

(19)



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 3 153 625 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
12.04.2017 Patentblatt 2017/15

(51) Int Cl.:

E01C 5/06 (2006.01)

E01C 5/22 (2006.01)

E01C 11/22 (2006.01)

E01C 5/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 16192737.1

(22) Anmeldetag: 07.10.2016

(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:  
MA MD

(30) Priorität: 07.10.2015 DE 102015117073

(71) Anmelder: Heinrich Klostermann GmbH & Co. KG  
48653 Coesfeld (DE)

(72) Erfinder:

- Klostermann, Florian  
48653 Coesfeld (DE)
- Kiffmeyer, Bernd  
48653 Coesfeld (DE)
- Goosensen, Helmig  
8252 CK Dronten (NL)

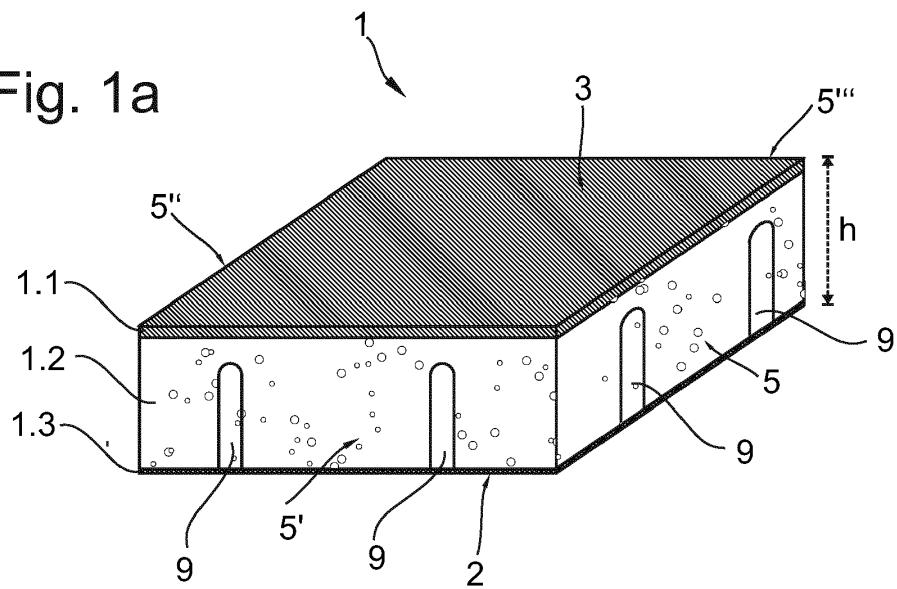
(74) Vertreter: Glück Kritzenberger Patentanwälte  
PartGmbB  
Hermann-Köhl-Strasse 2a  
93049 Regensburg (DE)

### (54) FORMSTEIN ZUR VERWENDUNG IN EINEM FLÄCHENBELAG UND ZUGEHÖRIGER FLÄCHENBELAG

(57) Beschrieben wird ein Formstein (1) aus Beton zur Verwendung in einem durch Pflastern herstellbaren Flächenbelag. Der Formstein weist wenigstens eine zur Auflage auf eine Bettungsschicht (4) eines Untergrundes vorgesehene Unterseite (2) und eine der Unterseite (2) gegenüberliegende Oberseite (3) auf und ist mehrschichtig aufgebaut. Der Formstein (1) zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass er neben einer wasserundurchlässigen, ersten Schicht (1.1) und einer was-

serdurchlässigen, zweiten Schicht (1.2) zumindest eine dritte Schicht (1.3) umfasst, wobei die dritte Schicht (1.3) als wasserundurchlässige Schicht ausgebildet und auf der zur Auflage auf die Bettungsschicht (4) vorgesehenen Unterseite (2) des Formsteins (1) angeordnet ist. Die zwischen der ersten Schicht (1.1) und der dritten Schicht (1.3) angeordnete zweite Schicht (1.2) ist zur Aufnahme und Speicherung von Wasser ausgebildet.

Fig. 1a



## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf einen Formstein zur Verwendung in einem Flächenbelag gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie auf einen zu gehörigen Flächenbelag gemäß Patentanspruch 10.

### Stand der Technik

**[0002]** Insbesondere in urbanen Gebieten sind große Bereiche der Oberfläche als begehbarer oder befahrbare Verkehrsflächen wie Straßen, Wege, Plätze oder Parkplätze ausgebildet und mit Flächenbelägen bedeckt. Die Flächenbeläge werden häufig durch Pflaster hergestellt, wobei Pflastersteine oder entsprechende Formsteine aus Beton auf einer Bettungsschicht des Untergrundes im Verbund verlegt werden. In der Regel verbleiben zwischen benachbarten Pflaster- bzw. Formsteinen Fugen, welche mit geeigneten, meist sandartigen Fugenmaterialien verfüllt werden. Solche, in Form von Pflastern ausgebildete Flächenbeläge sind aus dem Stand der Technik hinreichend bekannt.

**[0003]** 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.

**[0004]** Beispielsweise offenbart die DE 10 2012 100 616 B4 einen Flächenbelag aus zweischichtig ausgebildeten Formsteinen, welche unterhalb einer im Wesentlichen wasserundurchlässigen Schicht an der Oberfläche eine wasseraufnehmende, wasserdurchlässige Schicht aufweisen. Das Niederschlagswasser kann in dem offenbarten Flächenbelag sowohl über die Fugen als auch über die wasserdurchlässige Schicht der Formsteine in Richtung der Bettungsschicht nach unten abfließen und trifft dadurch näherungsweise flächig auf der Bettungsschicht auf, wodurch ein so genanntes Verblocen der Fugen reduziert werden kann.

**[0005]** Ein weiterer Aspekt, den es aus städteplanerischer Sicht bezüglich großflächig angelegter und mit Flächenbelägen versehener Verkehrsfläche zu beachten gilt, ist, dass diese Verkehrsfläche insbesondere in den Sommermonaten zu einem erheblichen Anteil zu einer überdurchschnittlichen innerstädtischen Erwärmung beitragen, da die tagsüber auftreffende Sonneneinstrahlung die Flächenbeläge erwärmt und diese Wärme von den Flächenbelägen gespeichert und nachts als Wärme-

strahlung wieder abgegeben wird. Dieses Phänomen ist als so genannter "urbaner Hitzeinsel-Effekt" bekannt und kann in Stadtgebieten, im Vergleich zu ländlichen Gebieten, zu einer zusätzlichen Erwärmung um mehrere Grad Celsius führen, insbesondere nachts, wenn die gespeicherte Wärme von den Flächenbelägen wieder abgegeben wird. Dies hat nachteilig häufig einen erhöhten Energieverbrauch durch den Betrieb von Klimaanlagen zur Folge.

**[0006]** Bekannt ist, dass diesem urbanen "Hitzeinsel-Effekt" beispielsweise mit einer gesteigerten Wasserverdunstung entgegengewirkt werden kann, da bei der Verdunstung von Wasser Verdunstungskälte entsteht. Zielsetzung einiger Maßnahmen zur Verbesserung des Stadtklimas ist es daher, eine erhöhte Verdunstungsrate über spezielle Flächenbeläge urbaner Verkehrsfläche zu erreichen.

**[0007]** Eine erhöhte Verdunstung von Niederschlagswasser ist auch unter dem Aspekt eines verbesserten urbanen Wasserhaushaltes anzustreben. In Deutschland liegt beispielsweise ein Entwässerungsplan vor, dessen Hauptziel zukünftig der Erhalt des natürlichen Wasserhaushaltes in Siedlungsgebieten sein wird, um Schäden durch Starkregen einzudämmen. Zwischen 34 % und 92 % des Niederschlagswassers sollten demnach verdunstet und transpiriert werden, der Rest sollte in Richtung Grundwasser versickert werden.

**[0008]** Vor dem Hintergrund der oberhalb erwähnten Aspekte einer erhöhten Verdunstungsrate wurden beispielsweise Flächenbeläge entwickelt, die in der Lage sind, Wasser aufzunehmen und zu speichern und das zwischengespeicherte Wasser bei Wärmeeinwirkung wieder zu verdunsten, wobei das Wasser unter Entstehung von Verdunstungskälte als Wasserdampf aus den Flächenbelägen austritt.

**[0009]** Ein derartiger wasserspeichernder Flächenbelag wird beispielsweise in der US2014/0048542 A1 beschrieben, wobei der Flächenbelag aus drei Schichten besteht, nämlich aus einer undurchlässigen Schicht, einer wasseraufnehmenden Schicht und einer Deckschicht. Zur Herstellung dieses Flächenbelags wird in einem Untergrund eine Vertiefung ausgehoben und die undurchlässige Schicht auf dem Erdreich aufgebracht, wobei die undurchlässige Schicht beispielsweise aus aggregierten hydrophoben Partikeln oder aus einem behandelten, wasserabweisenden Sand besteht. Anschließend wird die wasseraufnehmende Schicht auf die undurchlässige Schicht aufgebracht, indem zum Beispiel ein Sand auf die undurchlässige Schicht aufgeschichtet wird. Schließlich wird auf der wasseraufnehmende Schicht eine beispielsweise aus Formsteinen bestehende Deckschicht durch Verlegen der Formsteine aufgebracht.

**[0010]** Ein weiterer Flächenbelag ist aus der JP2006283447 A bekannt, bei dem nach einem ähnlichen Prinzip wie oberhalb beschrieben eine undurchlässige Schicht in den Untergrund eingebracht wird. Oberhalb der undurchlässigen Schicht ist eine Aggregats-

schicht als wasserspeichernde Schicht angeordnet, auf welcher wiederum ein wasserabsorbierendes Material aufgelagert ist. Diese Lage aus wasserabsorbierendem Material dient schließlich als Auflage für wasser durchlässige Formsteine und wasserspeichernde Formsteine, welche zusammen in einer gemischten Anordnung verlegt werden. Niederschlagswasser gelangt vorwiegend durch die wasser durchlässigen Formsteine in die Aggregatsschicht und wird bei Erwärmung des Flächenbelages von dort über die wasserspeichernden Formsteine durch Verdunstung wieder abgeschieden.

**[0011]** Nachteilig muss bei den aus dem Stand der Technik bekannten Flächenbelägen, welche in der Lage sind Wasser aufzunehmen und zu speichern, der Untergrund ganz spezifisch vorbereitet werden und es müssen bauseits aufeinanderfolgende Schichtungen vor Ort im Untergrund erstellt werden. Verglichen mit der Herstellung herkömmlicher Flächenbeläge ist dies mit einem deutlichen Mehraufwand und somit höheren Kosten verbunden, so dass trotz der aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen weiterer Bedarf an einfach herstellenden Flächenbelägen besteht, welche Wasser aufnehmen können und dadurch eine erhöhte Verdunstung von Wasser zulassen.

### Darstellung der Erfindung

**[0012]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher einen Formstein zur Verwendung in einem Flächenbelage zur Verfügung zu stellen, der die Nachteile des Standes der Technik überwindet, der insbesondere einfach und günstig herstellbar ist und mit dem die Errichtung eines wasseraufnehmenden Flächenbelages einfach und ohne spezifische bauseitige Maßnahmen durchführbar ist. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Formstein gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 und durch einen Flächenbelag gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 10 gelöst. Weitere vorteilhafte Aspekte, Details und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung sowie den Zeichnungen.

**[0013]** Die vorliegende Erfindung stellt einen Formstein aus Beton zur Verwendung in einem durch Pflastern herstellbaren Flächenbelag zur Verfügung, welcher wenigstens eine zur Auflage auf eine Bettungsschicht eines Untergrundes vorgesehene Unterseite und eine der Unterseite gegenüberliegende Oberseite aufweist. Der Formstein ist mehrschichtig aufgebaut und weist zumindest eine entlang der Oberseite angeordnete wasser durchlässige, erste Schicht und zumindest eine wasser durchlässige, zweite Schicht auf. Der Formstein zeichnet sich insbesondere durch das Vorhandensein zumindest einer dritten Schicht aus, wobei die dritte Schicht als wasserundurchlässige Schicht ausgebildet und auf der zur Auflage auf die Bettungsschicht des Untergrundes vorgesehenen Unterseite des Formsteins angeordnet ist. Die zweite Schicht ist zwischen der ersten Schicht und der dritten Schicht angeordnet und zur Auf-

nahme und Speicherung von Wasser ausgebildet.

**[0014]** Unter einem Formstein aus Beton wird vorliegend verstanden, dass es sich um einen Formstein handelt, der mittels Formpressen in einer Pressform hergestellt wird und dessen Hauptbestandteil ein zementgebundenes Material, insbesondere Beton ist. Neben Beton als Hauptbestandteil kann ein Formstein aus Beton gemäß vorliegendem Verständnis weitere Materialien oder Werkstoffe als Nebenbestandteile aufweisen, welche während der Herstellung in Form von Zugaben oder Zuschlägen vor oder während dem Formpressen oder in Form von Auftragungen oder Beschichtungen nach dem Formpressen eingebracht bzw. aufgebracht werden können.

**[0015]** Ganz besondere Vorteile ergeben sich aus dem erfindungsgemäßen Formstein darüber, dass der mehrschichtig aufgebaute und wenigstens drei Schichten umfassende Formstein als solcher in der Lage ist, Wasser aufzunehmen und zwischenzeitlich zu speichern und zwar, indem die wasser durchlässige, wasseraufnehmende zweite Schicht zwischen zwei undurchlässigen Schichten angeordnet ist. Ein im Gebrauchszustand des Formsteins auf der Oberseite auftreffendes Wasser, beispielsweise Niederschlagswasser, wird an der undurchlässigen, ersten Schicht im Wesentlichen abgeleitet und läuft über die Umfangsseiten des Formsteins ab. An den Umfangsseiten kann es in die wasseraufnehmende, zweite Schicht, welche eine mittlere Schicht darstellt, ein dringen. Da das Wasser aufgrund der undurchlässigen dritten Schicht von der zweiten, mittleren Schicht aus nicht ungehindert nach unten hin ablaufen und austreten kann, wird das aufgenommene Wasser in der zweiten Schicht zwischengespeichert.

**[0016]** Unter Erwärmung des Formsteins, im eingebauten Zustand beispielsweise aufgrund von Sonnen einstrahlung, kommt es zu einer Verdunstung des gespeicherten Wassers, wobei das verdunstende Wasser in Form von Wasserdampf wieder abgegeben wird. Die bei der Verdunstung auftretende Verdunstungskälte wirkt dabei kühlend auf die Oberfläche des Formsteins, welcher daher als Klimastein verstanden werden kann. Im Gebrauchszustand des Formsteins, nämlich wenn eine Vielzahl von Formsteinen in einem Flächenbelag verlegt sind, kann der erfindungsgemäße Formstein eine Kühlwirkung bei Hitze erzeugen und regulierenden Einfluss auf die Umgebungstemperatur und damit auf das Mikroklima im Bereich von Verkehrsf lächen nehmen. Besonders vorteilhaft kann dadurch einem urbanen Hitzeinseleffekt entgegenwirkt werden.

**[0017]** Der erfindungsgemäße, einstückig ausgebildete Formstein weist als solcher besonders vorteilhaft sämtliche für eine Wasseraufnahme und -speicherung notwendigen Merkmale auf. Insbesondere ist die unterseitig erforderliche, undurchlässige bzw. abdichtende Schicht bereits an dem zum Pflastern geeigneten Formstein selbst vorgesehen und wird daher mit dem Formstein bereitgestellt, so dass sich ganz besondere Vorteile darüber ergeben, dass beim Herstellen eines Flächen-

belages aus einer Vielzahl der vorliegenden Formsteine keine besonderen und aufwendigen Vorkehrungen oder Vorbereitungen am Untergrund geschaffen werden müssen. Das Bereitstellen von wasserundurchlässigen Schichten bzw. Wassersperren im Untergrund entfällt, vielmehr genügt eine übliche und gemeinhin für Pflasterarbeiten gebräuchliche Bettungsschicht.

**[0018]** Unter einer wasserundurchlässigen Schicht des Formsteins wird vorliegend eine Schicht verstanden, bei der auftreffendes Wasser aufgrund der spezifischen Eigenschaften und Beschaffenheit dieser Schicht nicht von der Schicht aufgenommen und transportiert wird, sondern zumindest größtenteils abgewiesen oder abgeleitet wird. Eine Schicht des Formsteins, die zwar nicht vollständig "wasserdicht" ist, jedoch eine Aufnahme von Wasser sowie einen Transport bzw. eine Leitung von Wasser durch diese Schicht hindurch stark verlangsamt bzw. erheblich reduziert oder im Wesentlichen verhindert, wird somit gemäß dem vorliegenden Verständnis auch als wasserundurchlässige Schicht verstanden.

**[0019]** Bevorzugt besteht die wasserundurchlässige, erste Schicht aus einem die Oberseite des Formsteins bildenden gefügedichten Vorsatzbeton, welcher somit auch die Oberfläche des Formsteins ausbildet. Diese Oberfläche ist bevorzugt verschleißfest, abrieb-, frost- und ölbeständig. Über die Vorsatzbetonschicht kann besonders vorteilhaft auch gestaltender Einfluss auf den Formstein genommen werden, wobei dadurch verschiedene farbliche und/oder strukturelle Ausgestaltungen des Formsteins möglich sind.

**[0020]** Die wasserundurchlässige, zweite Schicht besteht vorzugsweise aus einem haufwerksporigen Kernbeton, wobei der Kernbeton bevorzugt auf eine optimierte Wasseraufnahme bzw. Wassereinlagerung und Wasserspeicherung hin angepasst ist. Beispielsweise wird ein Kernbeton verwendet, in dem vorwiegend Feinporen und Mikroporen ausgebildet sind, die das Wasser nach Art einer Kapillarwirkung gegen die Schwerkraft zurückhalten. Gleichzeitig sind in dem bevorzugt verwendeten Kernbeton möglichst wenige Makroporen ausgebildet, welche ein schnelles Absickern des Wassers nach unten begünstigen würden.

**[0021]** Die wasserundurchlässige, dritte Schicht besteht vorzugsweise aus einem abdichtenden Material, wobei das abdichtende Material beispielsweise ein zementgebundenes Material oder ein Kunstharz, wie z.B. Epoxidharz oder Polyurethan sein kann. Unter einer Schicht aus abdichtendem Material wird vorliegend verstanden, dass mit dieser Schicht der größte Teil der Poren des oberhalb angeordneten Kernbetons verschlossen werden und damit eine Abdichtung im Weitesten Sinne erfolgt. Eine vollständige Abdichtung bzw. Dichtigkeit gegenüber Wasser ist jedoch nicht zwingend erforderlich, insbesondere nicht solange sichergestellt ist, dass die wasserundurchlässige, dritte Schicht bei einem im Flächenbelag egebauten Zustand des Formsteines einen über die Unterseite gerichteten Transport von Wasser aus der zweiten Schicht des Formsteins in die Bet-

tungsschicht zu reduzieren bzw. zu verhindern vermag. Die wasserundurchlässige, dritte Schicht kann beispielsweise während oder nach dem Formpressen aufgetragen werden, wobei das Material der dritten Schicht an einer Grenzfläche zwischen den Schichten in die Poren des Materials der zweiten Schicht eindringt und diese verschließt.

**[0022]** Für eine optimierte, effektive Wasseraufnahme und -speicherung weist die wasserundurchlässige, zweite Schicht vorteilhaft eine Schichtdicke auf, welche zwischen 70% und 90% einer Gesamthöhe des Formsteins beträgt. Bevorzugt beträgt die Schichtdicke der zweiten Schicht zwischen 75% und 85% und besonders bevorzugt rund 80% der Gesamthöhe des Formsteins. Bei einer Gesamthöhe des Formsteins von rund 8 cm, wie sie in der Regel für Flächenbeläge von Verkehrsflächen verwendet wird, nimmt die zweite Schicht beispielsweise 6,5 cm ein, und macht damit ca. 81 % der Gesamthöhe des Formsteins aus.

**[0023]** Der Formstein ist beispielsweise als gerades Prisma mit einer vieleckigen Grundfläche ausgebildet und weist wenigstens drei aneinander anschließende Umfangsseiten auf. Besonders bevorzugt ist der Formstein quaderförmig ausgebildet und umfasst vier Umfangsseiten. Die Umfangsseiten sind zumindest im Bereich der zweiten Schicht des Formsteins durchlässig für Wasser und Wasserdampf ausgebildet, so dass die Aufnahme von Wasser bzw. der Wassereintritt in die zweite Schicht über die Umfangsseiten bzw. über die Flächen der Umfangsseiten erfolgen kann. Ebenso kann verdunstendes Wasser über die Umfangsseiten wieder aus der zweiten Schicht austreten. Um das Abscheiden bzw. Ausscheiden verdunstenden Wassers zusätzlich zu verbessern, sind gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in der wasserundurchlässigen, ersten Schicht Öffnungen zum Austritt von Wasserdampf optional vorgesehen.

**[0024]** In alternativen Ausführungsformen kann der Formstein wenigstens eine weitere, zwischen der ersten und der dritten Schicht angeordnete Schicht aufweisen, wobei es sich bei der zumindest einen weiteren Schicht um eine wasserundurchlässige oder eine wasserundurchlässige Schicht handeln kann. Beispielsweise kann anschließend an die wasserundurchlässige, zweite Schicht eine weitere wasserundurchlässige Schicht angeordnet sein, die aus einem Kernbeton mit einer anderen Beschaffenheit ausgebildet ist. Ferner ist denkbar, dass eine zusätzliche weitere Schicht in Form einer wasserundurchlässigen Beschichtung auf die erste und/oder die dritte Schicht aufgebracht ist.

**[0025]** Die Erfindung stellt auch einen Flächenbelag umfassend eine Vielzahl von auf einer Bettungsschicht eines Untergrundes durch Pflastern im Verbund verlegter erfindungsgemäßer, mehrschichtiger Formsteine zur Verfügung. Jeder der für den Flächenbelag verwendete Formstein weist zumindest eine wasserundurchlässige erste Schicht, eine wasserundurchlässige zweite Schicht und eine wasserundurchlässige dritte Schicht auf. Zwi-

schen benachbarten Formsteinen des Flächenbelags sind Fugen ausgebildet, wobei die Fugen mit einem im Wesentlichen split- und/oder sandartigen Fugenmaterial befüllt sind und einen Versickerungsweg zum Ableiten von Niederschlagswasser von einer Oberfläche des Flächenbelags ausbilden.

**[0026]** Aus dem erfindungsgemäßen Flächenbelag ergeben sich analoge Vorteile, wie sie oberhalb im Zusammenhang mit dem Formstein bereits erläutert wurden. Auf dem Flächenbelag auftreffendes Wasser, beispielsweise Niederschlagswasser wird an der Oberfläche des Flächenbelags mittels der undurchlässigen, ersten Schichten der Formsteine abgeleitet und versickert in den mit Fugenmaterial befüllten Fugen zwischen den Formsteinen. Über die Umfangsseiten der Formsteine dringt das Wasser aus dem angrenzenden Fugenmaterial in die Formsteine ein und wird dort zwischengespeichert. Das zwischengespeicherte Wasser wird dann zu einem späteren Zeitpunkt durch Verdunstung wieder der Atmosphäre zugeführt. Durch die bei der Verdunstung entstehende Verdunstungskälte kann dabei einerseits besonders vorteilhaft einem urbanen Hitzeinseleffekt entgegenwirkt werden.

**[0027]** Andererseits kann durch die Verdunstung und die damit einhergehende Rückführung von Niederschlagswasser in die Atmosphäre zugleich der natürliche Wasserkreislauf unterstützt und damit der urbane Wasseraushalt verbessert werden. Insbesondere kann mit dem vorliegenden Flächenbelag wirksam dazu beigetragen werden, ein zentrales Ziel der zukünftigen Entwässerungsplanung in Deutschland zu erreichen, wonach der lokale natürliche Wasseraushalt im Siedlungsgebiet erhalten werden muss, um die zunehmenden Schäden durch Starkregen zu begrenzen. Gemäß dem Entwässerungsplan müssen zwischen 34 % und 92 % des Niederschlagswassers evapotranspirieren, also verdunsten und transpirieren. Der Rest sollte bevorzugt in Richtung Grundwasser versickert werden und der Oberflächenabfluss begrenzt werden. Im Gegensatz zu vielen Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung, mittels derer vor allem die Versickerung gesteigert wird, unterstützt der vorliegende Flächenbelag vorteilhaft die geforderte Evapotranspiration, und trägt somit dazu bei, die gewünschten Verdunstungswerte Werte zu erreichen.

**[0028]** Vorteilhaft bilden die jeweiligen Umfangsseiten der Vielzahl von Formsteinen einen Einlassweg für das Niederschlagswasser, welches in den mit Fugenmaterial befüllten Fugen versickert, in die wasserundurchlässige, zweite Schicht der Formsteine. Ebenso bilden die Umfangsseiten der Vielzahl von Formsteinen gleichzeitig einen Auslassweg für verdunstendes Wasser von der wasserundurchlässigen, zweiten Schicht der Formsteine in die mit Fugenmaterial befüllten Fugen.

**[0029]** Besonders vorteilhaft weist der Flächenbelag eine vorgegebene Wasseraufnahmekapazität auf und ist zur Aufnahme und Zwischenspeicherung einer vorgegebenen Menge an Niederschlagswasser pro Flächeneinheit des Flächenbelags eingerichtet. Die Wasseraufnah-

mekapazität ist dabei mindestens so groß, dass ein merklicher Kühleffekt durch verdunstendes Wasser erzielt werden kann. Eine als Wassermenge pro Flächeneinheit angegebene Wasseraufnahmekapazität ist im Wesentlichen abhängig von dem pro Flächeneinheit des Flächenbelages vorhandenen Volumenanteil der wasserabsorbierenden, zweiten Schicht der Formsteine und kann daher auch als Wasservolumen pro Volumeneinheit der zweiten Schicht verstanden werden. Die Wasseraufnahmekapazität des Flächenbelags richtet sich somit in erster Linie nach der Dimensionierung und Beschaffenheit der zweiten Schicht der Formsteine. Beispielsweise kann die zweite Schicht der Formsteine in einem wassergesättigten Zustand pro Volumeneinheit so viel Wasser speichern, dass das Wasservolumen zwischen 10 % und 30 %, bevorzugt zwischen 15 % und 25 % und besonders bevorzugt rund 20 % ausmacht.

**[0030]** Das Fugenmaterial besteht bevorzugt aus einem Gemisch aus einem split- und/oder sandartigen Anteil, einem Feinanteil und einem künstlichen Molekularsieb und bildet eine Filterschicht zur Entfernung von Schadstoffen aus den Niederschlagswasserabflüssen.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0031]** Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1a schematisch dargestellt eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines Formsteins gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 1b schematisch dargestellt einen vertikalen Schnitt durch eine weitere Ausführungsform des Formsteins gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 ausschnittsweise schematisch dargestellt einen vertikalen Schnitt durch eine Ausführungsform eines Flächenbelages gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3a ausschnittsweise einen vertikalen Schnitt einer Ausführungsform eines Flächenbelages mit angedeutetem Versickerungs- und Aufnahmeweg für Niederschlagswasser und

Fig. 3b den Ausschnitt der Figur 3a mit angedeutetem Verdunstungsweg für zwischengespeichertes Niederschlagswasser.

#### Wege zur Ausführung der Erfindung

**[0032]** In den Figuren 1a und 1b ist jeweils eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Formsteins 1 zur Verwendung in einem durch Pflastern herstellbaren Flächenbelag schematisch dargestellt, wobei die Figur

1a eine perspektivische Ansicht des Formsteins 1 und die Figur 1b einen vertikalen Schnitt durch den Formstein 1 zeigt. Der Formstein 1 ist im Wesentlichen quaderförmig ausgebildet und weist eine für die Auflage auf einer Bettungsschicht 4 (siehe Fig. 2) eines Untergrundes vorgesehene Unterseite 2 und eine der Unterseite 2 gegenüberliegende Oberseite 3 auf, wobei die Oberseite 3 eine Oberfläche des Formsteines 1 ausbildet. Vier senkrecht zu den Unter- und Oberseiten 2, 3 ausgerichtete Umfangsseiten 5, 5', 5", 5"" des Formsteins 1 schließen jeweils rechtwinkelig aneinander an.

**[0033]** Erfindungsgemäß ist der Formstein 1 mehrschichtig ausgebildet und weist eine wasserundurchlässige, erste Schicht 1.1, eine wasserdurchlässige, zweite Schicht 1.2 und eine wasserundurchlässige, dritte Schicht 1.3 auf, wobei unter einer wasserundurchlässigen Schicht im vorliegenden Zusammenhang verstanden wird, dass Wasser nicht ungehindert in diese Schicht eindringen und/oder durch diese Schicht hindurchdringen kann, sondern zumindest größtenteils abgewiesen oder abgeleitet wird.

**[0034]** Die wasserundurchlässige, erste Schicht 1.1 ist auf der Oberseite 3 des Formsteins 1 angeordnet und besteht aus einem gefügedichten, undurchlässigen Vorsatzbeton. An die wasserundurchlässige, erste Schicht 1.1 schließt die wasserdurchlässige, zweite Schicht 1.2 an, welche aus einem haufwerksporigen Kernbeton mit einem großen Anteil an Fein- und Mikroporen besteht. Die an der Unterseite 2 des Formsteins 1 angeordnete wasserundurchlässige, dritte Schicht 1.3 schließt wiederum an die zweite Schicht 1.2 an und besteht aus einem abdichtenden zementgebundenen Material. Die dritte Schicht 1.3 wird bei der Herstellung des Formsteins 1 auf die zweite Schicht 1.2 aufgetragen, derart, dass das Material der dritten Schicht 1.3 an einer Grenzfläche zwischen zweiter und dritter Schicht 1.2, 1.3 zumindest teilweise in die Poren des haufwerksporigen Kernbetons der zweiten Schicht 1.2 eindringt und diese größtenteils verschließt.

**[0035]** Die zwischen der ersten und der dritten Schicht 1.1, 1.3 angeordnete wasserdurchlässige, zweite Schicht 1.2 ist zur Aufnahme und Speicherung von Wasser ausgebildet, wobei Wasser über die Umfangsseiten 5, 5', 5", 5"" in die zweite Schicht 1.2 gelangen bzw. eindringen kann. Unter Bedingungen, die eine Verdunstung von Wasser begünstigen, kann das in der zweiten Schicht 1.2 zwischengespeicherte Wasser wieder verdunsten und in Dampfform wiederum über die Umfangsseiten 5, 5', 5", 5"" aus dem Formstein 1 entweichen.

**[0036]** Jede der Schichten 1.1, 1.2, 1.3 weist eine vorgegebene Schichtdicke  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$  auf, wobei die Schichtdicke  $d_2$  der zweiten Schicht 1.2 rund 80% bis 85% einer Gesamthöhe  $h$  des Formsteins 1 beträgt. Die dargestellte Ausführungsform des Formsteins 1 weist beispielhaft eine Gesamthöhe  $h$  von 8 cm auf, wobei die erste Schicht 1.1 eine Schichtdicke  $d_1$  von 1 cm, die zweite Schicht 1.2 eine Schichtdicke  $d_2$  von 6,5 cm und die dritte Schicht 1.3 eine Schichtdicke  $d_3$  von 0,5 cm aufweist. Die zweite

Schicht 1.2 nimmt mit ihrer Schichtdicke  $d_2$  somit ca. 81 % der Gesamthöhe  $h$  des Formsteins 1 ein.

**[0037]** Das dargestellte Beispiel des Formsteins 1 weist Abstandselemente 9 auf, welche beim Verlegen der Formsteine 1 Fugen 6 (siehe Fig. 2) in annähernd gleichmäßiger Breite gewährleisten und für eine Mindestbreite der Fugen 6 sorgen.

**[0038]** In der Figur 2 ist ein Ausschnitt eines vertikalen Schnittes durch eine Ausführungsform eines Flächenbelages 10 dargestellt. Der Flächenbelag 10 ist durch Pflaster hergestellt und umfasst eine Vielzahl von auf einer Bettungsschicht 4 eines Untergrundes im Verbund verlegter mehrschichtig ausgebildeter Formsteine 1. Die zur Herstellung des Flächenbelages 10 verwendeten Formsteine 1 sind erfindungsgemäß dreischichtig ausgebildet und weisen eine erste, eine zweite und eine dritte Schicht 1.1, 1.2, 1.3 (siehe Fig. 1a und 1b) auf. Zwischen benachbarten Formsteinen 1 des Flächenbelags 10 sind Fugen 6 ausgebildet, welche mit einem Fugenmaterial 7 befüllt sind und einen Versickerungsweg zum Ableiten von Niederschlagswasser von einer der Bettungsschicht 4 abgewandten Oberfläche des Flächenbelags 10 ausbilden.

**[0039]** Zum Herstellen des Flächenbelages 10 werden eine Vielzahl von Formsteinen 1 auf der Bettungsschicht 4 im Verbund verlegt, wobei es sich bei der Bettungsschicht 4 um eine herkömmliche Bettungsschicht 4 handelt, die im Wesentlichen aus einem Materialgemisch mit einer Korngröße von 0,1 mm bis 5 mm besteht. Nach dem Verlegen der Formsteine 1 wird das Fugenmaterial 7 auf den Formsteinen 1 vorgelegt und trocken in die Fugen 6 eingefügt. Im Anschluss daran wird der Flächenbelag 10 abgerüttelt und schließlich nochmals nachverfugt. Dieser Vorgang kann nach einer bestimmten Zeit, z. B. in einem Abstand von 2 Wochen wiederholt werden.

**[0040]** Das Fugenmaterial 7 des dargestellten Beispiels besteht aus einem Gemisch aus einem Sandanteil, einem Feinanteil und einem künstlichen Molekularsieb und bildet zugleich eine Filterschicht zur Entfernung von Schadstoffen aus dem Niederschlagswasser. Das künstliche Molekularsieb weist eine Korngröße von 1,8 mm bis 2,3 mm auf und beträgt zwischen 4% und 6% des Gemisches des Fugenmaterials 7. Eine Porenweite des künstlichen Molekularsiebes ist auf die Größe der zu absorbierenden Schadstoffe ausgerichtet und liegt zwischen 3 Å und 10 Å. Beispielsweise kann es sich bei dem künstlichen Molekularsieb um ein käufliches Material mit den Bezeichnungen 4A oder 5A oder 13X handeln.

**[0041]** Zur Veranschaulichung des an dem Flächenbelag 10 stattfindenden Wasserkreislaufs ist in den Figuren 3a und 3b jeweils ein Ausschnitt eines Flächenbelages 10 in einem Vertikalschnitt dargestellt, wobei in Figur 3a der Versickerungs- und Aufnahmeweg für Niederschlagswasser und in Figur 3b der Verdunstungsweg für zwischengespeichertes Niederschlagswasser ange deutet ist.

**[0042]** Niederschlagswasser trifft auf der Oberfläche des Flächenbelages 10 auf der wasserundurchlässigen,

ersten Schicht 1.1 der Formsteine 1 auf und sickert über die Fugen 6 in das Fugenmaterial 7 ein. Von dort aus gelangt zumindest ein Teil des sich in Richtung der Bettungsschicht 4 bewegenden, versickernden Wassers in die zweite Schicht 1.2 der Formsteine 1 und zwar über die an das Fugenmaterial 7 angrenzenden Umfangsseiten 5, 5', 5", 5"". Der Versickerungs- bzw. Transportweg des Niederschlagswassers ist in Figur 3a durch schwarze Pfeile angedeutet.

**[0043]** Das in der zweiten Schicht 1.2 der Formsteine 1 zwischengespeicherte Wasser kann unter entsprechenden Bedingungen, beispielsweise bei Erwärmung des Flächenbelages 10 durch Sonneneinstrahlung, verdunsten und wieder in die Umgebung entweichen. Das verdunstende Wasser gelangt in Form von Wasserdampf aus der zweiten Schicht 1.2 des Formsteines 1 über die an das Fugenmaterial 7 angrenzenden Umfangsseiten 5, 5', 5", 5"" zurück in das Fugenmaterial 7 und aus diesem an die Oberfläche, wo es in die darüber liegende Luft abgegeben wird. Zur Verbesserung der Dampfabführung bzw. Dunstabführung weisen die Formsteine 1 des dargestellten Beispiels in ihrer undurchlässigen ersten Schicht 1.1 zusätzlich Öffnungen 8 auf, die einen Austritt von Wasserdampf erlauben. Der Verdunstungsweg des Wassers ist in Figur 3b durch weißgefüllte Doppelpfeile angedeutet. Die zusätzlichen Öffnungen 8 sind jedoch nur optional in der ersten Schicht 1.1 der Formsteine ausgebildet, die Verdunstung des zwischengespeicherten Wassers erfolgt auch ohne die zusätzlichen Öffnungen 8 in ausreichender Effektivität.

**[0044]** Über das vorliegende Flächenmaterial 10 kann Wasser vorteilhafterweise zwischengespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt durch Verdunstung wieder der Atmosphäre zugeführt werden. 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 Wasseraushalt verbessert werden. Das Flächenmaterial 10 eignet sich insbesondere dazu einen wirksamen Beitrag zum Erreichen des Ziels der in Deutschland anzuwendenden Entwässerungsplanung zu leisten, um eine Evapotranspiration zwischen 34 % und 92 % des Niederschlagswassers zu erreichen.

#### Bezugszeichenliste

**[0045]**

1	Formstein
1.1	erste Schicht
1.2	zweite Schicht
1.3	dritte Schicht
2	Unterseite
3	Oberseite
4	Bettungsschicht
5, 5', 5", 5""	Umfangsseiten
6	Fugen

7	Fugenmaterial
8	Öffnung
9	Abstandselement
10	Flächenbelag
5	d <sub>1</sub> Schichtdicke der ersten Schicht
	d <sub>2</sub> Schichtdicke der zweiten Schicht
	d <sub>3</sub> Schichtdicke der dritten Schicht
	h      Gesamthöhe des Formsteins

10

#### Patentansprüche

1. Formstein (1) aus Beton zur Verwendung in einem durch Pflastern herstellbaren Flächenbelag (10), wobei der Formstein (1) wenigstens eine zur Auflage auf eine Bettungsschicht (4) eines Untergrundes vorgesehene Unterseite (2) und eine der Unterseite (2) gegenüberliegende Oberseite (3) aufweist und wobei der Formstein (1) mehrschichtig aufgebaut ist und zumindest eine entlang der Oberseite (3) angeordnete wasserundurchlässige, erste Schicht (1.1) und zumindest eine wasserdurchlässige, zweite Schicht (1.2) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Formstein (1) zumindest eine an die zweite Schicht (1.2) anschließende dritte Schicht (1.3) umfasst und dass die dritte Schicht (1.3) als wasserundurchlässige Schicht ausgebildet und auf der zur Auflage auf die Bettungsschicht (4) vorgesehene Unterseite (2) des Formsteins (1) angeordnet ist, wobei die zwischen der ersten und dritten Schicht (1.1, 1.3) angeordnete zweite Schicht (1.2) zur Aufnahme und Speicherung von Wasser ausgebildet ist.
2. Formstein (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wasserundurchlässige, erste Schicht (1.1) aus einem die Oberseite (3) des Formsteins (1) bildenden, gefügedichten Vorsatzbeton besteht.
3. Formstein (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wasserdurchlässige, zweite Schicht (1.2) aus einem haufwerksporigen Kernbeton besteht.
4. Formstein (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wasserundurchlässige, dritte Schicht (1.3) aus einem abdichtenden Material besteht.
5. Formstein (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wasserundurchlässige, dritte Schicht (1.3) dazu ausgebildet ist, bei einem im Flächenbelag (10) egebauten Zustand des Formsteins (1) einen über die Unterseite (2) gerichteten Transport von Wasser aus der zweiten Schicht (1.2) des Formsteins (1) in die Bettungsschicht (4) zu verhindern.

6. Formstein (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Schichtdicke ( $d_2$ ) der wasserdurchlässigen, zweiten Schicht (1.2) zwischen 70% und 90% einer Gesamthöhe (h) des Formsteins (1), bevorzugt zwischen 75% und 85% der Gesamthöhe (h) des Formsteins (1) und besonders bevorzugt rund 80% der Gesamthöhe (h) des Formsteins (1) beträgt. 10
7. Formstein (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Formstein (1) wenigstens drei aneinander anschließende Umfangsseiten (5, 5', 5'') aufweist, wobei die Umfangsseiten (5, 5', 5'') zumindest im Bereich der zweiten Schicht (1.2) des Formsteins (1) durchlässig für Wasser und Wasserdampf ausgebildet sind. 15
8. Formstein (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der wasserundurchlässigen, ersten Schicht (1.1) Öffnungen (8) zum Austritt von Wasserdampf vorgesehen sind. 20
9. Formstein (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Formstein (1) wenigstens eine weitere, zwischen der ersten und der dritten Schicht (1.1, 1.3) angeordnete Schicht aufweist. 25
10. Flächenbelag (10) umfassend eine Vielzahl von auf einer Bettungsschicht (4) eines Untergrundes durch Pflastern im Verbund verlegter mehrschichtiger Formsteine (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei jeder Formstein (1) zumindest eine wasserundurchlässige erste Schicht (1.1), eine wasserdurchlässige zweite Schicht (1.2) und eine wasserundurchlässige dritte Schicht (1.3) aufweist, wobei zwischen benachbarten Formsteinen (1) des Flächenbelags (10) Fugen (6) ausgebildet sind und wobei die Fugen (6) mit einem im Wesentlichen splitt- und/oder sandartigen Fugenmaterial (7) befüllt sind und einen Versickerungsweg zum Ableiten von Niederschlagswasser von einer Oberfläche des Flächenbelags (10) ausbilden. 30
11. Flächenbelag (10) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweilige Umfangsseiten (5, 5', 5'') der Vielzahl von Formsteinen (1) einen Einlassweg für das in den mit Fugenmaterial (7) befüllten Fugen (6) versickernde Niederschlagswasser in die wasserdurchlässige, zweite Schicht (1.2) der Formsteine (1) bilden. 40
12. Flächenbelag (10) nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umfangsseiten (5, 5', 5'') der Vielzahl von Formsteinen (1) einen Auslassweg für verdunstendes Wasser von der wasserdurchlässigen, zweiten Schicht (1.2) der Formsteine (1) in die mit Fugenmaterial (7) befüllten Fugen (6) bilden. 45
13. Flächenbelag (10) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **gekennzeichnet durch** eine vorgegebene Wasseraufnahmekapazität, wobei der Flächenbelag (10) zur Aufnahme und Zwischenspeicherung einer vorgegebenen Menge an Niederschlagswasser pro Flächeneinheit des Flächenbelags (10) eingerichtet ist. 5
14. Flächenbelag (10) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fugenmaterial (7) eine Filterschicht zur Entfernung von Schadstoffen aus den Niederschlagswasserabflüssen bildet und aus einem Gemisch aus einem splitt- und/oder sandartigen Anteil, einem Feinanteil und deinem künstlichen Molekularsieb besteht. 15

Fig. 1a

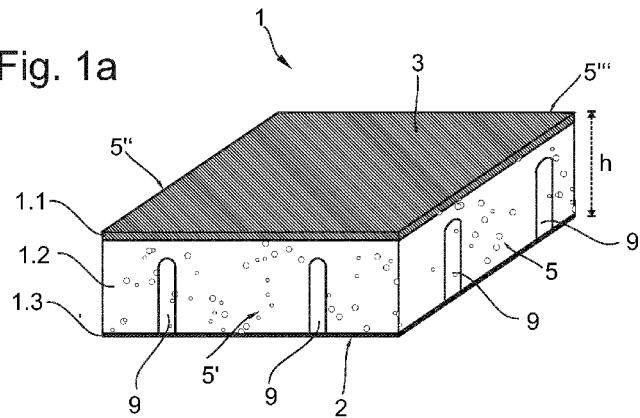


Fig. 1b

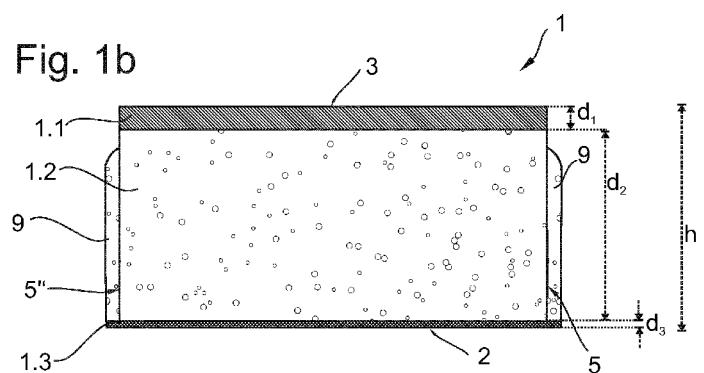


Fig. 2

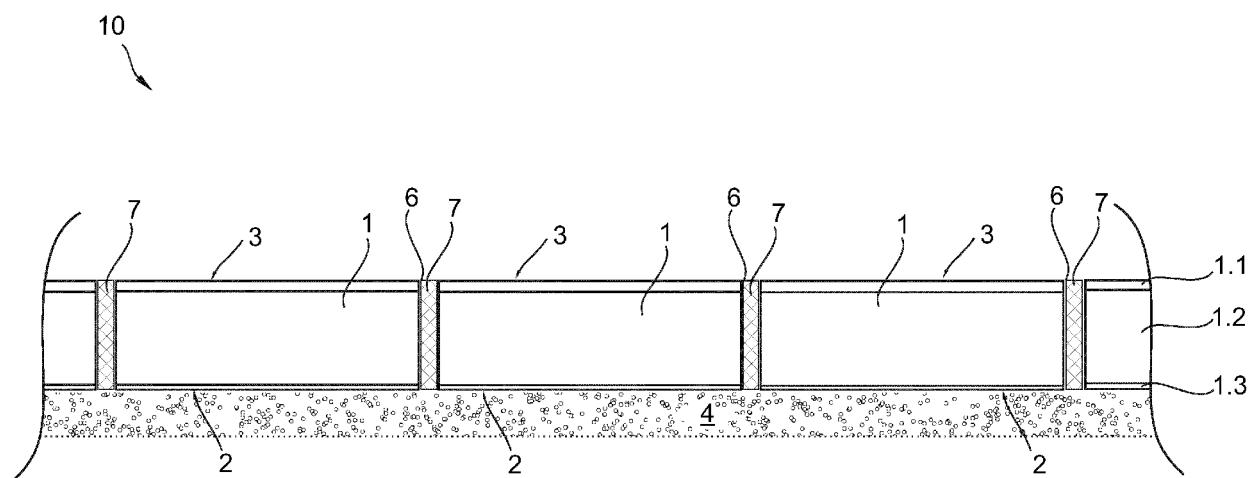


Fig. 3a

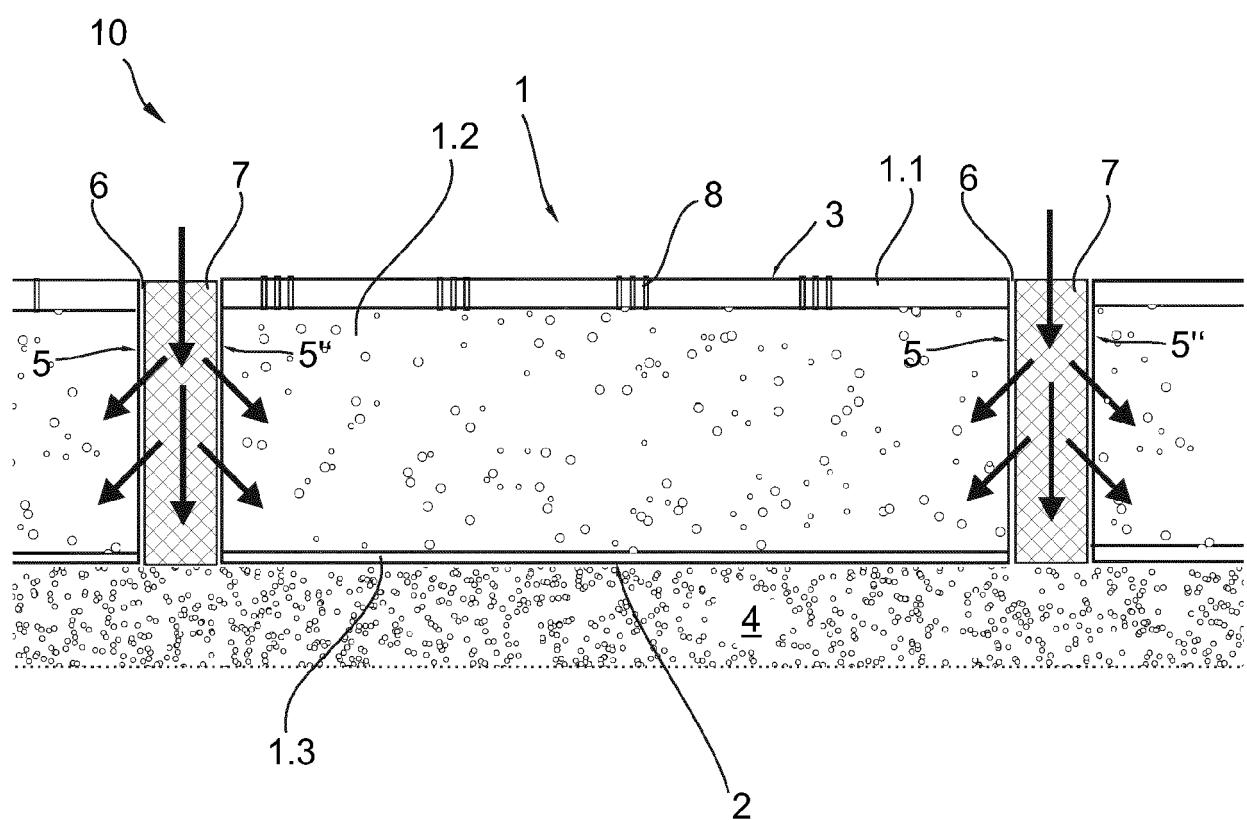
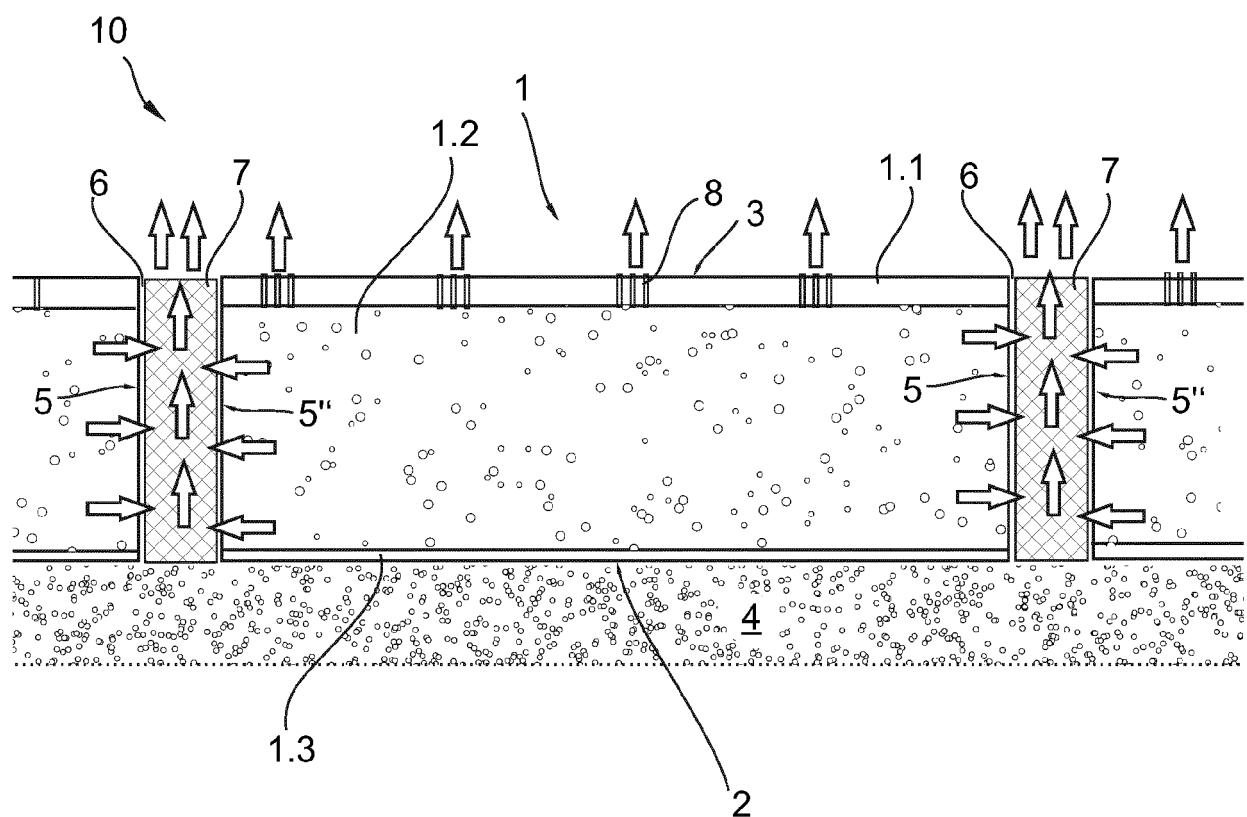


Fig. 3b





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 16 19 2737

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE									
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)						
10 A	DE 195 01 091 A1 (MUNDERKINGEN BETONWERKE [DE]) 1. August 1996 (1996-08-01) * Abbildungen 1,2 * * Anspruch 1 * * das ganze Dokument * -----	1-14	INV. E01C5/06 E01C5/22 E01C11/22 E01C5/00						
15 A,D	DE 10 2012 100616 B4 (HEINRICH KLOSTERMANN GMBH & CO KG [DE]) 14. August 2013 (2013-08-14) * Abbildungen 1,2 * * Absatz [0036] * * das ganze Dokument * -----	1-14							
20 A	DE 20 2015 100744 U1 (GUSTAV SIEKMANN GMBH & CO KG [DE]) 27. März 2015 (2015-03-27) * Abbildung 1 * * Absätze [0014], [0015] * * das ganze Dokument * -----	1-14							
25			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)						
30			E01C						
35									
40									
45									
50 1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt								
55	<table border="1"> <tr> <td>Recherchenort</td> <td>Abschlußdatum der Recherche</td> <td>Prüfer</td> </tr> <tr> <td>München</td> <td>24. Januar 2017</td> <td>Klein, A</td> </tr> </table>	Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	München	24. Januar 2017	Klein, A		
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
München	24. Januar 2017	Klein, A							
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE								
	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze							
	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist							
	A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument							
	O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument							
	P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument							

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

EP 16 19 2737

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.

24-01-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 19501091 A1 01-08-1996	AT CZ DE EP	212398 T 9503130 A3 19501091 A1 0722014 A1	15-02-2002 13-08-1997 01-08-1996 17-07-1996	
20	DE 102012100616 B4 14-08-2013	DE EP	102012100616 A1 2617684 A1	18-07-2013 24-07-2013	
25	DE 202015100744 U1 27-03-2015	KEINE			
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 [0004]
- US 20140048542 A1 [0009]
- JP 2006283447 A [0010]