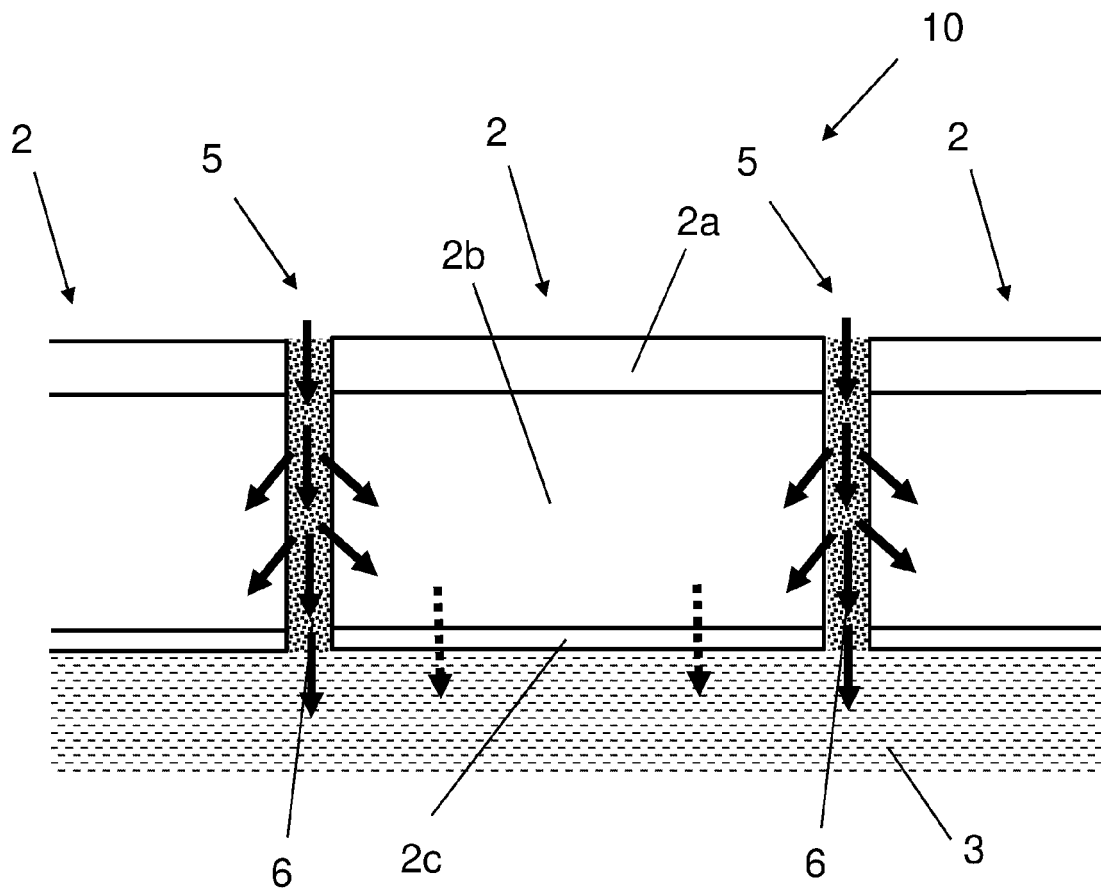


Fig. 4

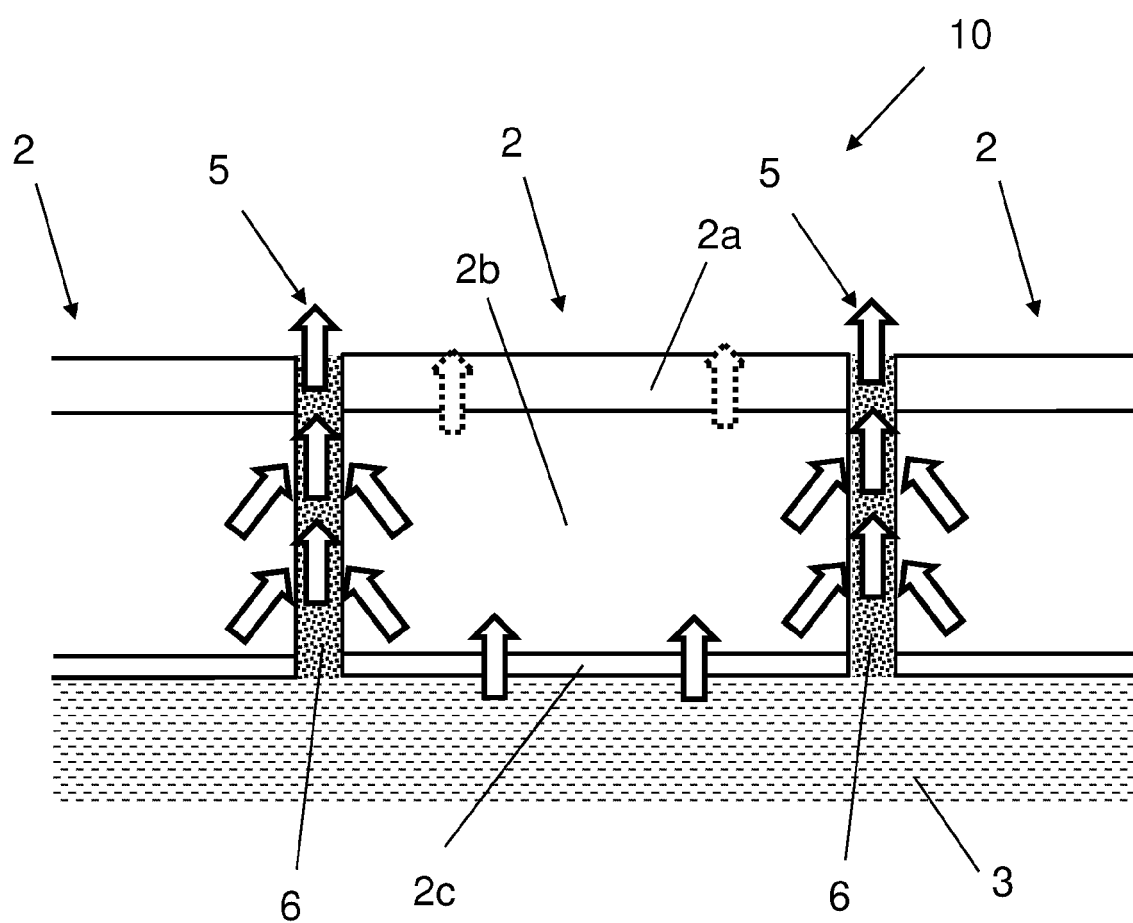


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 21 16 5989

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

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	KR 101 673 838 B1 (GREEN LOVE E&C CO LTD [KR]) 7. November 2016 (2016-11-07) * das ganze Dokument * -----	1-13	INV. E01C5/06 E01C11/22
A	NO 20 180 329 A1 (MULTIBLOKK AS [NO]) 7. September 2018 (2018-09-07) * Seite 6, Zeile 14 - Seite 7, Zeile 1 * * Seite 7, Zeile 27 - Seite 8, Zeile 4; Abbildung 3 * -----	1-13	
A,D	EP 3 153 625 B1 (HEINRICH KLOSTERMANN GMBH & CO KG [DE]) 31. Januar 2018 (2018-01-31) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3b * -----	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E01C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. August 2021	Prüfer Flores Hokkanen, P
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 : mündliche 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 21 16 5989

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

12-08-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	KR 101673838	B1	07-11-2016	KEINE	

15	NO 20180329	A1	07-09-2018	-----	
	EP 3153625	B1	31-01-2018	DE 102015117073 A1	13-04-2017
				DK 3153625 T3	26-02-2018
				EP 3153625 A1	12-04-2017

20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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

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

- DE 102012100616 B4 **[0005]**
- US 20140048542 A1 **[0009]**
- JP 2006283447 A **[0009]**
- EP 3153625 B1 **[0010]**