



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 273 713 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.01.2003 Patentblatt 2003/02

(51) Int Cl.7: **E02D 3/08**

(21) Anmeldenummer: **02014508.2**

(22) Anmeldetag: **01.07.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Priebe, Heinz, Dipl.-Ing**
29389 Bodenteich (DE)

(74) Vertreter: **Neumann, Ernst Dieter, Dipl.-Ing. et al**
Harwardt Neumann Patent- und Rechtsanwälte,
Brandstrasse 10
53721 Siegburg (DE)

(30) Priorität: **07.07.2001 DE 10133122**

(71) Anmelder: **KELLER GRUNDBAU GmbH**
63067 Offenbach (DE)

(54) **Verfahren zum Herstellen von Stopfsäulen zur Baugrundverbesserung**

(57) Verfahren zum Herstellen von Stopfsäulen (11) zum Zweck der Baugrundverbesserung bzw. -stabilisierung mit den folgenden Verfahrensschritten zur Herstellung einer der Stopfsäulen;

- ein Tiefenrüttler wird von der Bodenoberfläche aus in den Baugrund eingerüttelt;
- die Stopfsäule wird von unten nach oben in Rüttelstopfverfahren aufgebaut;
- zumindest in Bodenschichten (15) mit geringer Stützfähigkeit (Weichschichten) wird die Stopfsäule aus faserverstärktem rolligem Zugabematerial hergestellt.

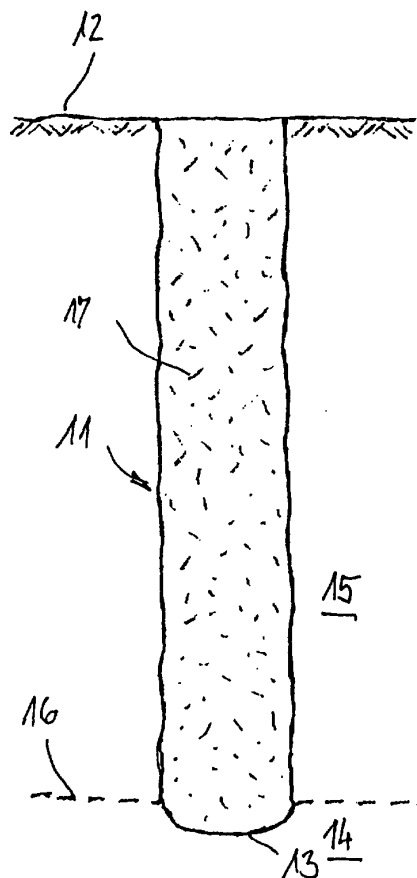


Fig.1

EP 1 273 713 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von sogenannten Stopfsäulen aus ungebundenen Zugabematerialien in weniger tragfähigen Böden zum Zweck der Baugrundverbesserung bzw. -stabilisierung. Es sind vielfältige Verfahren bekannt, nach denen nicht ausreichend tragfähiger Untergrund durch das Einbauen von in einem Raster angeordneten Säulen verbessert wird. Hierbei kommen verschiedene Wirkmechanismen zur Geltung, die eine Verbesserung des Baugrundes bewirken. Zum einen kann durch tiefreichende Säulenkörper eine Lastabtragung in eine tiefer liegende tragfähige Bodenschicht (Tragschicht) erfolgen; daneben kann durch das Einbauen der Säulenkörper ohne vorherigen Bodenaushub eine Bodenverdichtung zwischen den Säulenkörpern erfolgen. Die Herstellung von Stopfsäulen kann jedoch nicht mehr beim Vorliegen von Weichschichten, d.h. weniger stützfähigen Bodenschichten zur Anwendung kommen, die keine ausreichenden radialen Stützkkräfte aufbauen können, um den Säulenkörper bei Belastung durch Auflasten im erforderlichen Maß zu stützen.

[0002] Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Stopfsäulen vorzuschlagen, das auch bei Vorliegen von weniger tragfähigen Bodenschichten (Weichschichten) zu befriedigenden Ergebnissen führt. Die Lösung hierfür besteht darin, daß ein Tiefenrüttler von der Bodenoberfläche aus in den Baugrund eingerüttelt wird, daß die Stopfsäule von unten nach oben in Rüttelstopfverfahren aufgebaut wird und daß zumindest in Bodenschichten mit geringer Stützfähigkeit (Weichschichten) die Stopfsäule aus faserversetztem rolligem Zugabematerial hergestellt wird. Die hierbei verwendeten Fasern können Stahlfasern, Glasfasern oder Kunststofffasern sein. Bekannt sind multifile Textilfasern, gespleißte Fasern, Faserbündel oder kleine Fasernetze, die aufgrund der sogenannten Faserkohäsion innerhalb der Stopfsäule zu einer Erhöhung der Scherfestigkeit führen. Eine günstige Länge der einzelnen Fasern liegt in der Größenordnung von 50 mm. Fasern aus Polypropylen haben dabei eine Dichte von rund 0,9 kg/dm³. Die Zuschlagmenge kann bei Kunststofffasern in der Größenordnung von 2-3 kg Fasern je m³ Säulenmaterial betragen. Der Kohäsionswert des faserbewehrten Zugabematerials sollte zwischen 5 und 50 kN/m², insbesondere zwischen 10 und 30 kN/m² liegen. Der Säulendurchmesser kann im bevorzugten Bereich von 0,6 bis 1,0 m liegen. Das Rastermaß, nach dem die einzelnen Stopfsäulen angeordnet sind, kann zwischen 1,2 und 3 m liegen. Als Zugabematerial wird bindemittelfreies Material, insbesondere Sand verwendet, aber auch Schotter und Kies sind geeignet.

[0003] In bevorzugter Ausführung wird vorgeschlagen, daß die Stopfsäule in stützfähigen Zwischenschichten und/oder der Tragschicht aus faserfreiem Zugabematerial hergestellt wird. Da die Faserzuschläge

einen Kostenfaktor darstellen und deshalb zweckdienlich nur in Weichschichten zugegeben werden, ist hiermit eine äußerst sparsame Verwendung möglich, ohne die ausreichende Tragfähigkeit der Stopfsäulen zu beeinträchtigen.

[0004] Die einzelne Stopfsäulen können bis in eine tragfähige Bodenschicht (Tragschicht) reichen. Die Stopfsäulen können jedoch auch in einer weniger tragfähigen Bodenschicht enden, wobei schwimmende Stopfsäulen entstehen.

[0005] Das wesentliche Merkmal des Verfahrens besteht darin, daß die Stabilität des Säulenkörpers durch Einsatz einer Faserbewehrung überall dort verbessert wird, wo die Stopfsäule Weichschichten durchsetzt oder in Weichschichten hineinreicht.

[0006] Die vorliegende Schichtung des Bodens ist durch vorhergehende Aufschlußbohrungen oder andere Baugrunderkennungsmethoden zu ermitteln. Die erfindungsgemäßen Stopfsäulen sind ungeachtet der Verwendung von z. B. Sand auch bei den zu erwartenden Auflastungen dadurch ausreichend tragfähig, daß die Faserbewehrung in instabilen Bodenschichten (Weichschichten) so ausgelegt ist, daß sie die zu erwartenden Spannungszustände ohne zu große Scherverformungen auffängt und damit die Lasten in gegebenenfalls unbewehrte darunterliegende Säulenabschnitte abtragen kann, die in stützfähigen Bodenschichten liegen. Sandsäulen sind im Vergleich zu Schotter- oder Kiessäulen in Bezug auf den Materialpreis besonders günstig herstellbar.

[0007] Die Herstellung der Säulen erfolgt in grundsätzlich bekannter Rüttelstopftechnik mittels eines Schleusenrüttlers. Für die Faserzumischung stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Entweder wird die Faserbewehrung an der Oberfläche in bestimmte Chargen von Zugabematerial eingemischt, wobei dann nur je nach vorliegender Bodenschicht unbewehrtes oder faserbewehrtes Zugabematerial zugegeben ist. Nach einer anderen Möglichkeit werden Zugabematerial und Faserbewehrung getrennt zum Tiefenrüttler geführt, wobei die Vermischung erst beim Durchfließen des Tiefenrüttlers erfolgt.

[0008] Grundsätzlich ist es möglich, mit nach oben zunehmenden Faserbewehrungsanteilen zu arbeiten, da die Stützfähigkeit der Weichschichten bei gleichbleibender Bodenbeschaffenheit nach oben abnimmt.

[0009] Der Verfahrensablauf der Säulenherstellung beruht weitgehend auf der bekannten Rüttelstopftechnik, bei der der Tiefenrüttler jeweils um einen Höhenabschnitt unter Zugabe von rolligem Material ins Rüttelloch gezogen wird und dann zur Stopfverdichtung des zugeführten Sandes wieder um einen Teilabschnitt eingerüttelt wird.

[0010] Die Verwendung von rolligem Material garantiert, daß die Säulen eine vertikale Dränwirkung haben, d.h. eine Wasserdurchlässigkeit in vertikaler Richtung ist gegeben. Die vorliegende Erfindung kann überall dort Anwendung finden, wo die Herstellung von Rüttel-

stopfsäulen bisher aufgrund zu geringer Stützspannung bzw. Reaktionsspannung von oberen Bodenschichten oder tieferliegenden Zwischenschichten (Weichschichten) unmöglich ist, weil der Boden die für die Funktionstüchtigkeit einer Stopfsäule erforderliche radiale Stützung nicht aufbauen kann. In Bodenschichten, in denen eine ausreichende radiale Stützung gegeben ist, wird die erfindungsgemäße Stopfsäule aber aus Kostengründen aus Zugabematerial ohne Faserbewehrung hergestellt.

[0011] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können tragfähige Säulen hergestellt werden, die sofort nach Fertigstellung belastet werden können. Aufgrund ihrer Herstellungsweise sind nur geringe Setzungen bei dem Aufbringen von Lasten zu erwarten.

[0012] Vor der Herstellung der Säulen ist ein detaillierter Baugrundaufschluß erforderlich. Insbesondere zur Festlegung der erforderlichen Länge der Bewehrungsabschnitte werden vorzugsweise in einem engen Raster Sondierungen ausgeführt, mit denen der Übergang zwischen nicht stützfähigen Bodenschichten (Weichschichten) und stützfähigen Bodenschichten ermittelt wird.

[0013] Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Säulen sind in den Zeichnungen dargestellt, die anschließend beschrieben werden.

Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Stopfsäule in einer ersten Ausführung;

Figur 2 zeigt eine erfindungsgemäße Stopfsäule in einer zweiten Ausführung;

Figur 3 zeigt eine erfindungsgemäße Stopfsäule in einer dritten Ausführung.

[0014] In Figur 1 ist in einem vertikalen Schnitt durch den Boden eine Stopfsäule 11 gezeigt, die von der Bodenoberfläche 12 ausgeht und deren Säulenfuß 13 auf einer tragfähigen Bodenschicht 14 (Tragschicht) aufsteht bzw. in diese geringfügig hineinreicht. Oberhalb der tragfähigen Bodenschicht 14 ist eine weniger stützfähige Bodenschicht 15 (Weichschicht) dargestellt, die bis an die Oberfläche 12 reicht. Die Grenze zwischen den beiden Schichten ist durch eine gestrichelte Linie 16 angedeutet. Die Stopfsäule hat auf ihrer gesamten Länge eine Faserbewehrung 17 zur Erhöhung der Scherfestigkeit aufgrund sogenannter Faserkohäsion.

[0015] In Figur 2 ist Stopfsäule 11 gezeigt, die von der Bodenoberfläche 12 ausgeht und deren Säulenfuß 13 relativ weit in eine mäßig tragfähige Bodenschicht 14 (Tragschicht) hineinreicht. Oberhalb der Tragschicht 14 befindet sich eine weniger stützfähige Bodenschicht 15 (Weichschicht), wobei die Grenze zwischen den beiden Schichten mit einer gestrichelten Linie 16 dargestellt ist. Wiederum oberhalb der Weichschicht 15 befindet sich eine stützfähige Deckschicht 17 mit ausreichender Stützfähigkeit für unbewehrte Stopfsäulen.

Ausschließlich im Bereich der Weichschicht 15 ist die Säule mit einer Faserbewehrung 17 versehen, während der Säulenabschnitt 18 darunter und der Säulenabschnitt 19 darüber aus unbewehrtem Zugabematerial bestehen.

[0016] In Figur 3 ist eine Stopfsäule 11 gezeigt, die von der Oberfläche 12 aus bis zum Säulenfuß 13 innerhalb einer weniger stützfähigen Bodenschicht 15' (Weichschicht) liegt. Auf ihrer gesamten Länge hat diese Säule eine Faserbewehrung 17. Die Säule ist somit als schwimmende Säule ausgeführt. Ein Lastabtrag erfolgt über die Mantelreibung. Der Faserbewehrungsanteil dieser Säule nimmt von unten nach oben zu, wie in der symbolischen Darstellung erkennbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Stopfsäulen zum Zweck der Baugrundverbesserung bzw. -stabilisierung mit den folgenden Verfahrensschritten zur Herstellung einer der Stopfsäulen;

- ein Tiefenrüttler wird von der Bodenoberfläche aus in den Baugrund eingerüttelt;
- die Stopfsäule wird von unten nach oben in Rüttelstopfverfahren aufgebaut;
- zumindest in Bodenschichten mit geringer Stützfähigkeit (Weichschichten) wird die Stopfsäule aus rolligem Zugabematerial, das mit Fasern versetzt ist, hergestellt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stopfsäule in stützfähigen Bodenschichten aus Zugabematerial, das nicht mit Fasern versetzt ist, hergestellt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stopfsäule mit einem verdickten Säulenfuß hergestellt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stopfsäule in einer tragfähigen Bodenschicht (Tragschicht) endet.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stopfsäule insgesamt schwimmend in Bodenschichten mit geringer Stützfähigkeit (Weichschichten) eingebaut wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Faseranteil in der Stopfsäule von unten nach oben erhöht wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß Stahlfasern, Glasfasern oder Kunststofffasern verwendet werden, insbesondere mit einer Länge von ganz ungefähr 50 mm, also etwa 25-75 mm. 5
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß 0,5 bis 5 kg, insbesondere 2-3 kg Fasern je m³ Zugabematerial zugegeben werden. 10
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß mit Fasern versetztes Zugabematerial mit einem Kohasionswert von 5-50 kN/m², insbesondere von 10-30 kN/m² verwendet wird. 15
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß bindemittelfreies Zugabematerial verwendet wird. 20
11. Stopfsäule im Boden zur Baugrundverbesserung bzw. -stabilisierung,
dadurch gekennzeichnet, 25
daß sie zumindest einen Säulenabschnitt aus Zugabematerial, das mit Fasern versetzt ist, umfaßt, der eine Zwischenschicht mit geringer Stützfähigkeit (Weichschicht) durchsetzt. 30
12. Stopfsäule nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß sie in stützfähigen Zwischenschichten und/oder einer Tragschicht aus Zugabematerial, das nicht mit Fasern versetzt ist, hergestellt ist. 35
13. Stopfsäule nach einem der Ansprüche 11 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß sie mit einem verdickten Säulenfuß hergestellt ist. 40
14. Stopfsäule nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß sie in einer tragfähigen Bodenschicht (Tragschicht) endet. 45
15. Stopfsäule nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß sie insgesamt schwimmend in Bodenschichten (Weichschichten) mit geringer Stützfähigkeit eingebaut ist. 50
16. Stopfsäule nach einem der Ansprüche 11 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Faseranteil im Zugabematerial jeweils von unten nach oben zunimmt. 55
17. Stopfsäule nach einem der Ansprüche 11 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Zugabematerial bindemittelfrei ist.
18. Stopfsäule nach einem der Ansprüche 11 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Fasern Stahlfasern, Glasfasern oder Kunststofffasern sind, insbesondere solche mit einer Länge von ganz ungefähr 50 mm, also etwa 25-75 mm.
19. Stopfsäule nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
daß 0,5 bis 5 kg, insbesondere 2-3 kg Fasern je m³ Zugabematerial in dem mit Fasern versetztem Zugabematerial enthalten sind.
20. Stopfsäule nach einem der Ansprüche 11 bis 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß sie im Bereich des mit Fasern versetzten Zugabematerials einen Kohasionswert von 5-50 kN/m², insbesondere von 10-30 kN/m² hat.

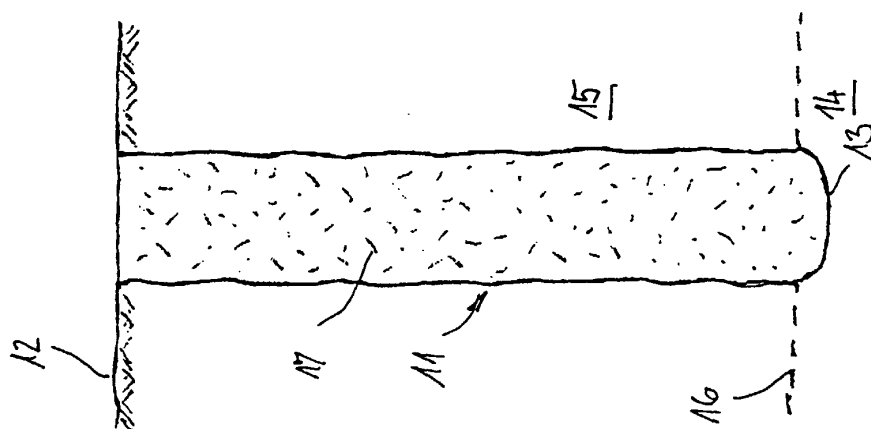


Fig. 1

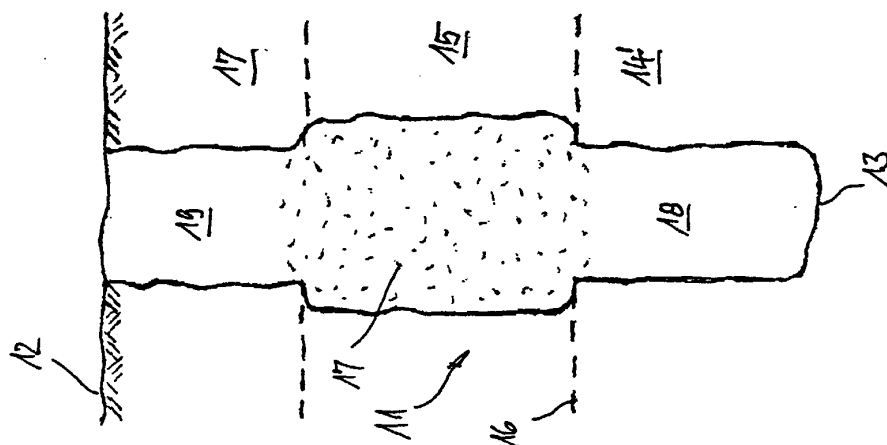


Fig. 2

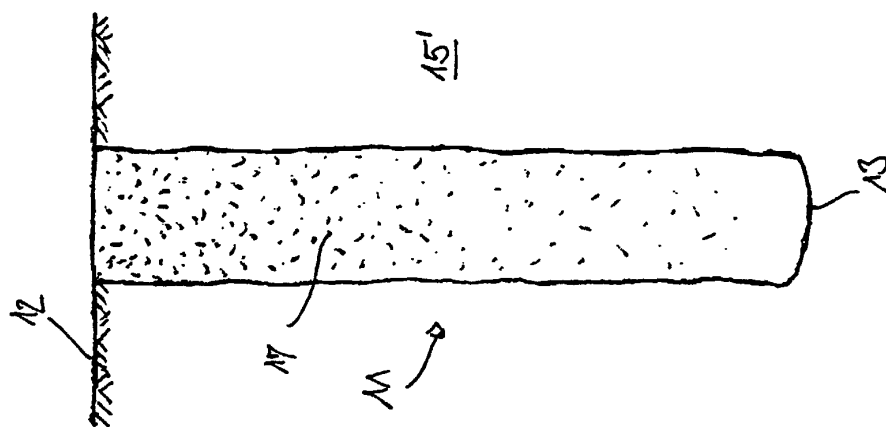


Fig. 3