

(19)



(11)

EP 2 393 993 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
15.03.2017 Patentblatt 2017/11

(51) Int Cl.:
E02D 27/14^(2006.01) E02D 17/20^(2006.01)
E02D 27/16^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09776807.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2009/004511

(22) Anmeldetag: **23.06.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/088929 (12.08.2010 Gazette 2010/32)

(54) **UNTERBAU FÜR BAUWERKE**

FOUNDATION FOR BUILDINGS

FONDATIONS POUR CONSTRUCTIONS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**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 SE SI SK TR**

(30) Priorität: **06.02.2009 DE 102009007931**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.12.2011 Patentblatt 2011/50

(73) Patentinhaber: **Soiltec GmbH**
28832 Achim (DE)

(72) Erfinder: **TIETJEN, Kai**
27321 Thedinghausen (DE)

(74) Vertreter: **Heiland, Karsten et al**
Meissner Bolte Patentanwälte
Rechtsanwälte Partnerschaft mbB
Hollerallee 73
28209 Bremen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 611 849 WO-A-92/00425
JP-A- 3 180 610 JP-A- 2008 038 511
JP-A- 2008 075 389 US-A- 4 797 026
US-A1- 2003 024 186

EP 2 393 993 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Unterbau für Bauwerke.

[0002] Auf weichem Untergrund zu errichtende Bauwerke können durch Pfahlgründungen abgestützt und gegen Setzbewegungen gesichert werden. Zwischen den Pfählen (unten) und den Bauwerken (oben) ist regelmäßig eine Lastverteilungsschicht anzuordnen, um so die aus dem Bauwerk herrührenden Lasten in die Pfähle einleiten zu können. Die Lastverteilungsschicht muss zur Erfüllung dieser Aufgabe eine bestimmte Dicke aufweisen und aus bestimmtem Material bestehen. Bekannt sind Lastverteilungsschichten aus Sand.

[0003] Aus der JP-A-2008 075 389 ist eine Stützmauer für eine Steilböschung bekannt, bei der wabenförmige Strukturen treppenartig angelegt und mit vertikalen Pfosten im Untergrund verankert sind. Stützpfähle zur Aufnahme vertikaler Lasten sind nicht ersichtlich.

[0004] In der US-A-2003 024 186 ist eine Fahrbahnkonstruktion gezeigt, mit einer gattungsgemäßen Kombination aus pfahlartigen Tragelementen und Schichten, bei der eine

[0005] Fahrbahndecke partiell hydraulisch anhebbar ist. Dadurch sollen im Zeitverlauf eintretende Niveauunterschiede ausgeglichen werden. Hierzu sind unter Fahrbahnsegmenten liegende Kissen mit Flüssigkeit befüllbar. Die Kissen liegen auf abgestützten Betonplatten.

[0006] Eine wabenförmige Struktur zeigt die EP-A-0 611 849. Die Struktur ist stabilisiert durch in Längsrichtung verlaufende Spanndrähte, welche über Erdanker im Untergrund verankert sein können.

[0007] Eine Pfahlgründung zeigt die JP-A-2008 038 511. In einem oberen Bereich sind die Pfähle von ringförmigen Wandungen umgeben. Die derart gebildeten Räume sind zur Bildung von Mikro-Blasen mit chemischen Zusätzen versehen.

[0008] Eine wabenförmige Struktur zur Verstärkung einer Fahrbahn zeigt die US-A-4 797 026. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Veränderung der Lastverteilungsschicht derart, dass der Unterbau insgesamt kostengünstiger, stabiler und/oder schneller aufgebaut werden kann.

[0009] Der erfindungsgemäße Unterbau ergibt sich aus den Merkmalen des Anspruchs 1. Danach weist der Unterbau für Bauwerke eine Kombination aus pfahlartigen Tragelementen und einer darüber angeordneten Lastverteilungsschicht auf, wobei in die Lastverteilungsschicht eine dreidimensionale matrixartige Struktur integriert ist. Unter der Lastverteilungsschicht ist eine Ausgleichsschicht vorgesehen, wobei sich die Tragelemente bis in die Ausgleichsschicht hinein erstrecken und durch die Ausgleichsschicht gegebenenfalls vorhandene Höhenunterschiede der Tragelemente ausgeglichen werden. Außerdem ist auf der Ausgleichsschicht oder in derselben ein Vlies vorgesehen.

[0010] Vorzugsweise handelt es sich bei der Lastverteilungsschicht hier generell um eine Kombination aus

einem schüttfähigen Stoff, wie beispielsweise Sand, mit einer integrierten Wabenstruktur. Letztere soll insbesondere Querbewegungen des schüttfähigen Stoffes, nämlich ein Ausweichen des schüttfähigen Stoffes zur Seite aufgrund der statischen Lasten der Bauwerke verhindern bzw. begrenzen. Der schüttfähige Stoff hat in der Lastverteilungsschicht vorteilhafterweise dieselbe Höhe wie die Wabenstruktur. Abweichungen sind möglich.

[0011] Im Rahmen der Erfindung ist vorgesehen, dass die Tragelemente auf oder in einem tragfähigen Untergrund stehen und sich durch eine nicht ausreichend tragfähige Schicht bis an die Lastverteilungsschicht erstrecken.

[0012] Nach einem weiteren Gedanken der Erfindung weist die Wabenstruktur überwiegend, insbesondere ausschließlich aufrechte Wandungen auf. "Aufrecht" bedeutet in diesem Fall eine Ausrichtung auch parallel zur Haupterstreckungsrichtung der Tragelemente. Auf diese Weise werden Querbewegungen des schüttfähigen Stoffes in der Lastverteilungsschicht wirksam verhindert.

[0013] Nach einem weiteren Gedanken der Erfindung ist vorgesehen, dass die Wabenstruktur überwiegend, insbesondere ausschließlich Wandungen aufweist, die senkrecht zur Erstreckung der Lastverteilungsschicht gerichtet sind. Bei horizontal ausgerichteter Lastverteilungsschicht ergeben sich so aufrecht stehende Wandungen der Wabenstruktur.

[0014] Vorzugsweise ist die Wabenstruktur nach oben hin - in Richtung auf das Bauwerk - und nach unten hin - in Richtung auf die Tragelemente - offen ausgebildet. Wasseraufnahme und -durchlässigkeit sind dadurch optimiert.

[0015] Nach einem weiteren Gedanken der Erfindung ist unterhalb der Lastverteilungsschicht eine Ausgleichsschicht vorzugsweise aus Sand vorgesehen, in die sich die Tragelemente hineinerstrecken. Die Ausgleichsschicht dient als Höhenausgleich für die Tragelemente. Letztere enden mit ihren oberen Abschlussflächen ungefähr in derselben Höhe. Genau gleiche Höhen sind konstruktionsbedingt in den meisten Fällen nicht möglich. Die Differenzen können durch die Ausgleichsschicht ausgeglichen werden. Vorzugsweise beträgt die Dicke der Ausgleichsschicht 1 cm bis 10 cm. Je dicker die Ausgleichsschicht ist, umso größer ist auch deren zusätzliche lastverteilende Wirkung. Im Idealfall ist keine Ausgleichsschicht vorgesehen.

[0016] Nach einem weiteren Gedanken der Erfindung weist die Wabenstruktur Hohlräume auf mit einem Durchmesser von 25 cm oder mehr. Der Durchmesser ist dabei zu messen in Richtung parallel zur Erstreckung der Lastverteilungsschicht. Die Hohlräume sind möglichst alle annähernd gleich groß. Entsprechend weisen die Hohlräume keinen kreisrunden Querschnitt auf. Vorzugsweise bezieht sich die Durchmesserangabe auf den kleinsten Durchmesser innerhalb eines Hohlraumes. Je nach Messrichtung kann sich auch ein größerer Durchmesser ergeben.

[0017] Erfindungsgemäß kann die Wabenstruktur

Wandungen und/oder Hohlräume mit 5 cm bis 15 cm Höhe aufweisen. Die Höhe erstreckt sich dabei vorzugsweise in Richtung senkrecht zur Erstreckung der Lastverteilungsschicht. Versuche haben überraschenderweise ergeben, dass gerade bei größeren Hohlräumen von 25 cm Durchmesser oder mehr Wandungen mit einer Höhe von nur 5 cm bis 15 cm für bestimmte Anwendungsfälle ausreichen. Dadurch kann die Lastverteilungsschicht insgesamt relativ dünn ausgebildet werden. Entsprechend verringert sich der Materialeinsatz. Zugleich wird die Bauzeit verkürzt.

[0018] Nach einem weiteren Gedanken der Erfindung ist vorgesehen, dass die Wabenstruktur perforierte Wandungen aufweist mit einer Perforierung von 0% bis 40% der gesamten Wandungsfläche. Die Perforierung, beispielsweise in Form von mit gleichen Abständen zueinander angeordneten Bohrungen oder anderen Öffnungen, ermöglicht eine Durchlässigkeit für Wasser und Feinkorn. 0% entspricht einer Ausführung ohne Perforierung.

[0019] Erfindungsgemäß kann die Wabenstruktur aus wellenförmig gebogenen Streifen gebildet sein, wobei die Streifen im Bereich von Wellenbergen und Wellentälern miteinander verbunden sind. Bei aufrechter Anordnung der Wandungen liegen die Wellenberge und -täler nicht oben und unten, sondern seitlich zueinander versetzt. Durch die beschriebenen Streifen lassen sich großflächige Wabenstrukturen schnell und einfach ausbilden.

[0020] Nach einem weiteren Gedanken der Erfindung weist die Wabenstruktur aneinander angrenzende Zellen oder Hohlräume auf mit einer Fläche von 400 cm² oder mehr. Die Fläche ist dabei vorzugsweise parallel zur Erstreckung der Lastverteilungsschicht zu messen.

[0021] Erfindungsgemäß kann die Wabenstruktur aneinander angrenzende Zellen aufweisen, deren Wandungen mit Wandungen anderer und/oder derselben Zellen verbunden sind, wobei kraftschlüssige Verbindungen zwischen den Wandungen für eine Belastung von vorzugsweise etwa jeweils 1 kN ausgelegt sind. Derart belastbare Verbindungen verhindern wirksam ein Abtrennen der miteinander verbundenen Wandungen bzw. eine Fehlfunktion der Wabenstruktur insgesamt und zwar für die meisten Anwendungen.

[0022] Nach einem weiteren Gedanken der Erfindung ist vorgesehen, dass die Wabenstruktur Wandungen aus HDPE oder anderen Polymerwerkstoffen aufweist. HDPE (High Density Polyethylene) ist ein langlebiger, hoch belastbarer und je nach Dicke flexibler Werkstoff. Die Wandungen können auch aus Vliesstoffen gebildet sein.

[0023] Die Wabenstruktur weist insbesondere Wandungen von 1 mm bis 3 mm Dicke auf. Vorzugsweise sind Wandungen mit einer Dicke von 1 mm bis 2 mm vorgesehen. Tendenziell sind die Wandungen um so dicker ausgebildet, je mehr Perforationen vorgesehen sind.

[0024] Die Tragelemente sind vorteilhafterweise Säulen mit 40 cm bis 80 cm Durchmesser und können bei-

spielsweise aus Beton gegossen sein. Bevorzugt ist eine Rasteranordnung der Tragelemente mit einem Abstand von 1,50 m bis 3,50 m zueinander.

[0025] Nach einem weiteren Gedanken der Erfindung ist vorgesehen, dass auf der Ausgleichsschicht oder in derselben ein Vlies vorgesehen ist. Das Vlies ist vorzugsweise eine wasserdurchlässige Textillage, mit der beispielsweise eine Vermengung von Material oberhalb und unterhalb des Vlieses vermieden wird. Vorteilhafterweise ist ein Vlies unmittelbar unter der Lastverteilungsschicht angeordnet.

[0026] Nach einem weiteren Gedanken der Erfindung sind zwei oder mehr Lastverteilungsschichten übereinander angeordnet, mit Abständen zueinander von vorzugsweise 0 cm bis 50 cm, wobei die Tragelemente bis an die untere Lastverteilungsschicht heran reichen können. Versuche haben ergeben, dass zwei Lastverteilungsschichten übereinander bessere Resultate liefern können als eine einzelne Lastverteilungsschicht mit derselben Gesamtdicke wie die beiden Lastverteilungsschichten. Erklärbar ist dieser Effekt durch die Verdichtung des Materials innerhalb der Lastverteilungsschicht. Das Material kann in zwei flachen Lastverteilungsschichten nacheinander besser verdichtet werden als in einer einzigen hohen Lastverteilungsschicht. Möglich ist auch die Anordnung von mehr als zwei Lastverteilungsschichten übereinander mit oder ohne Zwischenräumen.

[0027] Nach einem weiteren Gedanken der Erfindung ist vorgesehen, dass zwischen den Lastverteilungsschichten jeweils Ausgleichsschichten angeordnet sind, mit Dicken von vorzugsweise 0 cm bis 50 cm. Vorteilhafterweise befindet sich zwischen zwei Lastverteilungsschichten jeweils eine Ausgleichsschicht.

[0028] Nach einem weiteren Gedanken der Erfindung ist vorgesehen, dass eine oder mehrere Ausgleichsschichten einen sich ändernden Dickenverlauf aufweisen. Eine untere Ausgleichsschicht zwischen Lastverteilungsschicht und Tragelementen gleicht Toleranzen beim Setzen der Tragelemente aus. Weitere Anpassungen an die geforderte genaue Höhe des Unterbaus sind durch eine sich ändernde Dicke einer weiteren Ausgleichsschicht zwischen zwei Lastverteilungsschichten möglich.

[0029] Vorteilhafterweise ist ein ggf. vorhandenes Vlies bei mehreren Lastverteilungsschichten zumindest unter der untersten Lastverteilungsschicht angeordnet. Es können aber auch unter weiteren oder unter allen Lastverteilungsschichten Vliese vorgesehen sein.

[0030] Im Rahmen der Erfindung liegt auch die Verwendung des Unterbaus mit einem oder mehreren der voranstehend genannten Merkmale für

- Straßendecken, Verkehrswege, Logistikflächen,
- Deiche, Dämme,
- Brücken und/oder
- Hochbauten.

[0031] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich

aus der Beschreibung im Übrigen und aus den Ansprüchen. Vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 einen Querschnitt durch einen erfindungsge-
mäßigen Unterbau,
Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines Teils
des Unterbaus,
Fig. 3 einen Querschnitt zu Fig. 2,
Fig. 4 eine perspektivische Darstellung des Unter-
baus analog Fig. 2, aber mit jeweils drei Last-
verteilungsschichten und Ausgleichsschichten,
Fig. 5 einen Querschnitt zu Fig. 4.

[0032] Ein nicht gezeigtes Bauwerk soll auf einem nicht tragfähigen Untergrund, nämlich einer Weichschicht 10 errichtet werden. Um das Bauwerk sicher errichten zu können ist ein spezieller Unterbau vorgesehen. Dieser weist hier säulenartige Tragelemente 11 und eine darüber angeordnete Lastverteilungsschicht 12 auf.

[0033] Die Tragelemente 11 sind hier als Betonsäulen ausgeführt, die aufrecht stehen und sich durch die gesamte Weichschicht 10 hindurcherstrecken bis in einen tragfähigen Untergrund 13 unterhalb der Weichschicht 10. Obere Enden der Tragelemente 11 ragen bis in eine Ausgleichsschicht 14 aus verdichtetem Sand hinein. Durch die Ausgleichsschicht 14 werden ggf. vorhandene Höhenunterschiede der Tragelemente ausgeglichen. Zugleich kann die Ausgleichsschicht 14 bei der Verteilung von Traglasten mitwirken.

[0034] Die Ausgleichsschicht 14 ist abgedeckt durch eine wasserdurchlässige Textillage, ein Vlies 15. Unmittelbar auf dem Vlies 15 ist die Lastverteilungsschicht 12 angeordnet, auf welcher beispielsweise eine Frostschutzschicht und eine Straßendecke liegen können (nicht gezeigt) oder ein Deichbauwerk.

[0035] Die Lastverteilungsschicht 12 weist vorzugsweise eine integrierte, dreidimensionale Wabenstruktur auf. Die Wabenstruktur ist mit verdichtetem Sand gefüllt. Auf der Lastverteilungsschicht 12 ruhende Lasten werden durch den Sand und die Wabenstruktur in die Tragelemente 11 eingeleitet.

[0036] Die dreidimensionale Wabenstruktur der Lastverteilungsschicht 12 besteht aus mäanderförmig angeordneten Kunststoffstreifen 16 mit aufrechten Wandungen. Durch die Mäanderform ergibt sich für jeden Kunststoffstreifen 16 der Eindruck eines nahezu sinusförmigen Verlaufs. Zueinander benachbarte Kunststoffstreifen 16 sind - im Sinne einer Sinuskurve - um 180° zueinander verschoben, sodass nach oben und nach unten offene Hohlräume 17 bzw. Waben entstehen.

[0037] Für die Montage der Wabenstruktur auf der Baustelle sind mehrere Kunststoffstreifen 16 vorab zu

einer Wabeneinheit 18 miteinander verbunden. Auf der Baustelle werden dann mehrere Wabeneinheiten 18 im Bereich äußerer Bögen 19 und vorstehender Flossen 20 kraftschlüssig miteinander verbunden. Hierzu werden nicht gezeigte Verbindungsmittel verwendet, etwa mechanischer Art oder auch durch Kleben oder Schweißen. Die Flossen 20 sind gebildet durch miteinander verbundene Enden benachbarter Kunststoffstreifen 16.

[0038] In den Fig. 2 und 3 sind zur Vereinfachung die Weichschicht 10 und der tragfähige Untergrund 13 nicht eingezeichnet, auch nicht der in der Wabenstruktur vorhandene verdichtete Sand.

[0039] Die Höhe der Wabenstruktur und entsprechend auch der perforierten Kunststoffstreifen 16 und der Lastverteilungsschicht 12 beträgt etwa 5 cm bis 15 cm mit einem Durchmesser der einzelnen Hohlräume 17 bzw. Waben von mehr als 25 cm und/oder einer von den Hohlräumen 17 bedeckten Fläche von jeweils mehr als 400 cm². Die Ausgleichsschicht 14 sollte so dünn wie möglich sein und weist eine Dicke von etwa 1 cm bis 20 cm auf. Im Idealfall ist keine Ausgleichsschicht vorgesehen.

[0040] Die Tragelemente 11 sind hier als Betonsäulen mit einem Durchmesser von etwa 40 cm bis 80 cm ausgebildet. Dabei weisen die einzelnen Säulen im Raster einen Abstand von etwa 2 m bis 3,50 m auf.

[0041] Die Verbindungen zwischen den benachbarten bzw. aufeinanderfolgenden Kunststoffstreifen 16 sind ausgelegt auf eine Zugkraft von etwa 1 kN. Als Material wird vorzugsweise HDPE mit einer Wandstärke von 1 mm bis 2 mm Dicke verwendet.

[0042] Eine Erweiterung des in den Fig. 2 und 3 gezeigten Unterbaus zeigen die Fig. 4 und 5. Insgesamt sind drei Lastverteilungsschichten 12, 112, 212 und drei Ausgleichsschichten 14, 114, 214 vorgesehen, nämlich jeweils abwechselnd. Das Vlies 15 liegt zwischen der unteren Lastverteilungsschicht 12 und der unteren Ausgleichsschicht 14.

[0043] Die Tragelemente 11 erstrecken sich in die untere Ausgleichsschicht 14 hinein, wie dies auch in Fig. 1 gezeigt ist.

[0044] Die Ausgleichsschichten 14 sind hier in Längserstreckung des Bauwerks - Pfeil 21 - mit gleichbleibender Dicke ausgebildet. Möglich sind aber auch in Erstreckungsrichtung sich ändernde Dicken, insbesondere zum Ausgleich unterschiedlicher Höhen zwischen der Weichschicht 10 einerseits, siehe Fig. 1, und der geforderten Höhe des Bauwerks oberhalb der obersten Lastverteilungsschicht 212 andererseits.

[0045] Die Verwendung mehrerer, übereinander liegender Lastverteilungsschichten 12, 112, 212 ist besonders vorteilhaft, da innerhalb jeder Lastverteilungsschicht eine höhere Verdichtung des Materials erzielbar ist als bei einer einzigen relativ hohen Lastverteilungsschicht.

Bezugszeichenliste

[0046]

- 10 Weichschicht
- 11 Tragelemente
- 12 Lastverteilungsschicht
- 13 tragfähiger Untergrund
- 14 Ausgleichsschicht
- 15 Vlies
- 16 Kunststoffstreifen
- 17 Hohlräume
- 18 Wabeneinheiten
- 19 Bögen
- 20 Flossen
- 21 Pfeil
- 112 Lastverteilungsschicht
- 114 Ausgleichsschicht
- 212 Lastverteilungsschicht
- 214 Ausgleichsschicht

Patentansprüche

1. Unterbau für Bauwerke, mit einer Kombination aus pfahlartigen Tragelementen (11) und einer darüber angeordneten Lastverteilungsschicht (12) mit integrierter dreidimensionaler, matrixartiger Struktur oder Wabenstruktur, wobei unter der Lastverteilungsschicht (12) eine Ausgleichsschicht (14) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Tragelemente (11) bis in die Ausgleichsschicht (14) hineinerstrecken und durch die Ausgleichsschicht (14) gegebenenfalls vorhandene Höhenunterschiede der Tragelemente (11) ausgeglichen werden, und wobei auf der Ausgleichsschicht (14) oder in derselben ein Vlies (15) vorgesehen ist.
2. Unterbau nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** einen tragfähigen Untergrund (13) und eine nicht ausreichend tragfähige Weichschicht (10), wobei die Tragelemente (11) auf oder in dem Untergrund (13) stehen und sich **durch** die Weichschicht (10) bis an die Lastverteilungsschicht (12) erstrecken.
3. Unterbau nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wabenstruktur überwiegend, insbesondere ausschließlich aufrechte Wandungen aufweist.
4. Unterbau nach Anspruch 1 oder einem der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wabenstruktur überwiegend, insbesondere ausschließlich Wandungen aufweist, die senkrecht zur Erstreckung der Lastverteilungsschicht (12) gerichtet sind.
5. Unterbau nach Anspruch 1 oder einem der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragelemente (11) bis an die Lastverteilungsschicht (12) heranreichen können.

6. Unterbau nach Anspruch 1 oder einem der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wabenstruktur Hohlräume (17) aufweist mit einem Durchmesser von jeweils 25 cm oder mehr.
7. Unterbau nach Anspruch 1 oder einem der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wabenstruktur Wandungen (Kunststoffstreifen 16) und/oder Hohlräume (17) aufweist mit 5 cm bis 15 cm Höhe.
8. Unterbau nach Anspruch 1 oder einem der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wabenstruktur perforierte Wandungen aufweist mit einer Perforierung von 0% bis 40% der gesamten Wandungsfläche.
9. Unterbau nach Anspruch 1 oder einem der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wabenstruktur aus wellenförmig oder mäanderförmig gebogenen Streifen (Kunststoffstreifen 16) gebildet ist, wobei die Streifen im Bereich von Wellenbergen und Wellentälern oder Bögen miteinander verbunden sind.
10. Unterbau nach Anspruch 1 oder einem der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wabenstruktur aneinander angrenzende Zellen oder Hohlräume aufweist mit einer Fläche von jeweils 400 cm² oder mehr.
11. Unterbau nach Anspruch 1 oder einem der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wabenstruktur einander angrenzende Zellen aufweist, deren Wandungen mit Wandungen anderer und/oder derselben Zellen verbunden sind, wobei die kraftschlüssigen Verbindungen zwischen den Wandungen für eine Belastung von vorzugsweise etwa 1 kN ausgelegt sind.
12. Unterbau nach Anspruch 1 oder einem der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wabenstruktur Wandungen aus HDPE, anderen Polymeren oder aus Vliesstoffen aufweist.
13. Unterbau nach Anspruch 1 oder einem der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wabenstruktur Wandungen von 1 mm bis 3 mm Dicke aufweist, vorzugsweise 1 mm bis 2 mm Dicke.
14. Unterbau nach Anspruch 1 oder einem der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragelemente (11) Säulen mit 40 cm bis 80 cm Durchmesser sind.
15. Unterbau nach Anspruch 1 oder einem der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragelemente (11) aus Beton gegossen sind.

16. Unterbau nach Anspruch 1 oder einem der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragelemente (11) mit einem Abstand von 1,50 m bis 3,50 m zueinander angeordnet sind.
17. Unterbau nach Anspruch 1 oder einem der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichsschicht (14) eine Dicke von 1cm bis 10cm aufweist.
18. Unterbau nach Anspruch 1 oder einem der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vlies (15) unmittelbar unter der Lastverteilungsschicht (12) angeordnet ist.
19. Unterbau nach Anspruch 1 oder einem der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei oder mehr Lastverteilungsschichten (12, 112, 212) übereinander angeordnet sind, mit Abständen zueinander von vorzugsweise 0 cm bis 50 cm, wobei sich die Tragelemente (11) in die untere Lastverteilungsschicht (12) hineinerstrecken oder an die untere Lastverteilungsschicht heranreichen.
20. Unterbau nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Lastverteilungsschichten (12, 112, 212) jeweils Ausgleichsschichten (14, 114, 214) angeordnet sind, mit Dicken von vorzugsweise jeweils 0 cm bis 50 cm.
21. Unterbau nach Anspruch 5 oder einem der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine oder mehrere Ausgleichsschichten (14, 114, 214) einen sich ändernden Dickenverlauf aufweisen.
22. Verwendung des Unterbaus nach einem der voranstehenden Ansprüche als Unterbau für:
- Straßendecken, Verkehrswege, Logistikflächen,
 - Deiche, Dämme,
 - Brücken und/oder
 - Hochbauten.

Claims

1. A foundation for structures, with a combination of pile-like support elements (11) and a load distribution layer (12) which is arranged above said support elements and has an incorporated three-dimensional matrix-like structure or honeycomb structure, wherein a compensation layer (14) is provided below the load distribution layer (12), **characterized in that** the support elements (11) extend into the compensation layer (14), with any differences in height which exist between the support elements (11) being compensated by the compensation layer (14), and

wherein a nonwoven fabric (15) is provided on or in the compensation layer (14).

2. The foundation as claimed in claim 1, **characterized by** a load-bearing subsoil (13) and an inadequately load-bearing soft layer (10), wherein the support elements (11) stand on or in the subsoil (13) and extend through the soft layer (10) as far as the load distribution layer (12).
3. The foundation as claimed in claim 1 or 2, **characterized in that** the honeycomb structure has predominantly, in particular exclusively upright walls.
4. The foundation as claimed in claim 1 or one of the further claims, **characterized in that** the honeycomb structure has predominantly, in particular exclusively upright walls which are oriented perpendicularly to the extension of the load distribution layer (12).
5. The foundation as claimed in claim 1 or one of the further claims, **characterized in that** the support elements (11) can reach as far as the load distribution layer (12).
6. The foundation as claimed in claim 1 or one of the further claims, **characterized in that** the honeycomb structure has cavities (17) with a diameter of 25 cm or greater in each case.
7. The foundation as claimed in claim 1 or one of the further claims, **characterized in that** the honeycomb structure has walls (plastic strips 16) and/or cavities (17) with a height of 5 cm to 15 cm.
8. The foundation as claimed in claim 1 or one of the further claims, **characterized in that** the honeycomb structure has perforated walls with a perforation of 0% to 40% of the total wall surface.
9. The foundation as claimed in claim 1 or one of the further claims, **characterized in that** the honeycomb structure is formed from corrugated or meander-shaped strips (plastic strips 16), wherein the strips are connected to one another in the region of corrugation peaks and corrugation troughs or arcs.
10. The foundation as claimed in claim 1 or one of the further claims, **characterized in that** the honeycomb structure has adjacent cells or cavities with a surface area in each case of 400 cm² or greater.
11. The foundation as claimed in claim 1 or one of the further claims, **characterized in that** the honeycomb structure has adjacent cells with walls which are connected to walls of other and/or the same cells, wherein the force-fitting connections between the

walls are designed for a loading of preferably approximately 1 kN each.

12. The foundation as claimed in claim 1 or one of the further claims, **characterized in that** the honeycomb structure has walls made from HDPE, other polymeric materials or from nonwoven fabrics. 5
13. The foundation as claimed in claim 1 or one of the further claims, **characterized in that** the honeycomb structure has walls 1 mm to 3 mm thick, preferably 1 mm to 2 mm thick. 10
14. The foundation as claimed in claim 1 or one of the further claims, **characterized in that** the support elements (11) are columns with a diameter of 40 cm to 80 cm. 15
15. The foundation as claimed in claim 1 or one of the further claims, **characterized in that** the support elements (11) are cast from concrete. 20
16. The foundation as claimed in claim 1 or one of the further claims, **characterized in that** the support elements (11) are arranged with a spacing of 1.50 m to 3.50 m from one another. 25
17. The foundation as claimed in claim 5 or one of the further claims, **characterized in that** the compensation layer (14) has a thickness of 1 cm to 10 cm. 30
18. The foundation as claimed in claim 1 or one of the further claims, **characterized in that** the nonwoven fabric (15) is arranged directly beneath the load distribution layer (12). 35
19. The foundation as claimed in claim 1 or one of the further claims, **characterized in that** two or more load distribution layers (12, 112, 212) are arranged above one another, with a spacing of preferably 0 cm to 50 cm, wherein the support elements (11) extend into the lower load distribution layer (12) or reach as far as the lower load distribution layer. 40
20. The foundation as claimed in claim 19, **characterized in that** compensation layers (14, 114, 214) are arranged in each case between the load distribution layers (12, 112, 212), with thicknesses of preferably 0 cm to 50 cm in each case. 45
21. The foundation as claimed in claim 5 or one of the further claims, **characterized in that** one or more compensation layers (14, 114, 214) have a changing thickness profile. 50
22. Use of the foundation as claimed in one of the preceding claims as a foundation for: 55

- road surfaces, traffic routes, logistics areas
- embankments, dams,
- bridges and/or
- tall buildings.

Revendications

1. Fondation pour constructions, comprenant une combinaison d'éléments porteurs de type pieux (11) et une couche de répartition de charge (12) disposée par-dessus eux, avec une structure tridimensionnelle de type matrice ou une structure en nid d'abeilles intégrée, une couche de compensation (14) étant prévue en dessous de la couche de répartition de charge (12),
caractérisée en ce que les éléments porteurs (11) s'étendent jusque dans la couche de compensation (14) et les différences de hauteur éventuellement existantes des éléments porteurs (11) sont compensées par la couche de compensation (14), et un non-tissé (15) étant prévu sur ou dans la couche de compensation (14).
2. Fondation selon la revendication 1, **caractérisée par** un sol portant (13) et une couche souple (10) non suffisamment portante, les éléments porteurs (11) étant placés sur ou dans le sol portant (13) et s'étendant à travers la couche souple (10) jusqu'à la couche de répartition de charge (12).
3. Fondation selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la structure en nid d'abeilles présente principalement, notamment exclusivement, des parois verticales.
4. Fondation selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des autres revendications, **caractérisée en ce que** la structure en nid d'abeilles présente principalement, notamment exclusivement, des parois qui sont orientées perpendiculairement à l'étendue de la couche de répartition de charge (12).
5. Fondation selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des autres revendications, **caractérisée en ce que** les éléments porteurs (11) peuvent s'étendre jusqu'à la couche de répartition de charge (12).
6. Fondation selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des autres revendications, **caractérisée en ce que** la structure en nid d'abeilles présente des cavités (17) ayant chacune un diamètre de 25 cm ou plus.
7. Fondation selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des autres revendications, **caractérisée en ce que** la structure en nid d'abeilles présente

des parois (bandes de plastique 16) et/ou des cavités (17) de 5 cm à 15 cm de hauteur.

8. Fondation selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des autres revendications, **caractérisée en ce que** la structure en nid d'abeilles présente des parois perforées avec une perforation constituant 0 % à 40 % de la surface de paroi totale.

9. Fondation selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des autres revendications, **caractérisée en ce que** la structure en nid d'abeilles est formée de bandes cintrées de forme ondulée ou en forme de méandres (bandes de plastique 16), les bandes étant reliées les unes aux autres dans la région des sommets et des creux d'ondulation ou des courbures.

10. Fondation selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des autres revendications, **caractérisée en ce que** la structure de paroi présente des cellules ou des cavités adjacentes ayant une surface respective de 400 cm² ou plus.

11. Fondation selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des autres revendications, **caractérisée en ce que** la structure en nid d'abeilles présente des cellules adjacentes dont les parois sont connectées aux parois d'autres et/ou des mêmes cellules, les connexions par engagement par force entre les parois étant conçues pour une contrainte de préférence d'environ 1 kN.

12. Fondation selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des autres revendications, **caractérisée en ce que** la structure en nid d'abeilles présente des parois en HDPE, en d'autres matériaux polymères ou en non-tissés.

13. Fondation selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des autres revendications, **caractérisée en ce que** la structure en nid d'abeilles présente des parois ayant une épaisseur de 1 mm à 3 mm, de préférence de 1 mm à 2 mm.

14. Fondation selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des autres revendications, **caractérisée en ce que** les éléments porteurs (11) sont des colonnes de 40 cm à 80 cm de diamètre.

15. Fondation selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des autres revendications, **caractérisée en ce que** les éléments porteurs (11) sont coulés en béton.

16. Fondation selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des autres revendications, **caractérisée en ce que** les éléments porteurs (11) sont dis-

posés à une distance de 1,50 m à 3,50 m les uns des autres.

17. Fondation selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des autres revendications, **caractérisée en ce que** la couche de compensation (14) présente une épaisseur de 1 cm à 10 cm.

18. Fondation selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des autres revendications, **caractérisée en ce que** le non-tissé (15) est disposé directement en dessous de la couche de répartition de charge (12).

19. Fondation selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des autres revendications, **caractérisée en ce que** deux ou plus de deux couches de répartition des charges (12, 112, 212) sont disposées les unes au-dessus des autres, à des distances les unes des autres de préférence de 0 cm à 50 cm, les éléments porteurs (11) s'étendant dans la couche de répartition de charge inférieure (12) ou s'étendant jusqu'à la couche de répartition de charge inférieure.

20. Fondation selon la revendication 19, **caractérisée en ce que** des couches de compensation (14, 114, 214) sont à chaque fois disposées entre les couches de répartition de charge (12, 112, 212), avec à chaque fois des épaisseurs de préférence de 0 cm à 50 cm.

21. Fondation selon la revendication 5 ou selon l'une quelconque des autres revendications, **caractérisée en ce qu'une ou plusieurs couches de compensation** (14, 114, 214) présentent une épaisseur variable.

22. Utilisation de la fondation selon l'une quelconque des revendications précédentes en tant que fondation pour :

- revêtements de route, voies de circulation, surfaces logistiques,
- digues, barrages,
- ponts et/ou
- bâtiments.

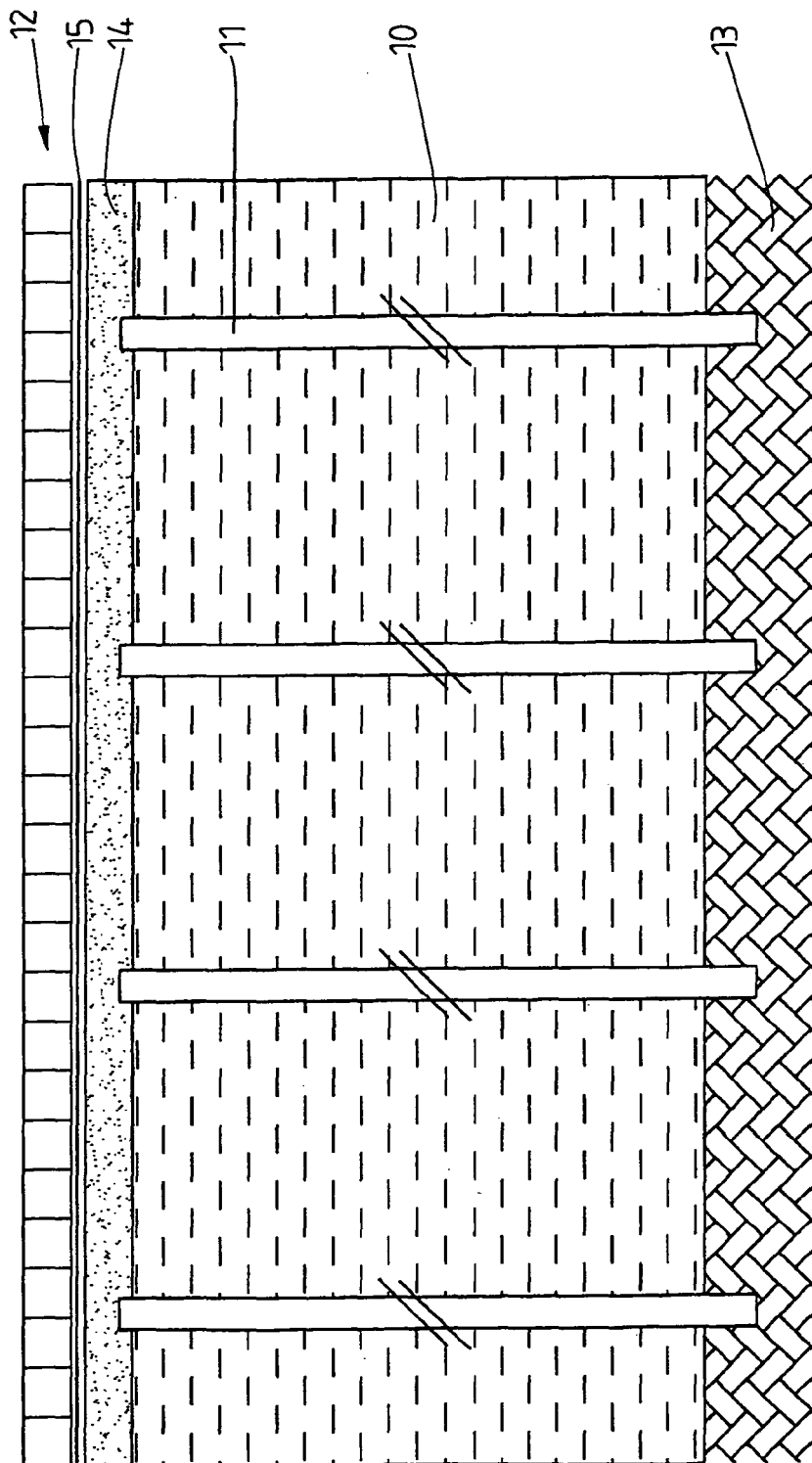
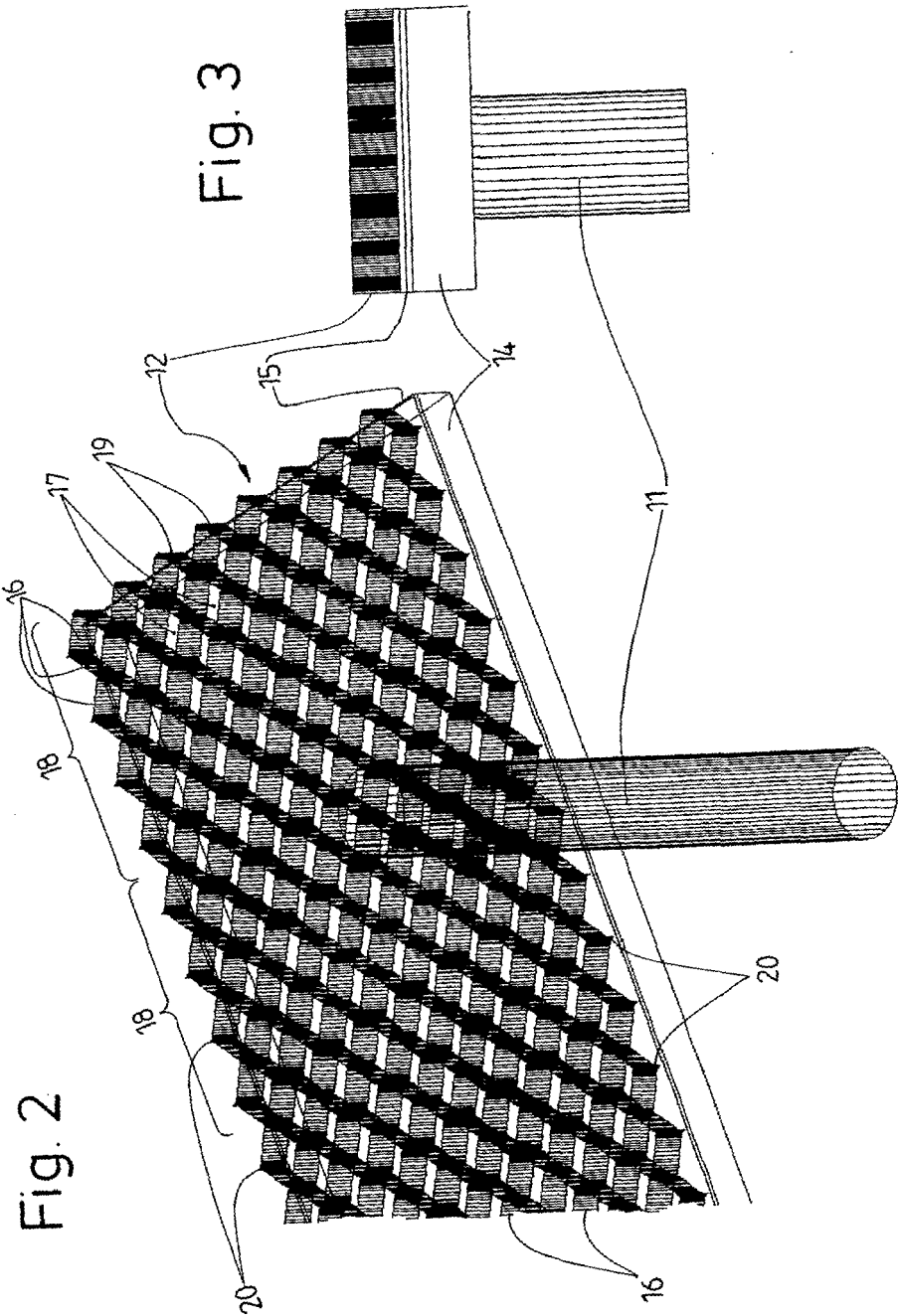


Fig. 1



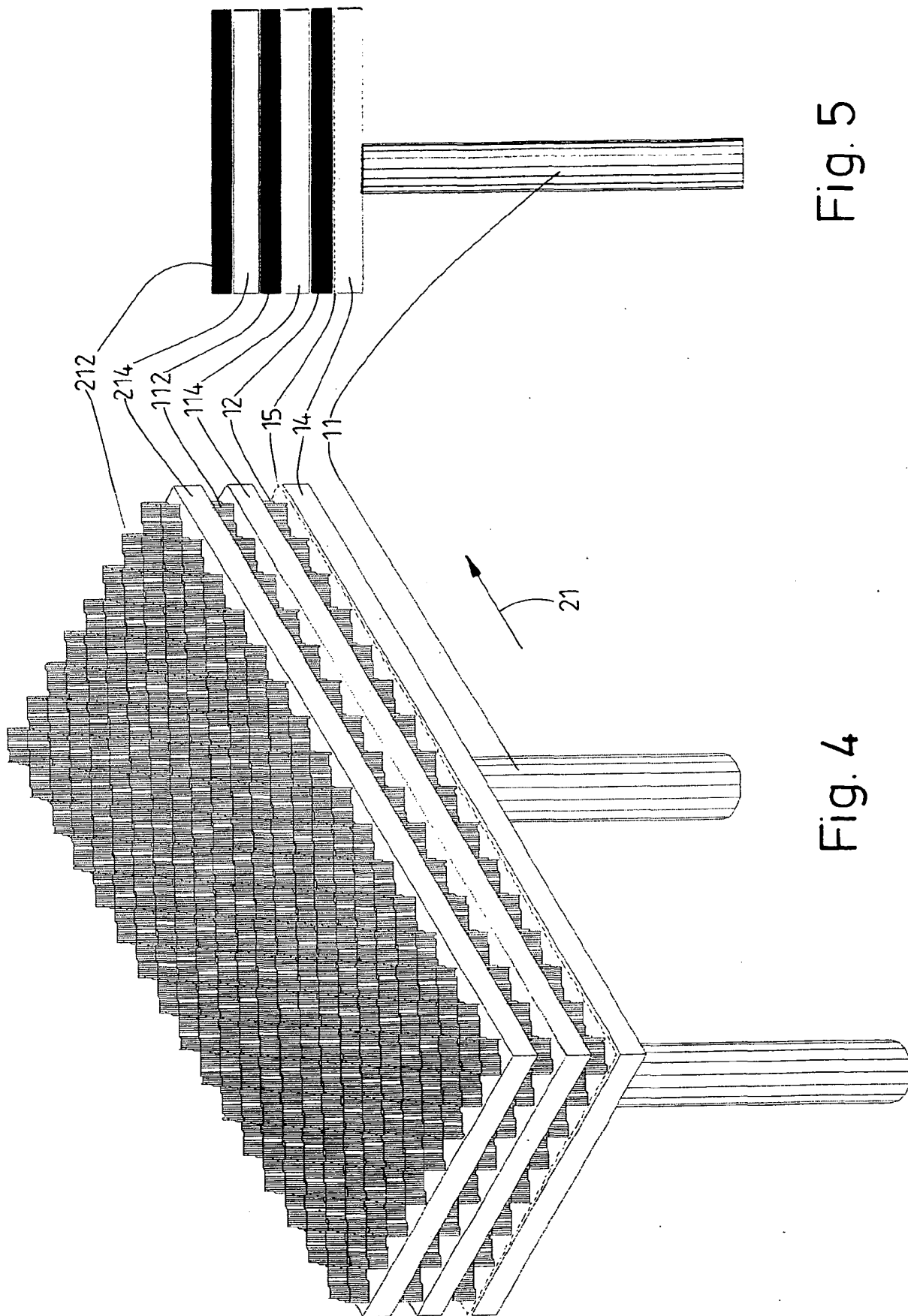


Fig. 5

Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- JP 2008075389 A [0003]
- US 2003024186 A [0004]
- EP 0611849 A [0006]
- JP 2008038511 A [0007]
- US 4797026 A [0008]