



(11) **EP 3 112 537 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**04.01.2017 Patentblatt 2017/01**

(51) Int Cl.:  
**E02D 17/20<sup>(2006.01)</sup>** **E02D 29/02<sup>(2006.01)</sup>**  
**E01F 8/00<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **16166874.4**

(22) Anmeldetag: **25.04.2016**

(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**

(71) Anmelder: **Ribbert AG**  
**7304 Maienfeld (CH)**

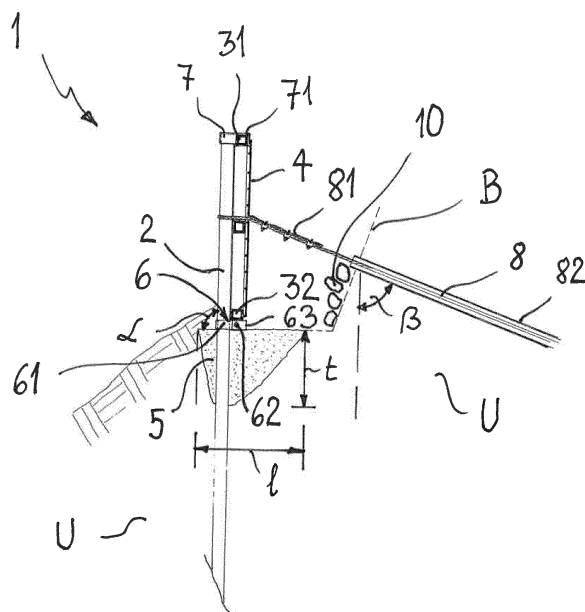
(72) Erfinder:  
• **Meli, Ruedi**  
**8887 Mels (CH)**  
• **Joldic, Senaid**  
**9477 Trübbach (CH)**

(30) Priorität: **02.07.2015 CH 9642015**

(74) Vertreter: **Bohest AG Branch Ostschweiz**  
**Postfach**  
**9471 Buchs (CH)**

(54) **WASSERDURCHLÄSSIGE STÜTZKONSTRUKTION**

(57) Es ist eine wasserdurchlässige Stützkonstruktion (1), insbesondere zur Böschungstabilisierung, im Bahn-, Strassen- und Wegebau, sowie zur Terrassierung und Terraingestaltung, beschrieben, die eine Anordnung von Mikropfählen (2), die in einem Horizontalabstand voneinander im Untergrund (U) einer Böschung (B) verankert sind, und eine böschungsseitig der Mikropfähle (2) montierte flächige Rückhaltevorrückung (3, 4), welche die Bereiche zwischen den Mikropfählen (2) überbrückt und sich auf in Bodennähe auf an den Mikropfählen (2) montierten Auflagern (6) abstützt, umfasst. Jeder Mikropfahl (2) ist an einem Übergang vom Untergrund (U) zur Oberfläche in eine Betonplombe (5) eingebettet, die den Mikropfahl (2) allseitig umgibt, und die eine in Richtung der Böschung (B) gemessene Erstreckung (1) von 15 cm bis 50 cm, vorzugsweise 20 cm bis 40 cm, und eine in Längsrichtung des Mikropfahls gemessene Tiefe (t) von 25 cm bis 35 cm, vorzugsweise 30 cm, aufweist.



**Fig. 2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine wasserdurchlässige Stützkonstruktion, insbesondere für Abstützungen von Bahntrassen sowie für Terrassierungen und Terraingestaltungen.

**[0002]** Im Bahn-, Strassen- und Wegebau, bei Terrassierungen im Gartenbau, bei Terraingestaltungen usw. sind oftmals Stützkonstruktionen erforderlich, beispielsweise um Bankette zu sichern, Böschungen, Hänge oder Gehwege zu stabilisieren, usw. Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Varianten von stabilisierenden Stützkonstruktionen und Bankettsicherungen bekannt. Bei Geländesprüngen können beispielsweise Winkelstützmauern oder Schwergewichtsmauern zum Einsatz kommen. Diese Art von Stützkonstruktion erfordert jedoch einen grossen Aufwand hinsichtlich Aushub und Fundamenten. Für die Herstellung der relativ grossflächigen Fundamente müssen schwere Schalelemente transportiert werden, und es ist in der Regel schweres Gerät für seine Erstellung erforderlich. Wegen der grossflächigen Fundamente und der dafür erforderlichen Mengen an Beton sind Winkelstützwände und Schwergewichtswände relativ teuer und aufwendig in der Herstellung.

**[0003]** Für Schotterbettverbreiterungen und für die Erstellung von Randwegen bei Schienentrassen sind aus dem Stand der Technik beispielsweise Stützkonstruktionen mit Stützwangen bekannt, die mittels vertikal in den Untergrund getriebenen Mikropfählen bzw. Injektionslanzen an einer Böschung befestigt werden. Zusätzlich zu den vertikalen Mikropfählen können horizontale oder geneigt dazu verlaufende Rückanker vorgesehen sein, um der Stützkonstruktion die erforderliche Stabilität zu verleihen und Auswanderungen, die infolge von Erschütterungen im laufenden Bahnbetrieb auftreten können zu vermeiden oder zumindest zu reduzieren. Die Stützwangen bestehen meist aus Betonplatten, die sich auf an den vertikalen Mikropfählen in Bodennähe montierten Schellen abstützen. Der Raum zwischen der Böschung und den Stützwangen wird mit einem Füllmaterial, beispielsweise mit Erdreich, das aus der Umgebung der Böschung abgetragen wurde, aufgefüllt, auf dem dann der neue Randweg angelegt werden kann. Derartige Stützkonstruktionen mit Mikropfählen, Rückankern und Stützwangen erfordern einen deutlich geringeren Aufwand hinsichtlich des Aushubs. Auf Fundamente kann in der Regel gänzlich verzichtet werden. Allerdings erfordern diese Stützkonstruktionen den Transport und die Manipulation von vorgefertigten Betonelementen, welche die Stützwangen bilden. Diese müssen zudem speziell ausgebildet sein, insbesondere seitlich eine spezielle Verzahnung aufweisen, damit sie zu einer durchgehenden Stützkonstruktion zusammengefügt werden können. Die Abstände der Mikropfähle voneinander müssen sehr genau eingehalten werden, damit die in einer vorgegebenen Länge vorgefertigten Stützwangen daran montiert werden können. Es ist unmittelbar einsichtig, dass die

erforderliche Genauigkeit des Abstands der Mikropfähle einen nicht unerheblichen, erhöhten Aufwand für deren Setzen erfordert.

**[0004]** Es besteht daher der Wunsch nach einer Stützkonstruktion, die einfacher und ohne aufwendige Vorarbeiten erstellbar ist. Die Stützkonstruktion soll eine hohe Stabilität besitzen, weitgehend unempfindlich gegenüber Erschütterungen sein und die erforderliche Wasserdurchlässigkeit aufweisen. Zudem soll die Auslegung der Stützkonstruktion es erlauben, dem Verlauf des Terrains einfach zu folgen, ohne dass dafür aufwendige Terrainbegradigungen und Bodenabtragarbeiten erforderlich sind.

**[0005]** Die Lösung dieser und weiterer Aufgaben besteht in einer wasserdurchlässigen Stützkonstruktion, welche die im Patentanspruch 1 angeführten Merkmale aufweist. Weiterbildungen und/oder vorteilhafte Ausführungsvarianten der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0006]** Durch die Erfindung wird eine wasserdurchlässige Stützkonstruktion, insbesondere zur Böschungsstabilisierung, im Bahn-, Strassen- und Wegebau, sowie zur Terrassierung und Terraingestaltung, vorgeschlagen, die eine Anordnung von Mikropfählen, die in einem Horizontalabstand voneinander im Untergrund verankert sind, und eine böschungseitig der Mikropfähle montierte flächige Rückhaltevorrichtung, welche die Bereiche zwischen den Mikropfählen überbrückt und sich auf in Bodennähe auf an den Mikropfählen montierten Auflagern abstützt, umfasst. Jeder Mikropfahl ist an einem Übergang vom Untergrund zur Oberfläche in eine Betonplombe eingebettet, die den Mikropfahl allseitig umgibt, eine in Richtung der Böschung gemessene Erstreckung von 15 cm bis 50 cm, vorzugsweise 20 cm bis 40 cm, und eine in Längsrichtung des Mikropfahls gemessene Tiefe von 25 cm bis 35 cm, vorzugsweise 30 cm, aufweist.

**[0007]** Mikropfähle im Sinne der vorliegenden Erfindung sind Pfähle mit variablem Durchmesser bis etwa 200 mm. Sie werden als Druckpfähle sowie als Zugpfähle zur Einleitung von Lasten in den Untergrund bzw. den Baugrund angewandt. Die Länge der Mikropfähle richtet sich nach den Baugrundeigenschaften. Die Mikropfähle werden in den Baugrund eingerammt oder eingebohrt und dort beispielsweise mit Zementmörtel ausinjiziert und nachverpresst. Sie leiten die Lasten mittels Mantelreibung in den Untergrund ein. Beispielsweise können als Mikropfähle Stahlprofile unterschiedlicher Geometrien, wie z.B. Eisenbahnschienen, HEB-Träger bzw. Breitflanschträger, Rohre, etc., zum Einsatz kommen. Als Stahlqualitäten kommen beispielsweise S235, S355, B500, S670 usw. zum Einsatz. Der Bohrdurchmesser für die Mikropfähle richtet sich vor allem nach der Beschaffenheit des Untergrunds, nach den statischen Anforderungen und nach den Korrosionsschutzbestimmungen, die für die Stützkonstruktion erfüllt sein müssen. Das Injektionsgut ist auf Zementbasis aufgebaut und kann Zuschlagsmittel als Korrosionsschutz aufweisen.

**[0008]** Indem die Mikropfähle am Übergang vom Un-

tergrund zur Oberfläche in eine Betonplombe eingebettet sind, kann die Stabilität der Mikropfähle noch weiter verbessert werden. Der Raum zwischen der flächigen Rückhaltevorrückung und der Böschung wird mit einem Füllmaterial, beispielsweise mit Altschotter oder Steinen verfüllt. Durch den Druck des Füllmaterials auf die Betonplomben können die Mikropfähle in ihrer Setzposition fixiert werden. Dadurch wird die gesamte Stützkonstruktion stabilisiert und kann einem Auswandern entgegen gewirkt werden. Dabei erweist sich eine Grösse der Betonplombe mit einer in Richtung der Böschung gemessenen Erstreckung von 15 cm bis 50 cm, vorzugsweise von 20 cm bis 40 cm, und einer in Längsrichtung des Mikropfahls gemessene Tiefe von 25 cm bis 35 cm, vorzugsweise 30 cm, als ausreichend. Die Betonplombe kann dabei etwa kreisförmig oder im Wesentlichen oval ausgebildet sein.

**[0009]** Eine Ausführungsvariante der Erfindung kann vorsehen, dass der Mikropfahl asymmetrisch in die Betonplombe eingebettet ist. Das bedeutet, dass ein sich von einer Aussenwandung des Mikropfahls in Richtung der Böschung erstreckender Abschnitt der Betonplombe länger ist als ein in Gegenrichtung verlaufender Abschnitt der Betonplombe. Entscheidend für die zusätzliche Stabilisierung des Mikropfahls ist allein der in Richtung der Böschung verlaufende Abschnitt der Betonplombe, der vom Füllmaterial, welches den Druck ausübt, abgedeckt wird.

**[0010]** In einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass jedes Auflager für die flächige Rückhaltevorrückung wenigstens zum Teil in eine Betonplombe eingebettet ist. Dadurch können die an den zugehörigen Mikropfählen montierten Auflager in vertikaler Richtung fixiert werden. Selbst wenn sich die Befestigung eines Auflagers am zugehörigen Mikropfahl, beispielsweise infolge übermässiger Erschütterungen, lösen sollte, bleibt die Lage des Auflagers unverändert. Dies gilt für die vertikale Lage des Auflagers ebenso wie für seine räumliche Ausrichtung in Bezug auf den Mikropfahl.

**[0011]** In einer Ausführungsvariante der wasserdurchlässigen Stützkonstruktion kann jedes Auflager einen schellenartig ausgebildeten Befestigungsabschnitt zur Befestigung des Auflagers an seinem zugehörigen Mikropfahl aufweisen. Die Montage des Auflagers am Mikropfahl erfolgt dann einfach durch Fixieren der den Mikropfahl umgreifenden Arme des Befestigungsabschnitts und durch Festdrehen einer Spannschraube. Der mit dem schellenartigen Befestigungsabschnitt verbundene Abstützabschnitt kann beispielsweise einen sockelartigen Abschnitt aufweisen. Alternativ kann der Abstützabschnitt beispielsweise auch als ein nach oben geöffneter, U-förmiger Aufnahmeabschnitt für die flächige Rückhaltevorrückung ausgebildet sein.

**[0012]** In einer Ausführungsform der Stützkonstruktion kann die flächige Rückhaltevorrückung ein Drahtgitter umfassen. Drahtgitter werden in letzter Zeit beispielsweise als Körbe zur Aufnahme von Schotter und Gestein,

welches eine Körnung aufweist, die grösser ist als die Maschenweite des Drahtgitters, eingesetzt. Drahtgitter gewährleisten in jedem Fall die gewünschte Wasserdurchlässigkeit.

**[0013]** Eine Ausführungsvariante der Stützkonstruktion kann vorsehen, dass das Drahtgitter mit einer Rahmenkonstruktion verbunden ist, die sich an den Auflagern abstützt und an den Mikropfählen befestigt ist. Die Rahmenkonstruktion verleiht der Stützkonstruktion zusätzliche Stabilität und erlaubt es, eine weniger massive Drahtgitterkonstruktion einzusetzen.

**[0014]** In einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann das Drahtgitter als Rollenmaterial vorliegen und vor Ort ablängbar und an der Rahmenkonstruktion montierbar sein. Beispielsweise kann das Drahtgitter als ein Wellengitter mit einer Drahtstärke von ca. 3 mm und einer Maschenweite von etwa 30 mm x 30 mm ausgebildet sein.

**[0015]** In einer alternativen Ausführungsvariante der Erfindung kann das Drahtgitter in bereits abgelängten Abschnitten vorliegen, die vor Ort an der Rahmenkonstruktion montierbar sind. Bei einer derartigen Ausführungsvariante können beispielsweise Spezialgitter mit einer Drahtstärke von ca. 5 mm zum Einsatz kommen. Diese können eine Maschenweite von etwa 30 mm x 100 mm aufweisen. Im montierten Zustand kann dabei die längere Dimension der Maschen üblicherweise vertikal ausgerichtet sein.

**[0016]** Schliesslich können in einer weiteren Ausführungsvariante der Stützkonstruktion das Drahtgitter und die Rahmenkonstruktion sogar als vorgefertigte, zusammenmontierte Einheiten ausgebildet sein, die vor Ort an den Mikropfählen montierbar und miteinander verbindbar sind.

**[0017]** Eine Ausführungsvariante der Stützkonstruktion kann vorsehen, dass das Drahtgitter eine Maschenweite aufweist, deren kleinste Abmessung 25 mm bis 31 mm, vorzugsweise 30 mm, beträgt. Die kleinste Dimension der Maschenweite definiert die Mindestkorngrösse des in den Raum zwischen dem Drahtgitter und der Böschung eingefüllten Füllmaterials, beispielsweise Altschotter, welches üblicherweise eine Korngrösse von mindestens 32 mm besitzt.

**[0018]** In einer weiteren Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Stützkonstruktion kann die Rahmenkonstruktion aus hohlen Rechteckrohrprofilen zusammengesetzt sein. Hohle Rechteckrohrprofile sind in verschiedenen Querschnitten erhältlich. Die Rahmenkonstruktion kann daher auf die zu erwartende Belastung hin ausgelegt werden. Die Rahmenkonstruktion kann modular aufgebaut sein und beispielsweise Rahmenmodule von 40 cm, 60 cm und 80 cm Höhe aufweisen. Die hohlen Rechteckrohrprofile können mit Steckschienen sehr einfach miteinander verbunden werden. Indem die als Verbinder dienenden Steckschienen mit unterschiedlichen Winkeln ausgebildet sind, können die an den Mikropfählen befestigten Rahmenkonstruktionen einfach zusammengefügt und dem Terrain gemäss ausgebildet wer-

den. Bei Bahnanwendungen kann dadurch beispielsweise eine Mastfundierung sehr einfach umgangen werden, um einen freien Zugang zu ermöglichen. Die als Verbinders dienenden Steckschienen können dabei in einem Winkel von bis zu 90° abgewinkelt sein und ermöglichen dadurch den Aufbau einer Rahmenkonstruktion, welche aus in einem Winkel von 90° zueinander angeordneten Modulen besteht. Als Verbinders können beispielsweise Steckschienen eingesetzt werden, welche variable Krüpfungswinkel aufweisen. In einer Ausführungsvariante können beispielsweise Steckschienen verwendet werden, die einen Winkel von 0°, 15°, 30°, 45° und 90° aufweisen.

**[0019]** Die Mikropfähle der Stützkonstruktion können in einer Ausführungsvariante der Erfindung voneinander einen Horizontalabstand aufweisen, der ca. 1 m bis 3 m, vorzugsweise etwa 2 m bis 2,5 m, beträgt. Der Abstand der Mikropfähle hängt von der Beschaffenheit des Untergrunds, von der gewünschten Form, Geometrie und Höhe der Stützkonstruktion und von den statischen Anforderungen an die Stützkonstruktion ab.

**[0020]** In einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung können die Mikropfähle mit einer horizontal verlaufenden Ebene im Untergrund, in der Regel der Betonplombe, einen Winkel von 60° bis 90° einschliessen. Dabei sind die Mikropfähle bei Winkeln kleiner als 90° zur Böschung hin geneigt. Die Mikropfähle dienen vor allem der Ableitung der einwirkenden Vertikalkräfte aus der Stützkonstruktion in den Untergrund. Darüber hinaus können die Mikropfähle auch Schubkräfte aufnehmen und so die globale Stabilität der Böschung erhöhen.

**[0021]** In einer weiteren Ausführungsvariante der Stützkonstruktion können die Mikropfähle mit wenigstens Rückankern verbunden sein, die gegenüber einer Längserstreckung der Mikropfähle um einen Winkel von 5° bis 45°, vorzugsweise etwa 15°, geneigt und vom bergseitigen Untergrund wegweisend im Untergrund verankert sind. Im Volumensbereich, der vom Füllmaterial eingenommen wird, kann jeder Rückanker mit einem Schutzrohr vor mechanischen Beschädigungen geschützt sein. Die Rückanker können als Stahl- oder Kunststoffanker, beispielsweise GFK-Stabanker mit unterschiedlichen Durchmessern ausgebildet sein. Insbesondere GFK-Stabanker weisen eine hohe Korrosionsbeständigkeit, eine hohe Zugfestigkeit, ein geringes Gewicht und eine leichte Biegebarkeit auf. Zudem sind sie relativ einfach zu versetzen. Der Bohrungsdurchmesser und der Durchmesser des Rückankers richten sich nach den statischen Anforderungen des Untergrunds und nach den jeweiligen Korrosionsschutzbestimmungen. Die Rückanker können beispielsweise auch als Seilanker ausgebildet sein, die in unbehandelt, verzinkt, oder rostfrei ausgebildet sein können, und die jeweils in einem Schutzrohr angeordnet sein können. Jeder Rückanker kann mit einem zugehörigen Mikropfahl verbunden sein. Beispielsweise kann die Verbindung als eine Seilschleife um einen Mikropfahl ausgebildet sein. Die Rückanker dienen vor allem zur Einleitung der einwirkenden Hori-

zontalkräfte auf die Stützkonstruktion in den Untergrund. Darüber hinaus erhöhen die Rückanker auch die globale Hangstabilität des Untergrunds.

**[0022]** In einer Ausführungsvariante der Stützkonstruktion können die an den Mikropfählen angeordneten Rückanker einen Horizontalabstand voneinander aufweisen, der 1 m bis 3 m, vorzugsweise etwa 2 m bis 2,5 m, beträgt.

**[0023]** Abhängig von der vertikalen Höhe der Stützkonstruktion können keine, eine, zwei oder mehrere Lagen von Rückankern angeordnet sein. Dabei können die Lagen von Rückankern voneinander einen Vertikalabstand von 0,4 m bis 1 m, vorzugsweise etwa 0,6 m, aufweisen. Bis zu einer Höhe der Stützkonstruktion von weniger als 0,8 m sind in der Regel keine Rückanker erforderlich. Es kann ausreichen, eine genügend grosse Anzahl von Mikropfählen in relativ geringem Abstand voneinander, beispielsweise ca. 1 m, zu setzen. Bei einer vertikalen Höhe der Stützkonstruktion von bis zu 2 m können ein oder zwei vertikal übereinander angeordnete Lagen von Rückankern angeordnet sein. Die Rückanker der verschiedenen Lagen sind vorzugsweise exakt übereinander angeordnet. Die Rückhaltevorrückung für das Füllmaterial, insbesondere die Rahmenkonstruktion und das Drahtgitter kann ebenfalls modular aufgebaut sein, um die erforderliche Höhe zu erreichen. Dabei können Rahmenelemente mit vorgegebenen Abmessungen übereinander angeordnet werden. Analoges gilt auch für das Drahtgitter. Die Gesamthöhe der wasserdurchlässigen Stützvorrichtung beträgt maximal 2 m; üblich ist eine Höhe von 1 m.

**[0024]** Eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung kann schliesslich vorsehen, dass ein freies Ende eines jeden Mikropfahls mit einem kappenartigen Steckaufsatz abdeckbar ist, der einen klammerartigen Fortsatz zur Fixierung der flächigen Rückhaltevorrückung aufweist. Der kappenartige Steckaufsatz erleichtert die Montage der Stützkonstruktion, indem beim Aufsetzen die Rückhaltevorrückung automatisch fixiert werden kann.

**[0025]** Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einer beispielsweise Ausführungsvariante der Stützkonstruktion. Es zeigen in nicht massstabsgetreuer schematischer Darstellung:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht auf eine Sichtseite einer Stützkonstruktion gemäss der Erfindung; und

Fig. 2 einen Querschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels der Stützkonstruktion mit einem im Wesentlichen zu Fig. 1 analogen Aufbau.

**[0026]** Eine Ausführungsvariante einer Stützkonstruktion gemäss der Erfindung ist in Fig. 1 und in Fig. 2 jeweils gesamthaft mit dem Bezugszeichen 1 versehen. Derartige Stützkonstruktionen 1 kommen beispielsweise für

Abstützungen im Bahn-, Strassen- und Wegebau, sowie zur Terrassierung und Terraingestaltung zur Anwendung. Die Stützkonstruktion 1 umfasst eine Anordnung von Mikropfählen 2, 2', 2'', 2''', die in einem horizontalen Abstand a voneinander im Untergrund U einer Böschung B verankert sind. Der horizontale Abstand a der Mikropfähle 2 voneinander beträgt etwa 1 m bis 3 m, typischerweise etwa 2 m bis 2,5 m. Üblicherweise sind die horizontalen Abstände a von einander benachbarten Mikropfählen 2, 2' bzw. 2'', 2''' etwa gleich gross. Dies ist jedoch keine zwingende Bedingung; je nach der Geländebeschaffenheit und nach der Geometrie der Stützkonstruktion 1 können die Abstände a benachbarter Mikropfähle auch verschieden gross sein. Die Mikropfähle 2 sind im wesentlichen vertikal zum Untergrund angeordnet. Sie können jedoch auch in Richtung der Böschung B geneigt sein. Dabei können die Mikropfähle mit einer horizontalen Ebene im Untergrund U einen Winkel  $\lambda$  von bis zu 60° einschliessen.

**[0027]** Die Mikropfähle 2 sind Pfähle mit einem variablen Durchmesser von beispielsweise bis zu etwa 200 mm. Sie können als Druckpfähle sowie als Zugpfähle zur Einleitung von Lasten in den Untergrund bzw. den Baugrund angewandt werden. Die Mikropfähle 2 weisen eine axiale Länge auf, die sich nach den Baugrundeigenschaften richtet. Die Mikropfähle 2 werden in den Baugrund eingerammt oder eingebohrt und dort beispielsweise mit Zementmörtel ausinjiziert und nachverpresst. Sie leiten die Lasten mittels Mantelreibung in den Untergrund ein. Beispielsweise können als Mikropfähle Stahlprofile unterschiedlicher Geometrien, wie z.B. Eisenbahnschienen, HEB-Träger bzw. Breitflanschträger, Rohre, etc., zum Einsatz kommen. Als Stahlqualitäten kommen beispielsweise S235, S355, B500, S670 usw. zum Einsatz. Der Bohrungsdurchmesser für die Mikropfähle 2 richtet sich vor allem nach der Beschaffenheit des Untergrunds, nach den statischen Anforderungen und nach den Korrosionsschutzbestimmungen, die für die Stützkonstruktion 1 erfüllt sein müssen. Das Injektionsgut ist auf Zementbasis aufgebaut und kann Zuschlagsmittel als Korrosionsschutz aufweisen.

**[0028]** Eine Rahmenkonstruktion 3 überbrückt die Zwischenräume zwischen den Mikropfählen 2. Die Rahmenkonstruktion 3 kann beispielsweise aus hohlen Rechteckrohrprofilen zusammengesetzt sein. Dabei dienen beispielsweise Steckschienen (nicht dargestellt) als Verbinden für die Rechteckrohrprofile. Ein Drahtgitter 4 ist böschungsseitig angeordnet und mit der Rahmenkonstruktion verbunden. Das Drahtgitter 4 kann beispielsweise ein Wellengitter mit einer Drahtstärke von etwa 3 mm sein und eine Maschenweite von ca. 30 mm x 30 mm aufweisen. Eine alternative Ausführungsvariante des Drahtgitters 4 kann ein Drahtstärke von beispielsweise ca. 5 mm und eine Maschenweite von etwa 30 mm x 100 mm aufweisen. Dabei bezeichnet die grössere Länge die vertikale Dimension der Maschen des Drahtgitters 4. Die Kombination aus Rahmenkonstruktion 3 und Drahtgitter 4 bildet eine Rückhaltevorrichtung für ein Füllmaterial

(Fig. 2), das in den Raum zwischen der Stützkonstruktion 1 und der Böschung B. Das Füllmaterial kann beispielsweise Altschotter mit einer Korngrösse von wenigstens 32 mm sein. In Verbindung mit der minimalen Maschenweite des Drahtgitters von ca. 30 mm ist sichergestellt, dass das Füllmaterial vom Drahtgitter 4 zurückgehalten wird. Das Drahtgitter 4 kann als Rollenmaterial vorliegen und vor Ort auf die gewünschte Länge abgelängt werden, bevor es mit der Rahmenkonstruktion 3 verbunden wird. Weist das Rollenmaterial nicht die richtige Höhe auf, kann auch diese vor Ort korrigiert werden. Alternativ kann das Drahtgitter 4 auch in bereits vorabgelängten Bahnen vorliegen, die vor Ort mit der Rahmenkonstruktion 3 verbunden werden können. Schliesslich können die Rahmenkonstruktion 3 und das Drahtgitter 4 auch als bereits vorgefertigte Einheiten vorliegen, die gemeinsam vor Ort an den Mikropfählen 2 befestigt werden können.

**[0029]** Das freie Ende jedes Mikropfahls 2 kann, wie in Fig. 1 dargestellt, mit einem kappenartigen Steckaufsatz 7 abdeckgedeckt sein. Der kappenartige Steckaufsatz 7 kann auch noch mit einem klammerartigen Fortsatz 71 (Fig. 2) ausgestattet sein, der zur Fixierung wenigstens der Rahmenkonstruktion dienen kann.

**[0030]** Die Schnittdarstellung der Stützkonstruktion in Fig. 2 zeigt, dass jeder Mikropfahl 2 in eine Betonplombe 5 eingebettet ist. Die Betonplombe 5 kann eine ovale Form aufweisen mit einer längsten Erstreckung 1 in Richtung der Böschung B, die etwa 15 cm bis 50 cm, vorzugsweise 20 cm bis 40 cm, beträgt. Eine in Längsrichtung des Mikropfahls 2 gemessene Tiefe t der Betonplombe beträgt etwa 25 cm bis 35 cm, vorzugsweise etwa 30 cm. Der Mikropfahl 2 ist dabei in der Nähe des von der Böschung B entfernten Endes der Betonplombe 5 angeordnet, so dass ein sich von der Aussenwandung des Mikropfahls 2 in Richtung der Böschung B erstreckender Abschnitt der Betonplombe 5 länger ist als ein in Gegenrichtung verlaufender Abschnitt der Betonplombe 5. Durch die Betonplombe wird der Mikropfahl 2 zusätzlich im Untergrund U stabilisiert. Das in den Raum zwischen der Stützkonstruktion 1 und der Böschung B eingefüllte Füllmaterial drückt auf den längeren Abschnitt der Betonplombe 5 und stabilisiert die Lage des Mikropfahls 2 zusätzlich.

**[0031]** Fig. 2 zeigt weiters, dass die Rahmenkonstruktion 3 sich auf einem Auflager 6 abstützt, das mit dem zugehörigen Mikropfahl 2 verbunden ist. Beispielsweise weist das Auflager 6 dazu einen schellenartig ausgebildeten Befestigungsabschnitt 61 auf. Der schellenartige Befestigungsabschnitt 61 ist über eine Spannschraube 62 um den Mikropfahl 2 fixierbar. An den Befestigungsabschnitt 61 des Auflagers schliesst ein Abstützabschnitt 63 an, der im dargestellten Ausführungsbeispiel sockelartig ausgebildet sein kann. Das Auflager 6 ist kann wenigstens zum Teil in die Betonplombe 5 eingebettet sein. Dadurch bleibt es in seiner Lage fixiert, auch wenn sich die Spannschraube 62 infolge von Erschütterungen lösen sollte.

**[0032]** Das mit der Rahmenkonstruktion 3 verbundene

Drahtgitter ist mit dem Bezugszeichen 4 versehen. Es kann in einer nicht näher dargestellten Weise mit der Rahmenkonstruktion 3 verbunden sein. Beispielsweise werden dazu Drahtklammern oder Drahtschlaufen eingesetzt. Der kappenartige Steckaufsatz 7, der das freie Ende des Mikropfahls 2 abdeckt, kann mit einem klammerartigen Fortsatz 71 ausgestattet sein. Beim Aufsetzen des kappenartigen Steckaufsatzes 7 auf den Mikropfahl wird durch den klammerartigen Fortsatz 71 ein oberer Querholm 31 der Rahmenkonstruktion 3 automatisch fixiert. Ein unterer Querholm 32 der Rahmenkonstruktion kann ebenfalls beispielsweise mit einer Klammer oder einer Drahtschleife am Mikropfahl 2 fixiert werden. In der Regel ist eine gesonderte Fixierung jedoch nicht erforderlich, da die Rahmenkonstruktion 3 zusammen mit dem Drahtgitter 4 durch den Druck des Füllmaterials 10 gegen die Mikropfähle gepresst und dadurch fixiert wird.

**[0033]** Ab einer vertikalen Bauhöhe von 80 cm der Stützkonstruktion 1 kann diese, wie in Fig. 2 dargestellt, auch noch Rückanker 8 aufweisen, die im Untergrund U der Böschung B verankert sind. Die Rückanker 8 sind gegenüber einer Längserstreckung der Mikropfähle 2 um einen Winkel  $\beta$  von  $5^\circ$  bis  $45^\circ$ , vorzugsweise etwa  $15^\circ$ , geneigt und von der Böschung B wegweisend im Untergrund U verankert. Die Rückanker 8 sind vorzugsweise in direkter Nachbarschaft zu den Mikropfählen angeordnet und mit diesen beispielsweise über eine Seilschleife 81 verbunden. Im Volumensbereich, der vom mit dem Bezugszeichen 10 angedeuteten Füllmaterial eingenommen wird, kann jeder Rückanker 8 mit einem nicht näher dargestellten Schutzrohr vor mechanischen Beschädigungen geschützt sein. Die Rückanker 8 können als Stahl- oder Kunststoffanker, beispielsweise GFK-Stabanker mit unterschiedlichen Durchmessern ausgebildet sein. GFK-Stabanker weisen eine hohe Korrosionsbeständigkeit, eine hohe Zugfestigkeit, ein geringes Gewicht und eine leichte Biegsamkeit auf. Zudem sind sie relativ einfach zu versetzen. Die Bohrungsdurchmesser und die Durchmesser der Rückanker 8 richten sich nach den statischen Anforderungen des Untergrunds U und nach den jeweiligen Korrosionsschutzbestimmungen. Gemäss der dargestellten Ausführungsvariante können die Rückanker 8 beispielsweise auch als unbehandelte, verzinkte oder rostfreie Seilanker ausgebildet sein, die jeweils in einem Schutzrohr 82 angeordnet sind. Die Rückanker 8 erhöhen die globale Hangstabilität des Untergrunds. Die Rückanker 8 können vorzugsweise an den Mikropfählen 2 angeordnet sein. Benachbarte Rückanker 8 weisen dabei einen Horizontalabstand voneinander auf, der 1 m bis 3 m, vorzugsweise etwa 2 m bis 2,5 m, beträgt.

**[0034]** Abhängig von der vertikalen Höhe der Stützkonstruktion können auch mehrere Lagen von Rückankern 8 übereinander angeordnet sein. Dabei können die Lagen von Rückankern 8 voneinander einen Vertikalabstand von 0,4 m bis 1 m, vorzugsweise etwa 0,6 m, aufweisen.

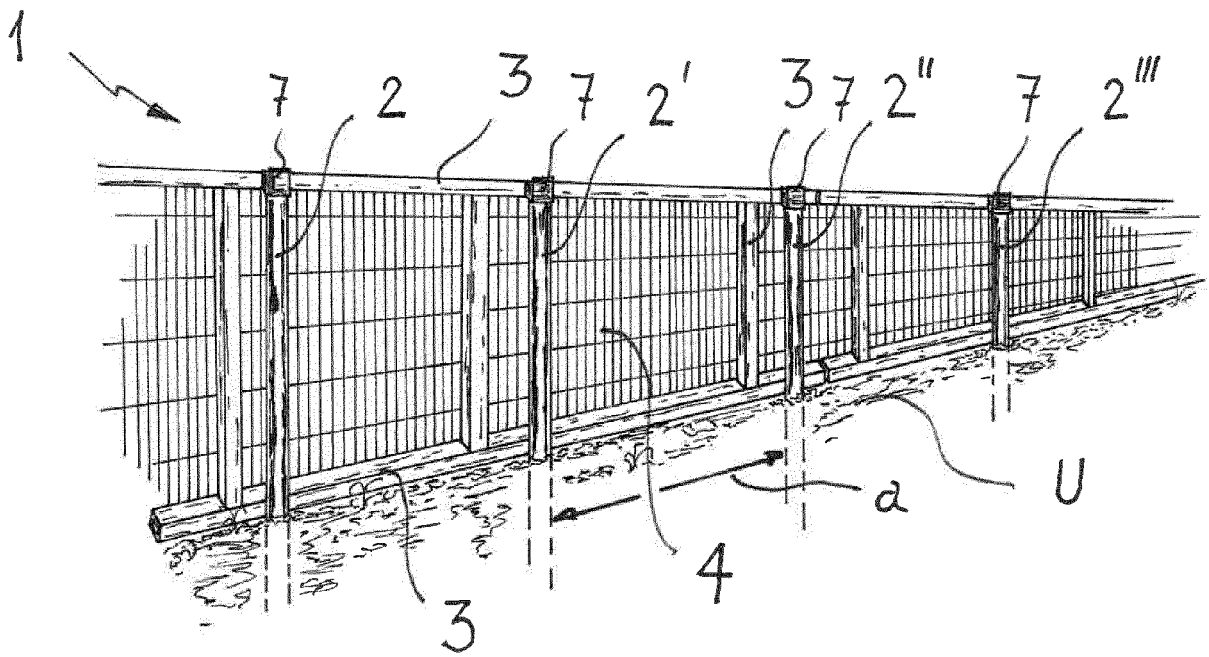
**[0035]** Die vorstehende Beschreibung eines konkreten Ausführungsbeispiels der Erfindung dient nur zur Erläuterung der erfindungswesentlichen Aspekte und ist nicht als einschränkend zu betrachten. Vielmehr wird die Erfindung durch die Patentansprüche und die sich dem Fachmann erschliessenden und vom allgemeinen Erfindungsgedanken umfassten Äquivalente definiert.

## 10 Patentansprüche

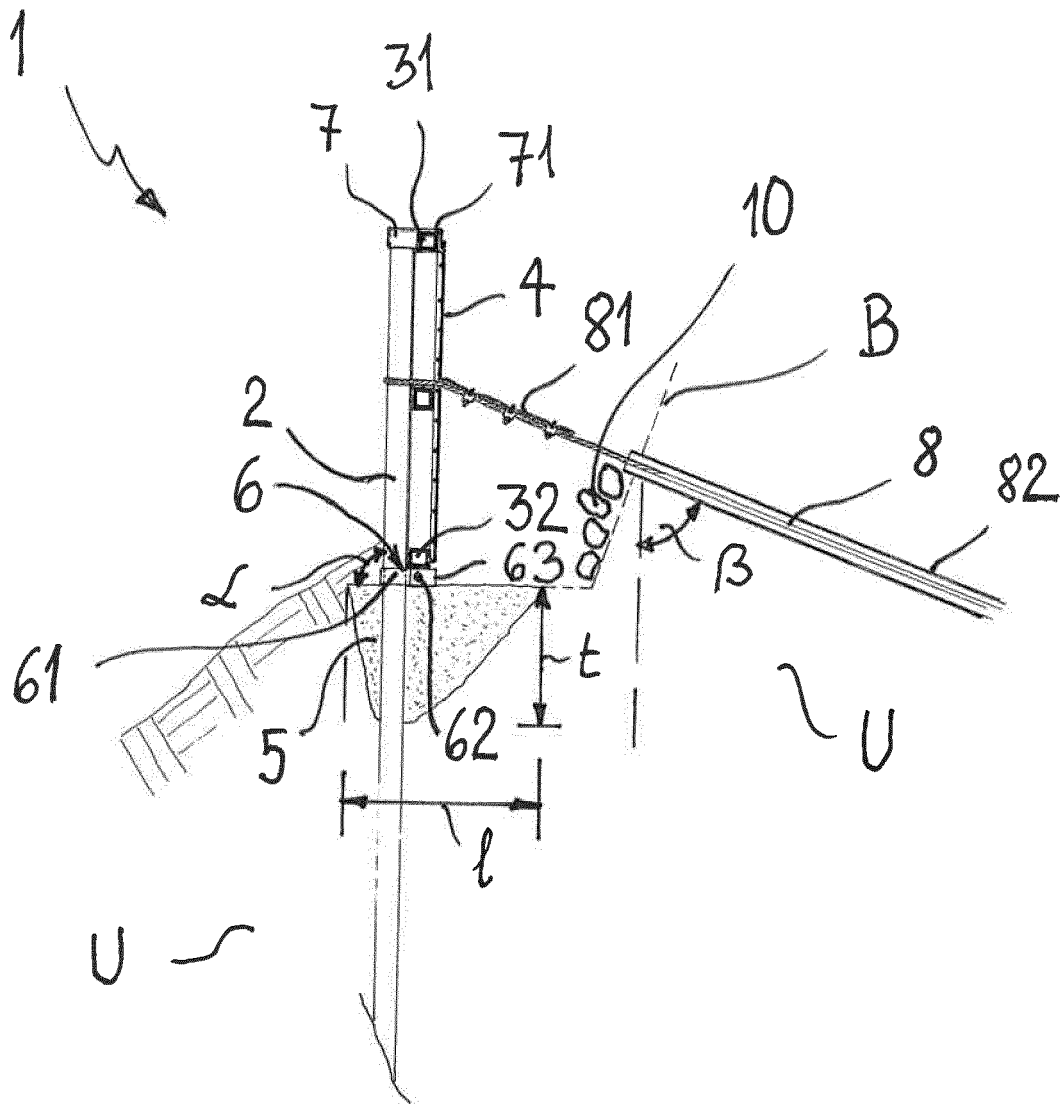
1. Wasserdurchlässige Stützkonstruktion, insbesondere zur Böschungsstabilisierung, im Bahn-, Strassen- und Wegebau, sowie zur Terrassierung und Terraingestaltung, umfassend eine Anordnung von Mikropfählen (2), die in einem Horizontalabstand (a) voneinander im Untergrund (U) einer Böschung (B) verankert sind, und eine böschungseitig der Mikropfähle (2) montierte flächige Rückhaltevorrückung, welche die Bereiche zwischen den Mikropfählen (2) überbrückt und sich auf in Bodennähe auf an den Mikropfählen (2) montierten Auflagern (6) abstützt, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Mikropfahl (2) an einem Übergang vom Untergrund (U) zur Oberfläche in eine Betonplombe (5) eingebettet ist, die den Mikropfahl (2) allseitig umgibt, eine in Richtung der Böschung (B) gemessene Erstreckung (1) von 15 cm bis 50 cm, vorzugsweise 20 cm bis 40 cm, und eine in Längsrichtung des Mikropfahls (2) gemessene Tiefe (t) von 25 cm bis 35 cm, vorzugsweise 30 cm, aufweist.
2. Stützkonstruktion nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein sich von einer Aussenwandung des Mikropfahls (2) in Richtung der Böschung (B) erstreckender Abschnitt der Betonplombe (5) länger ist als ein in Gegenrichtung verlaufender Abschnitt der Betonplombe (5).
3. Stützkonstruktion nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Auflager (6) wenigstens zum Teil in eine Betonplombe (5) eingebettet ist.
4. Stützkonstruktion nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Auflager (6) einen schellenartig ausgebildeten Befestigungsabschnitt (61) zur Befestigung des Auflagers an einem Mikropfahl aufweist.
5. Stützkonstruktion nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die flächige Rückhaltevorrückung ein Drahtgitter (4) umfasst.
6. Stützkonstruktion nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drahtgitter (4) mit einer Rahmenkonstruktion (3) verbunden ist, die sich an den Auflagern (6) abstützt und an den Mikropfählen

- (2) befestigt ist.
7. Stützkonstruktion nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drahtgitter (4) als Rollenmaterial vorliegt und vor Ort ablängbar und an der Rahmenkonstruktion (3) montierbar ist. 5
8. Stützkonstruktion nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drahtgitter (4) in abgelängten Abschnitten vorliegt, die vor Ort an der Rahmenkonstruktion (3) montierbar sind. 10
9. Stützkonstruktion nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drahtgitter (4) und die Rahmenkonstruktion (3) als vorgefertigte zusammenmontierte Module ausgebildet sind, die vor Ort an den Mikropfählen (2) montierbar und miteinander verbindbar sind. 15
10. Stützkonstruktion nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drahtgitter (4) eine Maschenweite aufweist, deren kleinste Abmessung 25 mm bis 31 mm, vorzugsweise 30 mm, beträgt. 20  
25
11. Stützkonstruktion nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** einander benachbarte Mikropfähle (2) einen Horizontalabstand (a) voneinander aufweisen, der 1 m bis 3 m, vorzugsweise etwa 2 m bis 2,5 m, beträgt. 30
12. Stützkonstruktion nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikropfähle (2) mit einer horizontal verlaufenden Ebene im Untergrund (U) einen Winkel ( $\lambda$ ) von 60° bis 90° einschliessen, wobei die Mikropfähle (2) bei Winkeln kleiner als 90° zur Böschung hin geneigt sind. 35
13. Stützkonstruktion nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ab einer Höhe der flächigen Rückhaltevorrichtung von 80 cm eine Anzahl von Rückankern (8) aufweist, die vorzugsweise mit den Mikropfählen (2) verbunden sind und gegenüber einer Längserstreckung der Mikropfähle (2) um einen Winkel ( $\beta$ ) von 5° bis 45°, vorzugsweise etwa 15°, geneigt und von der Böschung (B) wegweisend im Untergrund (U) verankert sind. 40  
45
14. Stützkonstruktion nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** benachbarte Rückanker (8) voneinander einen Horizontalabstand aufweisen, der 1 m bis 3 m, vorzugsweise etwa 2 m bis 2,5 m beträgt. 50  
55
15. Stützkonstruktion nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Mikropfahl (2) an seinem freien Ende mit einem kap-

penartigen Steckaufsatz (7) abdeckbar ist, der einen klammerartigen Fortsatz (71) zur Fixierung der flächigen Rückhaltevorrichtung aufweist.



**Fig. 1**



**Fig. 2**



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 16 16 6874

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	AT 500 752 A4 (HOCH TIEF BAU IMST GES M B H [AT]) 15. März 2006 (2006-03-15) * Seite 4, Zeile 15 - Seite 5, Zeile 16; Abbildungen 1-4 *	1-15	INV. E02D17/20 E02D29/02 E01F8/00
A	DE 29 35 674 A1 (RIBBERT HANS) 12. März 1981 (1981-03-12) * Seite 7, Zeilen 22-32 * * Seite 8, Zeilen 22-24; Abbildung 2; Beispiele 7,9,10 *	1,4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E02D E01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>25. Oktober 2016</b>	Prüfer <b>Koulo, G</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 16 16 6874

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.

25-10-2016

10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
AT 500752	A4	15-03-2006	-----
DE 2935674	A1	12-03-1981	AT 362309 B 27-04-1981
			CH 641861 A5 15-03-1984
			DE 2935674 A1 12-03-1981
			-----

EPO FORM P0461

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