



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 28 182 T2 2004.04.01**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 858 534 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 28 182.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US96/17567**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 938 726.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 97/016604**

(86) PCT-Anmeldetag: **30.10.1996**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **09.05.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.08.1998**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **14.05.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **01.04.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **E02D 17/20**  
**B32B 3/12, B32B 3/24**

(30) Unionspriorität:  
**548365 01.11.1995 US**

(73) Patentinhaber:  
**Reynolds Consumer Products Inc., Richmond,  
Va., US**

(74) Vertreter:  
**Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI,  
LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:  
**BACH, M., Gary, Appelton, US**

(54) Bezeichnung: **ZELLFÖRMIGE BEGRENZUNGSSTRUKTUR**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

### Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine verstärkte Zellstruktur zum Einschließen von Material. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Zellbahnmaterial, das Öffnungen aufweist, die die Tragfähigkeit erhöhen, indem sie den Grenzflächen-Reibungswinkel verbessern.

### Hintergrund der Erfindung

[0002] Zelluläre Einschlußstrukturen (im folgenden „CCS“) dienen der Verbesserung der Tragfähigkeit, der Stabilität und der Erosionsfestigkeit von Materialien, die in die Zellen des Systems eingebracht werden. Ein im Handel erhältliches System ist die Geoweb® Kunststoffbahn als Einschlußstruktur für Erdreich, die von Presto Products, Incorporated, P.O. Box 2399, Appleton, WI 54913 verkauft wird. Geoweb®-Zellen werden aus Streifen aus Polyethylen hoher Dichte hergestellt, die durch Ultraschallverschweißung an ihren Flächen in nebeneinander liegender Beziehung mit alternierenden Abständen verbunden sind, so daß bei Streckung der Streifen in eine Richtung, die zur Fläche der Streifen rechtwinklig verläuft, der resultierende Teil der Bahn in seinem Aussehen wabenähnlich ist, mit sinusförmig oder wellenförmig geformten Zellen. Geoweb® Abschnitte weisen ein leichtes Gewicht auf und werden zur einfachen Handhabung und Anbringung in ihrer zusammengeklappten Form versandt.

[0003] Die Bahnmaterialien sind in großem Umfang für Tragschichten, Unterbauten und Straßensysteme verwendet worden. Mit den Bahnmaterialien sind strukturelle Fundamente verstärkt oder versteift worden. Zusätzlich sind Geoweb® Zellen verwendet worden, um Retentionsstrukturen für Erdreich und Flüssigkeiten zu erzeugen, indem eine Bahnschicht über eine andere gestapelt wird, wie z. B. eine abgestufte Konstruktion zur Retention eines Gefälles. Die Geoweb® Zellen stützen auch Gefällebereiche, Kanäle, Wälle und hydraulische Strukturen vor Oberflächenerosion. Gras und andere Materialien zum Abdecken eines Gefälles von Erdreich sind durch die Verwendung der Zellbahnen geschützt und stabilisiert worden. Geoweb® Zellen können mit verschiedenen Erdmaterialien wie Sand, abgerundetem Gestein, granularer Erde und Aggregaten, Mutterboden, pflanzlichen Materialien und ähnlichem gefüllt werden. Beton und Erde-Zement oder Asphalt-Zement können ebenfalls zum Füllen der Zellen verwendet werden.

[0004] Materialien wie z. B. Stein sind aufgrund ihrer sehr hohen internen Reibungswinkel für Bauzwecke ideal. Der Nachteil dieser Baumaterialien liegt im Mangel an Kohäsionsfaktoren, was die Notwendigkeit bedingt, die Materialien einzuschließen. Ein CCS wie z. B. Geoweb® erzeugt einen Kohäsionsfaktor,

indem die Materialien eingeschlossen werden, aber es wird nicht der gleiche Reibungswinkel erreicht, da die Einschlußstruktur eine Gleitebene einführt, in der der Stein einen niedrigeren Grenzflächen-Reibungswinkel aufweist. Daher verhält sich der Stein nicht gemäß seinem internen Reibungswinkel. Falls der Grenzflächen-Reibungswinkel erhöht werden kann, führt dies auch zu einer Erhöhung der Tragfähigkeit. [0005] Eine Verbesserung der Tragfähigkeit kann zu stärkeren strukturellen Konstruktionen führen, mit höheren Sicherheitsreserven, und zu kostengünstigeren Konstruktionen zur Verwendung im Bauwesen, wie z. B. bei der Konstruktion von Tragschichten und Stützmauern. Die Tragfähigkeit von texturierten Zellmaterialstrukturen ist bei Verwendung einer Sandfüllung auf dem Wege einer Verbesserung des Grenzflächen-Reibungswinkels erhöht worden. US-Patent Nr. 4 965 097. Die texturierte Zellwand ist jedoch bei größeren Baumaterialien wie Steinen in Bezug auf die Erhöhung des Grenzflächen-Reibungswinkels nicht so wirksam. Dokument EP-A-0 378 390 stellt den Stand der Technik dar, auf den im Oberbegriff des nachfolgenden Anspruchs 1 Bezug genommen wird. [0006] In der Industrie besteht ein Bedarf für eine zelluläre Einschlußstruktur, die die Tragfähigkeit für Baumaterialien wie Stein wesentlich verbessert, indem der Grenzflächen-Reibungswinkel erhöht wird, während die Festigkeit des CCS aufrechterhalten wird.

### Zusammenfassung der Erfindung

[0007] Die vorliegende Erfindung geht auf den Bedarf ein, eine verbesserte zelluläre Bahnstruktur in effizienter Weise bereitzustellen, die den Grenzflächen-Reibungswinkel bei Baumaterialien wie z. B. Stein erhöhen. Das Ergebnis der Verbesserung des Grenzflächen-Reibungswinkels besteht in einer Erhöhung der Tragfähigkeit des CCS.

[0008] Andere wichtige Ziele, die durch die verbesserten zellulären Bahnstrukturen erzielt werden, sind wie folgt: eine Gewichtsreduktion des CCS, die bei schwächeren Unterbauten besonders nützlich ist; eine laterale Drainage durch das System, wodurch die Haltbarkeit der Struktur verbessert wird; ein Verblocken der Betonfüllung und offene Bereiche zur Verwendung mit Verstärkungseinrichtungen aus Spanngliedern.

[0009] Die vorliegende Erfindung, wie durch den nachfolgenden Anspruch 1 definiert, stellt eine Zellstruktur für den Einschluß von Material bereit, die eine Vielzahl von länglichen Kunststoffstreifen in nebeneinanderliegender Beziehung aufweist, die in voneinander getrennten begrenzten Bereichen miteinander verbunden sind, in der die Streifen in der Breite gedehnt werden können, um eine einheitliche Bahn aus Zellen zu bilden. Die Streifen bilden Zellwände mit einer Vielzahl von Öffnungen, deren Durchmesser im Bereich zwischen etwa 3 mm und etwa 17 mm liegen kann. Die Öffnungen sind in ver-

setzten Reihen angeordnet, um die Band-/Säulenfestigkeit der Bahnstruktur zu erhalten. Darüber hinaus liegt die Fläche der Öffnungen in der Zellwand zwischen etwa 19% und etwa 28% der gesamten Fläche der Zellwand.

[0010] In einer bevorzugten Ausführungsform weist jede der Zellen viele Öffnungen auf. Falls das Aussehen eine Rolle spielt, kann eine Zellwand ohne Öffnungen mit offenen Zellwänden verbunden werden. Vorzugsweise betragen die Durchmesser der Öffnungen in den Zellwänden  $\approx 10$  mm. Die Vielzahl der Öffnungen erhöht den Reibungswinkel zwischen den Flächen um  $\approx 5^\circ$ , im Vergleich zu einem CCS ohne eine Vielzahl von Öffnungen.

[0011] In einer anderen Ausführungsform weisen die Zellwände eine Vielzahl von Öffnungen auf, die in einer bevorzugten Ausführungsform auf einer texturierten Oberfläche vorliegen. Zusätzlich wird ein verstärkendes Mittel, wie z. B. ein Spannglied, durch die Öffnungen eingesetzt. Das zusätzliche Vorsehen eines verstärkenden Spanngliedes ist von dem Vorliegen der texturierten Oberfläche unabhängig.

[0012] Während die Erfindung in vielfacher Hinsicht modifiziert und verändert werden kann, sind spezifische Ausführungsformen von dieser als Beispiel in den Zeichnungen gezeigt, und diese werden hierin im Detail beschrieben. Es ist jedoch klarzustellen, daß es nicht beabsichtigt ist, die Erfindung auf die offenbarten besonderen Ausführungsformen zu begrenzen, sondern daß die Erfindung im Gegenteil alle Modifikationen, Äquivalente und Alternativen einschließen soll, die in den Bereich der Erfindung fallen, wie sie durch die anschließenden Ansprüche definiert ist.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0013] **Fig. 1** ist ein Ausschnitt aus einer perspektivischen Ansicht auf eine einzelne Schicht einer erfindungsgemäßen Ausführungsform der expandierten verstärkten Zellstruktur;

[0014] **Fig. 2** ist eine vergrößerte Draufsicht auf eine expandierte Zelle, die die ungefähre Anordnung einer Vielzahl von in der Zellwand gebildeten Öffnungen zeigt;

[0015] **Fig. 3** ist eine vergrößerte Schnittansicht entlang der Linie 3-3 in **Fig. 1**, in der Baumaterialien wie z. B. Steine in eine Vielzahl von Öffnungen eingebracht sind;

[0016] **Fig. 4** ist eine Schnittansicht, die die Tragfähigkeit eines CCS ohne Öffnungen (ein System ohne offene Bereiche) zeigt;

[0017] **Fig. 5** ist eine Schnittansicht, die die Tragfähigkeit eines CCS in **Fig. 1** mit einer Vielzahl von Öffnungen zeigt; und

[0018] **Fig. 6** ist eine Diagrammdarstellung der Erhöhung des resultierenden Grenzflächen-Reibungswinkels bei Verwendung eines CCS mit einer Vielzahl von Öffnungen anstelle einer Einschlußstruktur ohne Öffnungen.

#### Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

[0019] In den Zeichnungen und mit besonderem Bezug auf **Fig. 1** wird ein CCS **10** gezeigt, der mit flexiblen Spanngliedern **12** verstärkt ist. Das zelluläre Einschlußmaterial, verstärkt mit den Spanngliedern **12** aber ohne eine Vielzahl von Öffnungen **34**, wird im US-Patent Nr. 5 449 543, erteilt am 12. September 1995 an Gary Bach und Robert Crowe, beschrieben und erläutert. Der CCS **10** weist eine Vielzahl von Kunststoffstreifen **14** auf, die miteinander verbunden sind, ein Streifen mit dem nächsten bei alternierenden Bindungsflächen **16** von gleichem Abstand, unter Bildung von Zellwänden **18** einzelner Zellen **20**. Die Bindung zwischen den Streifen kann vermutlich am besten beschrieben werden, indem man sich die Streifen **14** als gepaart vorstellt, beginnend mit einem Streifen **22** an der Außenseite, gepaart mit dem nächst inneren Streifen **24**, ein Paar der nächsten beiden inneren Streifen **24** usw. Jedes dieser Paare ist an einer Bindungsfläche verbunden, die aus einer Außenverschweißung **26** besteht, anliegend an das Ende **28** jedes Streifens **14**. Ein kurzes Endstück **30** zwischen dem Ende **28** des Streifens **14** und der Außenverschweißung **26** wird belassen, um die Teile des Streifens **14** zu stabilisieren, die an die Außenverschweißung **26** anliegen. Jedes Streifenpaar wird an den zusätzlichen Bindungsflächen **16** zusammengeschweißt, wodurch Segmente gleicher Länge zwischen den äußeren Verschweißungen **26** erzeugt werden. Zusätzlich zu diesen Verschweißungen wird ein Streifen **14** jedes zusammengehörigen Paares von Streifen **24** auch an Positionen verschweißt, die zwischen den jeweiligen Verschweißungen in den Streifenpaaren liegen, und diese werden im folgenden als Nichtpaar-Bindungsflächen **32** bezeichnet. Das Ergebnis ist, daß bei Streckung der Vielzahl von Streifen **14** in eine Richtung, die zu den Oberflächen der Streifen rechtwinklig verläuft, die Kunststoffstreifen in einer sinusförmigen Art gebogen werden und eine Bahn aus Zellen **20** mit einem sich wiederholenden zellulären Muster ergeben. Jede Zelle **20** der Zellbahn weist eine Zellwand auf, die von einem Streifen gebildet wird, und eine Zellwand, die aus einem anderen Streifen gebildet wird. Anliegend an die Bindungsflächen **16** und **32** liegen Öffnungen **34** in den Streifen **14** vor. Jedes Spannglied **12** erstreckt sich durch eine Gruppe von Öffnungen **34**, die im wesentlichen deckungsgleich sind. Wenn hierin verwendet, ist mit der Bezeichnung „im wesentlichen deckungsgleich“ gemeint, daß der Grad der Überlappung zwischen angrenzenden Öffnungen der Zellwände größer als 50% ist, vorzugsweise größer als etwa 75%, und am meisten bevorzugt größer als etwa 90%. Die Spannglieder **12** verstärken die zelluläre Bahn und verbessern die Stabilität von Installationen unter Verwendung der Bahn, indem sie als kontinuierliche integrale Verankerungsbestandteile dienen, die eine unerwünschte Verschiebung der Bahn

verhindern.

[0020] Wie in **Fig. 1** gezeigt, weist das Spannglied **12** vorzugsweise einen rechteckigen oder ovalen Querschnitt auf, um ein dünnes Profil zu ergeben. Spannglieder mit einem flachen Profil werden zudem bei Einführung durch die Öffnungen **34** leicht gefaltet. Um die zelluläre Bahn richtig zu verstärken und das in die Zellen eingebrachte Füllmaterial zu verankern, weist das Spannglied eine Reißfestigkeit von etwa 7–175 kg/m<sup>2</sup> auf (100 bis etwa 2500 lb/inch<sup>2</sup>).

[0021] Die Anzahl der innerhalb einer Zellbahn vorliegenden Spannglieder **12** hängt von der Verwendung und der Reißfestigkeit der Spannglieder **12** ab. Zum Beispiel erfordern Installationen an Wasserlinien möglicherweise lediglich ein Spannglied **12**, das an eine Zelle an einem Ende der Bahn angebracht ist, um die Bahn mit einem Verankerungsteil extern zu sichern. Wenn Spannglieder **12** verwendet werden, um Teile der Bahn zu verbinden, werden die Endstücke der Zellen am Ende der einen Bahn zwischen die Endstücke der Zellen am Ende der anderen Bahn positioniert. Ein Spannglied **12** wird durch einen Satz aus Öffnungen **34** in den Endstücken beider vernetzter Bahnen eingeführt, um die Teile der Bahnen zu verbinden. Betongefüllte Bahnen enthalten typischerweise zwei Spannglieder **12** pro Zelle, um ein Bewegen, Anheben und Installieren der Bahnen zu ermöglichen. Mit Erdmaterial gefüllte Bahnen enthalten oft ein Spannglied **12** pro Zelle. Für die meisten Verwendungen schließen die Zellen der Bahn bis zu zwei Spannglieder **12** pro Zelle ein. Wenn jedoch Spannglieder mit geringerer Reißfestigkeit verwendet werden, wie Polypropylenbänder, sind zusätzliche Spannglieder notwendig, um jede Zelle zu verstärken.

[0022] Zusätzlich zu ihrer Wirkung bei der Verstärkung der Zellbahnen verbessern die Spannglieder **12** die Widerstandsfähigkeit gegenüber anliegenden Kräften wie z. B. einem hydraulischen Anheben und der Wirkung von Eis, das häufig die Zellbahnen anhebt. Eine Bahn kann in getrennten Intervallen entlang der Spannglieder **12** im Untergrund verankert werden, um das Anheben der Bahn zu verhindern.

[0023] Wie in **Fig. 2** gezeigt, weist der CCS aufgrund der Vielzahl von Öffnungen **34** eine offene Fläche auf. Die Fläche der Öffnungen **34** liegt zwischen etwa 19 und etwa 28% der Gesamtfläche der Zellwand **18**. Falls die Zelltiefe der Zellbahn tiefer ist, erhöht sich der Flächenanteil der Öffnungen in Relation zur Gesamtfläche der Zellwand **18**. Es müssen nicht alle Zellwände (Felder) **18** offen sein (eine Vielzahl von Öffnungen enthalten). Falls das Aussehen wichtig ist, können nicht offene Felder verwendet werden, indem die nicht offenen Felder einfach an die offenen Felder **18**, die eine Vielzahl von Öffnungen **34** enthalten, angeschweißt werden. Die Felder **18** können bei Arbeiten wie dem Straßenbau auch alle offen sein.

[0024] Der Durchmesser **D1** der Öffnungen **34** in der **Fig. 2** liegt zwischen etwa 3 mm und etwa 17 mm, wobei die optimale Größe bei  $\approx 10$  mm liegt. Die

vielen Öffnungen **34** sind in etwa in dem in **Fig. 2** gezeigten Muster angeordnet. Die ungefähren optimalen Dimensionen in mm (Inch) für das Muster der Öffnungen sind wie folgt: D2 20,63 (0,8125) ist der horizontale Abstand zwischen der Ecke der Zellwand **18** und der ersten Öffnung **34**; D3 41,28 (1,6250) ist der horizontale Abstand zwischen den Öffnungen **34**, die einander am nächsten sind und auf gegenüberliegenden Seiten der nicht gebundenen Fläche **32** liegen; D4 19,05 (0,7500) ist der horizontale Abstand zwischen einzelnen Öffnungen **34**, von ihren Mittelpunkten aus gemessen; D5 19,05 (0,7500) ist der vertikale Abstand zwischen einzelnen Öffnungen **34**, von ihren Mittelpunkten aus gemessen; D6 15,88 (0,6250) ist der vertikale Abstand zwischen den Öffnungen **34**, die in der Mitte der Zellwand lokalisiert sind; D7 7,94 (0,3125) ist der vertikale Abstand, gemessen von dem unteren Ende der Zellwand bis zur ersten Öffnung **34**; D8 330 (13000) ist die horizontale Ausdehnung der Zellwand **18**; D9 165 (6500) ist der vertikale Abstand von der vertikalen Kante der Zellwand zur Nicht-Paar-Bindungsfläche **32**; D10 50,8 (2000) ist der vertikale Abstand von dem unteren Ende der Zelle bis zur Mitte der dritten Reihe von Öffnungen **34** vom Boden aus; D11 101,6 (4000) ist der vertikale Abstand vom unteren Ende der Zellwand **18** aus bis zur Mitte der Zellwand **18**; D12 152,4 (6000) ist der vertikale Abstand zwischen dem unteren Ende der Zellwand **10** und der Mitte der dritten Reihe von oben aus Öffnungen **34**; D13 203,2 (8000) ist die vertikale Ausdehnung der Zellwand **18**.

[0025] Dieses Muster ermöglicht eine optimale offene Fläche für das Verblocken der Steinfüllung, während für das Einfüllen auf der Baustelle genügend Steifheit der Wand verbleibt. Das gegeneinander Versetzen der Vielzahl von Öffnungen vermindert die Festigkeit der Säule der Einschlußstruktur im geringeren Ausmaße, als dies der Fall wäre, wenn die Öffnungen nicht gegeneinander versetzt wären. Das in **Fig. 2** gezeigte Muster enthält auch nicht offene Bereiche **32**, die nicht offen bleiben sollten, um die Kunststoffstreifen fest miteinander zu verbinden. Das Öffnungsmuster in **Fig. 2** variiert mit der individuellen Zelltiefe. Das CCS enthält vorzugsweise keine halben Löcher, was zu weniger scharfkantigen Ecken führt und die Gefahr beim Anbringen des CCS vermindert.

[0026] Wie in **Fig. 3** gezeigt, greifen die Baumaterialien in die Vielzahl der Öffnungen **34** ein. Ein Spannglied **12** wird zusammen mit den Öffnungen **34** in **Fig. 3** mit den Steinen ebenfalls gezeigt. Steine weisen einen sehr hohen internen Reibungswinkel auf, der in etwa zwischen 30 und 46° variieren kann. Wenn hierin verwendet ist der „interne Reibungswinkel“ als der Reibungswinkel von Steinen definiert, die auf anderen Steinen geschichtet sind, ohne Verwendung irgendeines CCS, wie z. B. eines Geoweb®. Da Steine keinen Kohäsionsfaktor aufweisen, müssen sie eingeschlossen werden, wenn sie ihre Funktion richtig erfüllen sollen. Das CCS liefert diesen Kohäsi-

onsfaktor, aber dadurch wird der Grenzflächen-Reibungswinkel reduziert, da die Einschlußstruktur eine Gleitebene einführt. Wenn hierin verwendet, ist der „Grenzflächen-Reibungswinkel“ als der Reibungswinkel zwischen der Füllung, wie z. B. Steinen, und der Oberfläche der Zellwand definiert.

[0027] Wenn die Steinfüllung in die Öffnungen **34** eingreift, wird der Grenzflächen-Reibungswinkel erhöht, was zu einer Verbesserung der Tragfähigkeit führt. US-Patent Nr. 4 965 097, erteilt an Gary Bach, beschreibt die Verbesserung des Grenzflächen-Reibungswinkels für eine Sandfüllung. In einer ähnlichen Logik unterstützt die Verteilung von Steinen, die in die Vielzahl von Öffnungen **34** eingreifen, die Reduktion des langfristigen Setzens, indem eine Bewegung der Steine relativ zueinander erschwert wird. Mit einer Reduktion des langfristigen Setzens wird die Tragfähigkeit erhöht.

[0028] Falls z. B. ein Stein einen internen Reibungswinkel von  $39^\circ$  hat und in einem CCS ohne eine Vielzahl der oben beschriebenen Öffnungen **34** eingeschlossen ist, kann der Grenzflächen-Reibungswinkel auf etwa  $32^\circ$  reduziert werden. Der Einsatz des verbesserten CCS mit einer Vielzahl von Öffnungen **34** in dem in **Fig. 2** gezeigten Muster verbessert den Grenzflächen-Reibungswinkel um  $\approx 5^\circ$  auf etwa  $37^\circ$ .

[0029] Die erhöhte Tragfähigkeit sowie der erhöhte Grenzflächen-Reibungswinkel sind in den **Fig. 4** bis **6** gezeigt. In **Fig. 4** wird die Tragfähigkeit des CCS **44** ohne eine Vielzahl von Öffnungen gezeigt. Das CCS befindet sich unterhalb der Belastung durch das Rad **36** in **Fig. 4**, aber oberhalb des weichen Unterbaus **38**, auf den durch die Belastung durch das Rad **36** eine resultierende Kraft **40** ausgeübt wird. Konstruktionsmaterialien wie z. B. Steine **42** füllen vorzugsweise das gesamte Einschlußsystem.

[0030] **Fig. 5** zeigt ebenfalls die Tragfähigkeit, aber in bezug auf das CCS **10** unter Verwendung einer Vielzahl von Öffnungen **34**, wie oben beschrieben. Das CCS befindet sich unterhalb der Belastung durch das Rad **36** in **Fig. 5**, aber oberhalb des weichen Unterbaus **38**, auf den durch die Belastung durch das Rad **36** eine resultierende Kraft **46** ausgeübt wird. Baumaterialien wie z. B. Steine **42** füllen vorzugsweise das gesamte Einschlußsystem, wobei die Steine **42** die Vielzahl der Löcher **34** ausfüllen.

[0031] **Fig. 6** zeigt den resultierenden Grenzflächen-Reibungswinkel, unter Verwendung des Kraftvektors **100** in bezug auf das CCS **10** mit einer Vielzahl von Öffnungen **34**, während der Kraftvektor **200** auf das CCS **44** ohne eine Vielzahl von Öffnungen bezogen ist. Der resultierende Kraftvektor in **Fig. 6** zeigt bei Verwendung des CCS **10** einen Anstieg des Grenzflächen-Reibungswinkels um etwa  $5^\circ$ . Der gleiche Anstieg im Grenzflächen-Reibungswinkel um etwa  $5^\circ$  wird unter Verwendung des Kraftvektors **300** der Einschlußstruktur **44** ohne Öffnungen und des Kraftvektors **400** der Einschlußstruktur **10** mit einer Vielzahl von Öffnungen **34** gezeigt.

[0032] Die Zellbahnen können installiert werden, in-

dem die Bahn manuell in eine Richtung ausgedehnt wird, die zu den Flächen der Streifen **14** der Bahn rechtwinklig ist, und die Zellen mit Beton oder Erdmaterial gefüllt werden. Wenn die verstärkten Zellbahnen mit Erdmaterial gefüllt werden, können die Bahnen auch durch Verwendung eines Installationsrahmens installiert werden, wie er in US-Patent Nr. 4 717 283, erteilt an Gary Bach, beschrieben ist.

[0033] Die Zellbahn wird am Installationsrahmen befestigt, um die Bahn in ihrer expandierten Form zu halten. Der Rahmen wird so gedreht, daß die Bahn auf der Installationsoberfläche zu liegen kommt. Bevor der Rahmen entfernt wird, können die Spannglieder **12** intern oder extern in der Oberfläche verankert werden. Die Zellen **20** werden dann mit dem Baumaterial gefüllt, um die Zellbahn in ihrer expandierten Konfiguration zu halten. Einige Beispiele für solche Baumaterialien sind Steine, Kies, Beton, Asphalt, abgerundetes Gestein und ähnliches. Falls ein Spannglied **12** mit dem CCS verwendet wird, üben die Baumaterialien Kräfte auf die obere Oberfläche des Spannglieds **12** aus, das zwischen den Zellen verläuft, um die Bahn zu verankern.

[0034] Das Zellmaterial wird vorzugsweise aus Folien aus extrudiertem Polyethylen von 50 mit Dicke hergestellt. Es kann Ruß in den Kunststoff einbezogen werden, um dazu beizutragen, den Abbau des Bahnmaterials durch ultraviolette Strahlung zu verhindern, wenn dieses dem Sonnenlicht ausgesetzt wird. Die Flächen der Kunststoffstreifen **14** des Zellmaterials können auch texturierte Oberflächen aufweisen, wie in US-Patent Nr. 4 965 097, erteilt an Gary Bach, offenbart.

[0035] Die Zellbahnen können auch Kerben beinhalten, die es aneinanderliegenden Schichten der Zellbahnen ermöglichen, entlang ihrer Kanten zu überlappen, um die Schichtbarkeit der Bahnen bei der Bildung von Erdreich haltenden Strukturen zu verbessern, wie in US-Patent Nr. 4 778 309, erteilt an Each et al., beschrieben.

[0036] Die Kunststoffstreifen **14** können nach einer Anzahl von im Stand der Technik bekannten Verfahren verbunden werden. Das bevorzugte Verfahren der Ultraschallverschweißung wird unter Anwendung eines Verfahrens und einer Ausrüstung durchgeführt, die in US-Patent Nr. 4 647 325, erteilt an Gary Bach, offenbart ist.

[0037] Die Verbindung wird durch Gruppen von Schweißspitzen gebildet, die simultan mit den Streifen **14** in Kontakt treten, um eine Verschweißung zu bilden, die im wesentlichen die gesamte Breite des Streifens **14** überspannt.

[0038] Die Öffnungen **34** können in den Streifen **14** nach einer Anzahl von Verfahren gebildet werden, die im Stand der Technik bekannt sind, entweder vor oder nach dem Verbinden der Streifen. Vorzugsweise werden die Öffnungen durch ein Online-Stanzverfahren gebildet. Ein anderes Verfahren zur Bildung der Öffnungen erfolgt durch Bohren durch eine zusammengelegte Zellbahn unter Bildung eines Satzes aus

im wesentlichen deckungsgleichen Öffnungen durch die Bahn hindurch. Eine geeignete Länge des Spanngliedes **12**, falls ein solches verwendet wird, wird dann durch beliebige Öffnungen **34** durchgeführt, die im wesentlichen deckungsgleich sind. Wenn die Zellbahn dann vollständig expandiert wird, wird das Spannglied **12** innerhalb der Zellen positioniert und vertikal zwischen angrenzenden Zellwänden gefaltet, wenn die Zellbahn wieder zusammengelegt wird. Das verstärkte Zellmaterial wird dann auf Paletten geschichtet und zur Installation versandt. Alternativ können die Spannglieder **12**, falls welche verwendet werden, am Ort der Installation durch die Öffnungen **34** durchgeführt werden.

[0039] Die Bahnmaterialien können so hergestellt werden, daß Bahnen in üblichen Dimensionen entstehen, aber typischerweise sind sie 3 bis 8 Fuß breit und 8 bis 20 Fuß lang, wenn sie zur Verwendung ausgestreckt sind. In der bevorzugten Ausführungsform ist jeder Kunststoffstreifen **14** 8 Inch breit. Die Bindungsflächen **16** sind auf jedem Streifen etwa 13 Inch voneinander entfernt, ebenso wie die Nichtpaar-Bindungsflächen **32**. Jede Zellwand **18** umfaßt eine Sektion des Kunststoffstreifens von etwa 13 Inch Länge zwischen aneinander angrenzenden Bindungsflächen **16** und zwischen Nichtpaar-Bindungsflächen **32**. Das Endstück ist etwa 1 Inch lang.

[0040] Obwohl die vorliegende Erfindung mit Bezugnahme auf eine oder mehrere besondere Ausführungsformen beschrieben worden ist, erkennt der Fachmann, daß an dieser viele Änderungen vorgenommen werden können, die im Bereich der angefügten Ansprüche liegen.

### Patentansprüche

1. Zellstruktur zum Einschließen von Material, die umfasst:

eine Vielzahl länglicher Kunststoffstreifen in nebeneinander liegender Beziehung, die in voneinander begrenzten Bereichen miteinander verbunden sind, wobei die Vielzahl von Streifen in der Breite gedehnt werden kann, um eine einheitliche Bahn aus Zellen zu bilden;

wobei die Streifen Wände der Zellen bilden und wenigstens eine der Zellwände eine Vielzahl von Öffnungen aufweist,

**dadurch gekennzeichnet**, dass

jede Öffnung einen Durchmesser zwischen ungefähr 3 mm und ungefähr 17 mm hat;

die Öffnungen in Reihen ausgerichtet sind;

die Reihen zueinander versetzt sind; und

wobei die Gesamtfläche der Öffnungen in wenigstens einer der Zellwände zwischen ungefähr 19% und ungefähr 28% der Fläche der wenigstens einen der Zellwände beträgt.

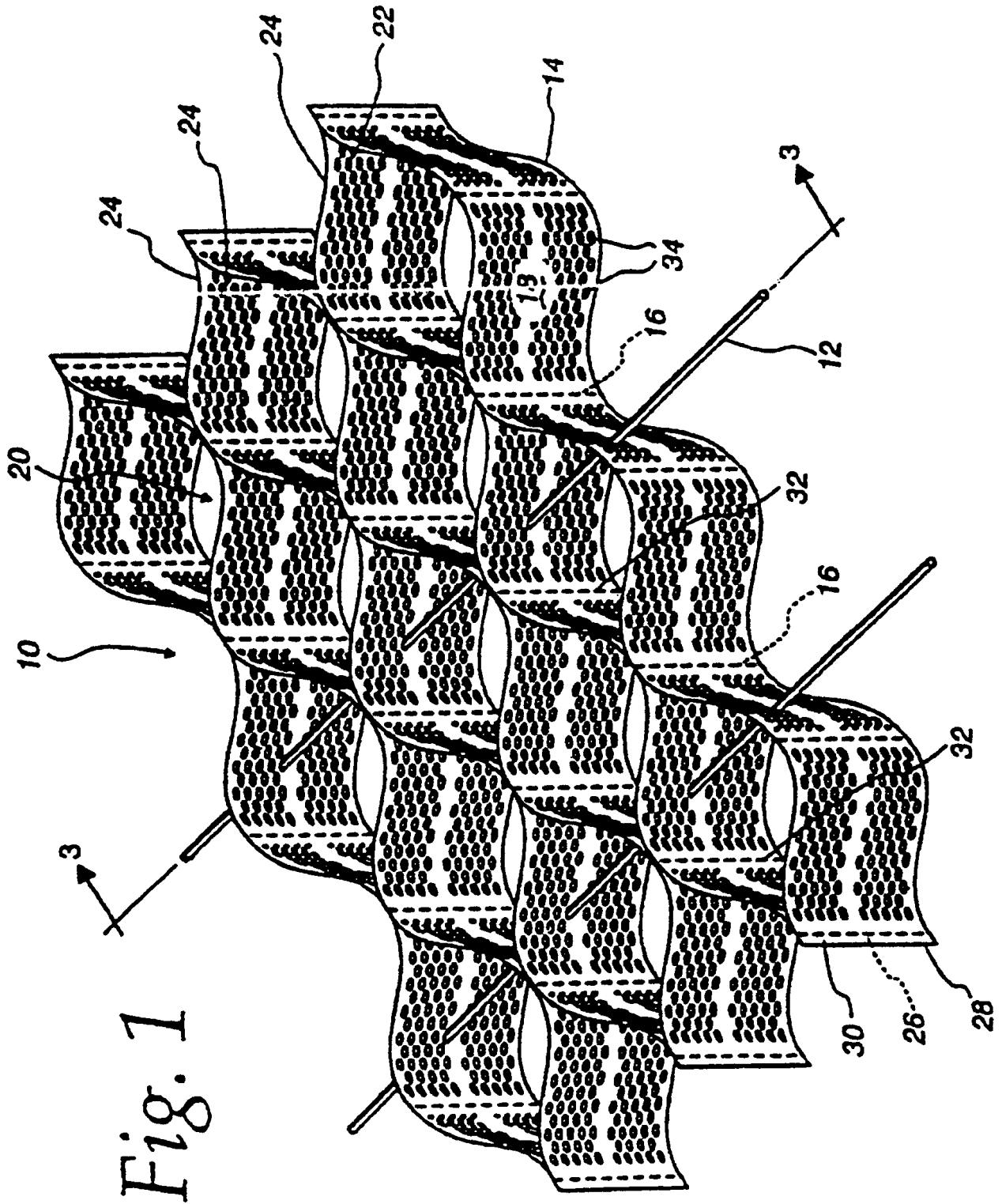
2. Zellstruktur nach Anspruch 1, wobei jede der Zellwände eine Vielzahl von Öffnungen aufweist.

3. Zellstruktur nach Anspruch 1, wobei der Durchmesser jeder der Öffnungen ungefähr 10 mm beträgt.

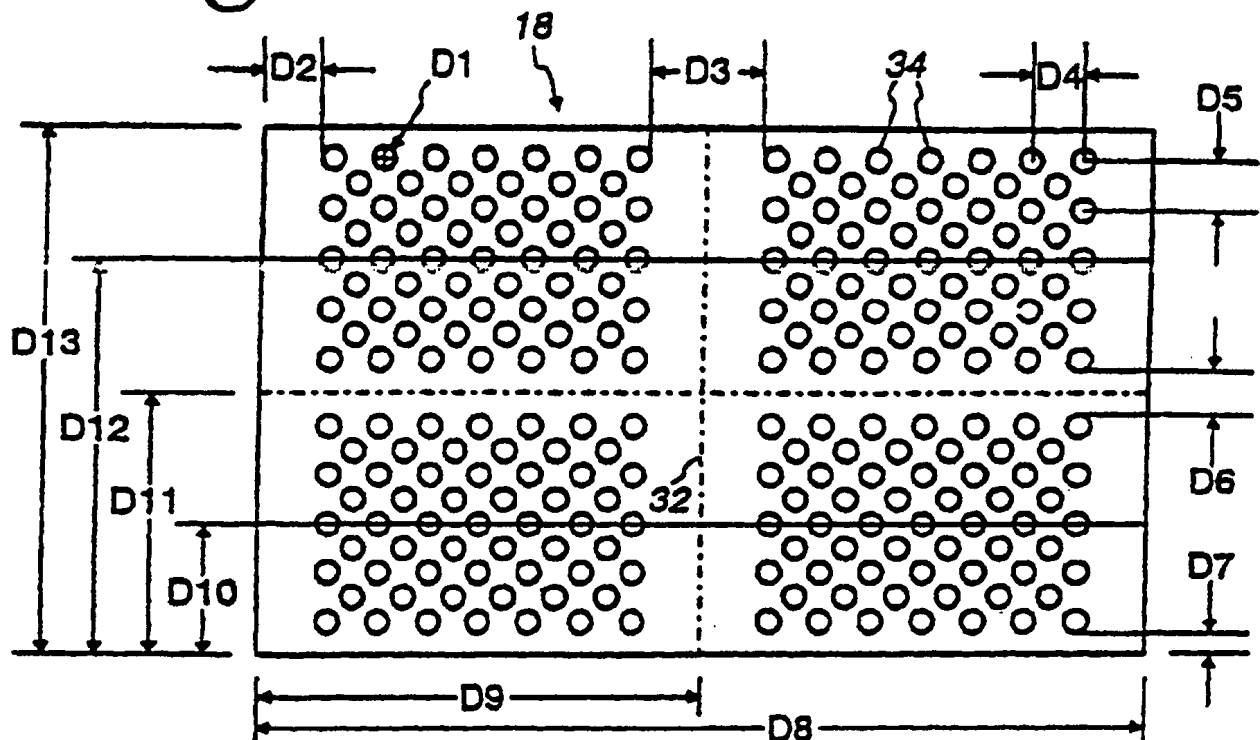
4. Zellstruktur nach Anspruch 1, die des Weiteren eine Verstärkungseinrichtung umfasst, die ein Spannglied enthält, das aus einem Material besteht, das eine Nenn-Reißfestigkeit von ungefähr 7 bis ungefähr 175 kg/m<sup>2</sup> (100 bis ungefähr 2500 lb/in<sup>2</sup>) hat.

5. Zellstruktur nach Anspruch 1, wobei der Durchmesser jeder der Öffnungen zwischen 3 mm und ungefähr 17 mm liegt.

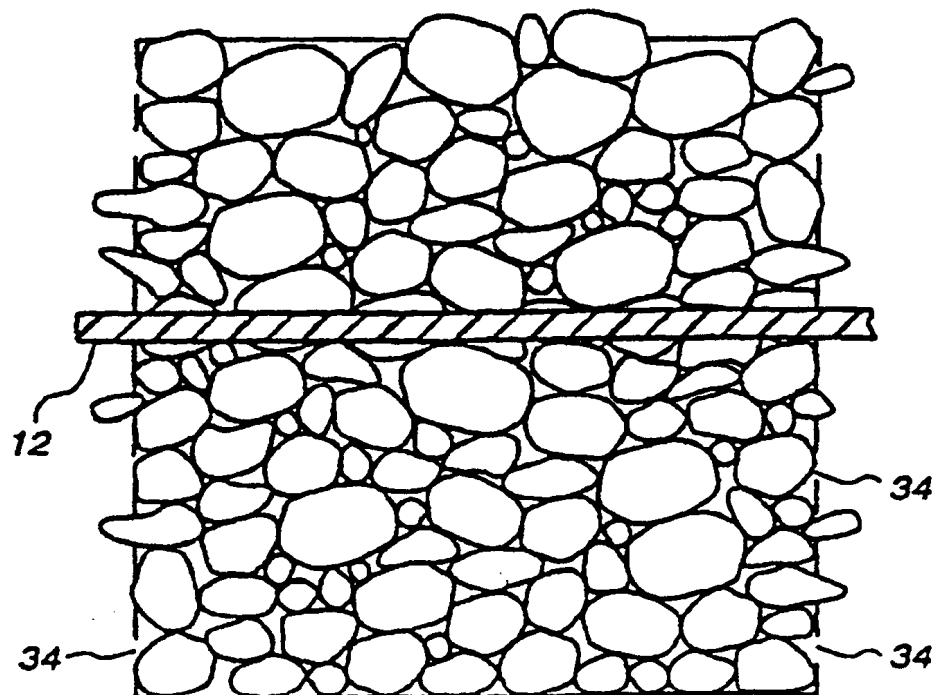
Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



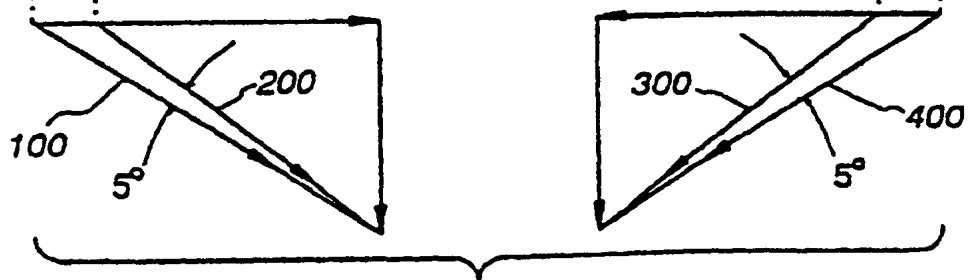
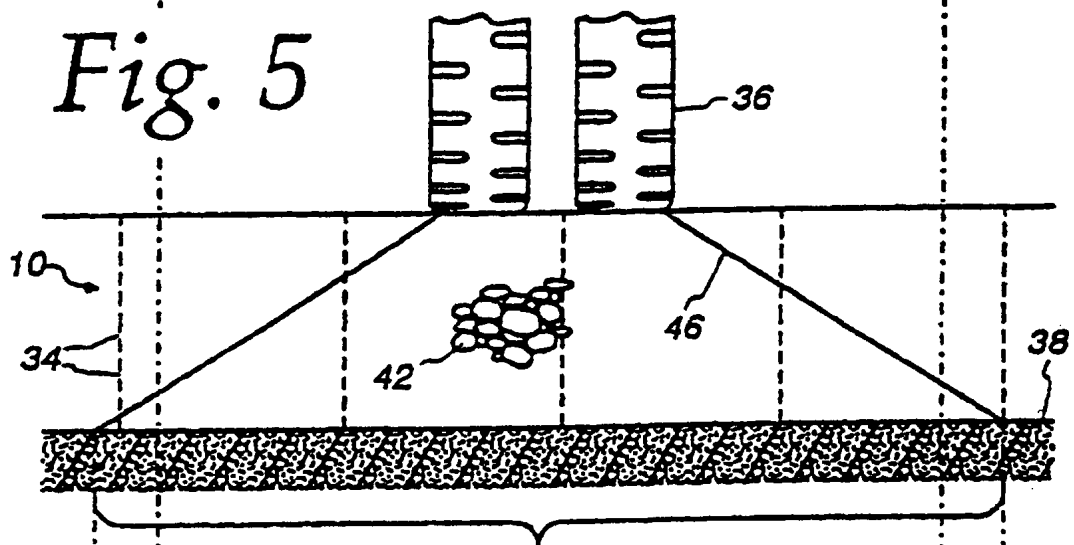
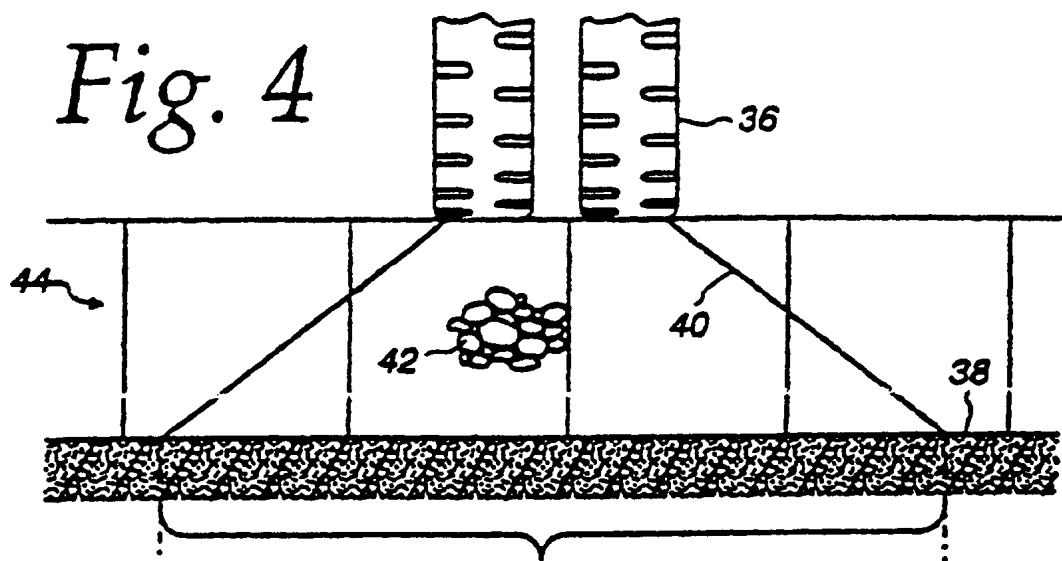
*Fig. 2*



*Fig. 3*







*Fig. 6*