



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**06.05.92 Patentblatt 92/19**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **E02D 5/20, E02D 5/04**

②① Anmeldenummer : **89730072.9**

②② Anmeldetag : **16.03.89**

⑤④ **Verfahren zum Herstellen einer Spundwand.**

③⑩ Priorität : **17.03.88 DE 3808884**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**20.09.89 Patentblatt 89/38**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**06.05.92 Patentblatt 92/19**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :  
**BE DE FR GB IT NL**

⑤⑥ Entgegenhaltungen :  
**DE-A- 1 709 336**  
**DE-A- 2 357 709**

⑤⑥ Entgegenhaltungen :  
**DE-U- 8 710 856**  
**GB-A- 1 525 445**  
**US-A- 3 059 436**  
**US-A- 3 416 322**

⑦③ Patentinhaber : **Philipp Holzmann AG**  
**Taunusanlage 1**  
**W-6000 Frankfurt 1 (DE)**

⑦② Erfinder : **Scheele, Jürgen, Dipl.-Ing.**  
**Cordsstrasse 11**  
**W-2000 Hamburg 52 (DE)**

⑦④ Vertreter : **Brümmerstedt, Hans Dietrich,**  
**Dipl.-Ing.**  
**Dudweilerstrasse 12**  
**W-3000 Hannover 71 (DE)**

**EP 0 333 639 B1**

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).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Spundwand, bei dem jeweils zwischen zwei in vorgegebenem Abstand in den Untergrund getriebenen rohrförmigen, seitlich mit Schlössern versehenen Tragbohlen Füllbohlen so angeordnet werden, daß ihre seitlichen Schlösser in die Schlösser der Tragbohlen eingreifen.

Solche aus Tragbohlen und Füllbohlen bestehenden Spundwände, bei denen die Füllbohlen kürzer sind als die Tragbohlen und entsprechend weniger tief in den Untergrund eingebracht werden, bezeichnet man im Gegensatz zu Spundwänden mit nur einer Sorte von Spundbohlen auch als gemischte Spundwände.

Dabei ist es allgemein üblich, zumindest die Tragbohlen in den Untergrund einzurammen. Das Rammverfahren besitzt jedoch zwei wesentliche Nachteile. Einerseits wird ein erheblicher Lärm über längere Zeiträume hinweg erzeugt, mit dem starke Erschütterungen einhergehen, so daß in der Nähe der Baustelle wohnende Menschen in unerträglicher Weise gestört werden und zudem Beschädigungen an benachbart stehenden Gebäuden auftreten können. Der zweite Nachteil besteht darin, daß die Tragbohlen, wenn sie beim Einrammen auf Hindernisse stoßen, aus der Rammrichtung laufen und nachfolgend beim Einbringen der Füllbohlen die Schloßverbindung dort, wo die Achsen der Füllbohlen und der Tragbohlen nicht mehr parallel verlaufen, gesprengt wird. Dadurch entsteht zwischen den Bohlen ein offener Schlitz, durch den sehr große Sandmengen hindurchlaufen können, so daß die Nutzung und die Standsicherheit des Bauwerkes gefährdet sind, wenn diese Schäden nicht erkannt werden, oder aber es sind erhebliche Reparaturkosten für die Dichtung der unter Wasser liegenden Schadstellen aufzuwenden. Diese Probleme treten insbesondere bei schweren Böden und großen Spundwandtiefen auf. Das Rammverfahren endet auf jeden Fall immer dann, wenn man im Untergrund auf Felsschichten stößt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen einer gemischten Spundwand der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem das Rammen mit seinen störenden Einflüssen vermieden wird, das Schloßschäden weitgehend ausschließt, und das auch in schweren, gegebenenfalls felsige Hindernisse enthaltenden Böden anwendbar ist.

Die gestellte Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß die rohrförmigen stählernen Tragbohlen nur bis zu einem Teil der Gründungstiefe in den Untergrund abgeteuft werden, daß dabei das im Innenraum der Tragbohlen anstehende Bodenmaterial und anschließend über das Ende der Tragbohlen hinaus, gegebenenfalls unter Zuhilfenahme der stützenden Wirkung einer thixotropen Flüssigkeit, der Boden bis zur Gründungsendtiefe ausgeräumt wird, daß dann von der Gründungstiefe ausgehend der ausgeräumte Bereich unterhalb der Tragbohlen und innerhalb der Tragbohlen mit Stahlbeton aufgefüllt wird, und daß anschließend die Füllbohlen zwischen den Tragbohlen bis zu einer Tiefe in den Untergrund eingebracht werden, die höchstens gleich der Tiefe der Tragbohlen ist.

In der eigenen älteren Patentanmeldung DE-A-36 38 664 wurde bereits vorgeschlagen, bei der Herstellung einer gemischten Spundwand ein Rammen dadurch zu vermeiden, daß zunächst Großbohrrohre mit so großem Durchmesser am Ort der Tragbohlen eingebracht werden, daß die Tragbohlen anschließend innerhalb der Großbohrrohre in den Untergrund eingetrieben werden können. Dieses Verfahren ist durch den Einsatz der zusätzlichen Großbohrrohre verhältnismäßig aufwendig, zumal anschließend die Großbohrrohre unter Anwendung sehr großer Kräfte, die einen Einsatz vom Wasser aus unmöglich machen, wieder gezogen werden müssen.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist demgegenüber einfacher, weil Großbohrrohre entfallen und damit auch der Ziehvorgang dieser Rohre. Zugleich bietet die Erfindung den Vorteil, daß die vertikale Tragkraft erhöht wird und durch entsprechende Ausbildung des Stahlbeton-Fußes an die örtlichen Bodenverhältnisse angepaßt werden kann, und daß durch den Verbund des die Tragbohle bildenden Stahlrohres mit der inneren Stahlbetonsäule auch die horizontale Tragkraft erhöht wird, so daß mit diesem Verfahren Spundwände mit außerordentlich hoher Tragkraft auch bis in größere Tiefen herstellbar sind. Die erhöhte Tragkraft erlaubt zudem, zwischen den Tragbohlen jeweils mehr Füllbohlen als sonst üblich sind, vorzusehen, d.h. den Abstand zwischen den Tragbohlen zu erhöhen.

Es ist von Vorteil, wenn die Tragbohlen durch Horizontal- und Vertikalführungen zunächst positioniert und dann auf Tiefe eingerüttelt bzw. eingedrückt werden. Dieses Verfahren ist auch vom Wasser aus durchführbar, wobei ein Schwimmgreifer eingesetzt werden kann, um den Boden aus dem Tragrohr und dem Fußbereich darunter herauszufördern.

Vorzugsweise werden auch die Füllbohlen gegebenenfalls mit Spülhilfe eingerüttelt oder alternativ eingedrückt. Die Reaktionskräfte werden dann in die Tragrohre eingeleitet. Dadurch lassen sich auch die Füllbohlen vom Wasser her einbringen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:  
Fig. 1 eine Draufsicht auf einen Abschnitt einer gemischten Spundwand,

Fig. 2 eine Ansicht einer gemischten Spundwand,

Fig. 3 eine schematische Darstellung, die das Einbringen einer Tragbohle in den Untergrund veranschaulicht,

Fig. 4 eine schematische Darstellung, die die Herstellung des Fußes unterhalb der Tragbohle veranschaulicht und

Fig. 5 einen Schnitt entlang der Linie A-A in Fig. 4.

Fig. 1 zeigt in Draufsicht drei Tragbohlen 1, an die seitlich Schlösser 2 angeschweißt sind, die so ausgebildet sind, daß in sie die komplementär ausgebildeten seitlichen Schlösser von Füllbohlen 3 eingreifen können. Die Tragbohlen 1 werden zunächst in vorgegebenem Abstand voneinander in den Untergrund eingebracht, und anschließend wird der Zwischenraum zwischen ihnen durch die Füllbohlen 3 ausgefüllt. Bei den Füllbohlen 3 handelt es sich um übliche Spundbohlen, die z.B. einen etwa U-förmigen Querschnitt aufweisen, wobei in dem dargestellten Ausführungsbeispiel drei Füllbohlen vorgesehen sind. Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt jedoch auch größere Abstände zwischen den Tragbohlen, so daß dann beispielsweise fünf Füllbohlen zwischen benachbarten Tragbohlen vorgesehen werden können.

Fig. 2 zeigt einen fertigen Abschnitt einer gemischten Spundwand der in Fig. 1 dargestellten Bauart am Beispiel einer Kaimauer. Das Gelände auf der Landseite liegt auf einer Höhe 4 oberhalb der Hafensohle 5, und es ist z.B. eine mittlere Tidenhöhe 6 vorgegeben. Die Tragbohlen erstrecken sich im Untergrund bis zu einer Tiefe 9, während die Füllbohlen in einer etwas geringeren Tiefe 8 enden. Unterhalb der Tragbohlen 2 befinden sich Stahlbeton-Füße 10, die bis zur Gründungsendtiefe 7 reichen.

Fig. 3 veranschaulicht den ersten Schritt des Herstellungsverfahrens der Spundwand, bei dem eine rohrförmige Tragbohle 1 in den Untergrund - gegebenenfalls mit Spülhilfe - eingerüttelt wird. Mittels eines Bohrmeißels 11 wird das Innere des Rohres freigemacht, wobei auch gegebenenfalls im Weg liegende Hindernisse zertrümmert und ausgeräumt werden.

Nachdem die Tragbohle die in Fig. 4 dargestellte Endlage in der Tiefe 9 erhalten hat, wird mittels des Bohrmeißels der Erdraum unterhalb des Tragbohlenendes bis zur Gründungsendtiefe 7 ausgehoben, wobei je nach Beschaffenheit des Untergrundes erforderlichenfalls die stützende Wirkung einer thixotropen Flüssigkeit auf die Wände des ausgehobenen Erdreichs ausgenutzt wird. Im Anschluß daran werden in den ausgehobenen Fußbereich 10 und in das Innere des Tragrohres 1 Bewehrungskörbe eingesetzt, und anschließend wird der mit den Bewehrungskörben versehene Hohlraum bis zum oberen Ende der Tragbohle mit Beton ausgefüllt.

Im Fertigen Zustand werden somit die Tragbohlen bis zur Füllbohlen-Unterkante 8 und der Stahlbetonkern gemeinsam zur Lastabtragung herangezogen. Darunter besteht die Tragkonstruktion nur aus dem Stahlbeton-Fuß 10. Dieser kann sowohl optimal zur Vertikallastabtragung genutzt werden als auch zur Ableitung von horizontaler Spundwandbelastung im Fußbereich. Der Stahlbeton-Fuß kann dabei in Anpassung an die jeweiligen Bodenverhältnisse beliebig stark ausgebildet werden und beispielsweise eine bauchige Form erhalten.

Zur Erleichterung des Einbringens der Tragbohlen kann auch der Boden vorgreifend unterhalb der Unterkante der Tragbohle ausgehoben werden.

Nachdem die Tragbohlen auf Tiefe gebracht worden sind, werden im Zwischenraum zwischen benachbarten Tragbohlen die Füllbohlen eingerüttelt, wobeinicht dargestellte Spüllanzen im Bedarfsfall das Einbringen der Füllbohlen erleichtern.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Spundwand, bei dem jeweils zwischen zwei in vorgegebenem Abstand in den Untergrund getriebenen rohrförmigen, seitlich mit Schlössern (2) versehenen Tragbohlen (1) Füllbohlen (3) so angeordnet werden, daß ihre seitlichen Schlösser in die Schlösser (2) der Tragbohlen (1) eingreifen, dadurch gekennzeichnet, daß die rohrförmigen Tragbohlen (1) nur bis zu einem Teil der Gründungsendtiefe (7) in den Untergrund abgeteuft werden, daß dabei das im Innenraum der Tragbohlen (1) anstehende Bodenmaterial und anschließend über das untere Ende der Tragbohlen (1) hinaus, gegebenenfalls unter Zuhilfenahme der stützenden Wirkung einer thixotropen Flüssigkeit, der Boden bis zur Gründungsendtiefe (7) ausgeräumt wird, daß dann von der Gründungsendtiefe (7) ausgehend der ausgeräumte Bereich unterhalb der Tragbohlen (1) und innerhalb der Tragbohlen (1) mit Stahlbeton (10) aufgefüllt wird, und daß anschließend die Füllbohlen (3) zwischen den Tragbohlen bis zu einer Tiefe in den Untergrund eingebracht werden, die höchstens gleich der Tiefe (9) der Tragbohlen ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Tragbohlen (1) durch Horizontal- und Vertikalführungen zunächst positioniert und dann auf Tiefe eingerüttelt bzw. eingedrückt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllbohlen, gegebenenfalls mit Spülhilfe, eingerüttelt bzw. eingedrückt werden, wobei die Reaktionskräfte in die Tragbohlen (1) eingeleitet werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich unterhalb des endes der Tragbohlen (1) jeweils ein seitlich vergrößerter Hohlraum zur Ausbildung eines verdickten Stahlbeton-Fußes (10) ausgehoben wird.

5

## Claims

1. Method of constructing a sheet pile wall, wherein, between each two tubular bearing piles (1), provided laterally with interlocks (2) and driven at a predetermined spacing into the ground, filler piles (3) are disposed in such a manner that their lateral interlocks engage into the interlocks (2) of the bearing piles (1), characterized in that the tubular bearing piles (1) are driven into the ground only to apart of their final founding depth (7), that the soil occurring in the interior of the bearing piles (1) and thereafter the soil beyond the lower end of the bearing piles (1) is excavated down to the final founding depth (7), possibly with the assistance of the supporting effect of a thixotropic liquid, that then, starting from the final founding depth (7), the excavated zone beneath the bearing piles (1) and inside the bearing piles (1) is filled with reinforced concrete (10), and that thereafter the filler piles (3) are introduced between the bearing piles to a depth into the soil which at most is equal to the depth (9) of the bearing piles.

2. Method according to Claim 1, characterized in that the bearing piles (1) are first positioned by horizontal and vertical guides and then vibrated or forced down to depth.

3. Method according to Claim 2, characterized in that the filler piles, possibly with assistance by flushing, are vibrated or forced in, the reaction forces being transferred into the bearing piles (1).

4. Method according to Claim 1, characterized in that, in the region beneath the end of each of the bearing piles (1), a laterally enlarged cavity is excavated for the construction of a thickened reinforced concrete foot (10).

25

## Revendications

1. Procédé de fabrication d'une cloison de palplanches, selon lequel des palplanches de remplissage sont disposées entre deux palplanches d'appui (1) tubulaires, pourvues de serrures (2) sur les côtés et enfoncées dans le sol avec un écart prédéterminé entre elles, de manière que leurs serrures latérales s'accrochent dans les serrures latérales (2) des palplanches d'appui (1), **caractérisé en ce que** les palplanches d'appui tubulaires (1) ne sont enfoncées dans le sous-sol que sur une partie de la profondeur définitive de fondation (7), en ce qu'à l'intérieur des palplanches porteuses et ensuite, en dépassant l'extrémité inférieure des palplanches d'appui et, le cas échéant, en se servant de l'action d'appoint d'un liquide thixotrope, la matière du sol enlevée jusqu'à la profondeur définitive de fondation (7), et en ce que la zone dégagée au-dessous et à l'intérieur des palplanches d'appui (1) est, à partir de la profondeur définitive de fondation (7), remplie de béton armé, et en ce que les palplanches de remplissage (3) sont ensuite mises en place dans le sous-sol, entre les palplanches d'appui (1), à une profondeur tout au plus identique à celle des palplanches d'appui.

2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** les palplanches d'appui (1) sont d'abord positionnées au moyen de guides horizontaux et verticaux, et ensuite enfoncées par vibration ou sous pression.

3. Procédé suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** les palplanches de remplissage, sont, le cas échéant, au moyen d'un auxiliaire hydraulique, enfoncées par vibration ou sous pression, les forces de réaction étant transmises aux palplanches d'appui (1).

4. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans la zone sous l'extrémité des palplanches d'appui (1), est respectivement déblayé un espace creux, agrandi sur le côté pour la réalisation d'un pied épaissi en béton armé (10).

50

55

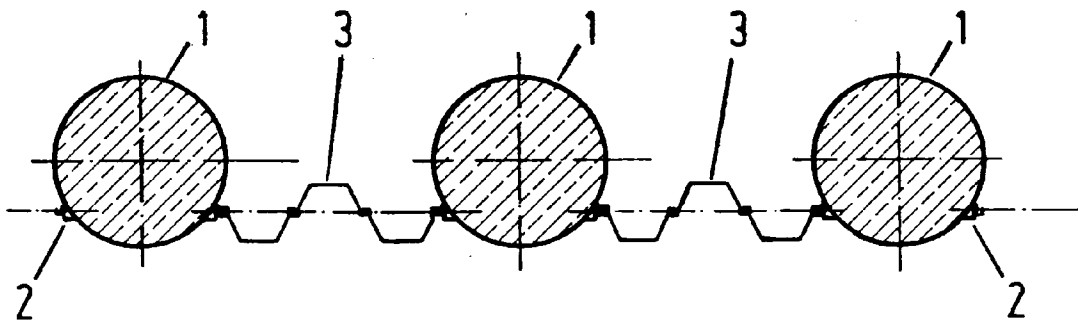


Fig. 1

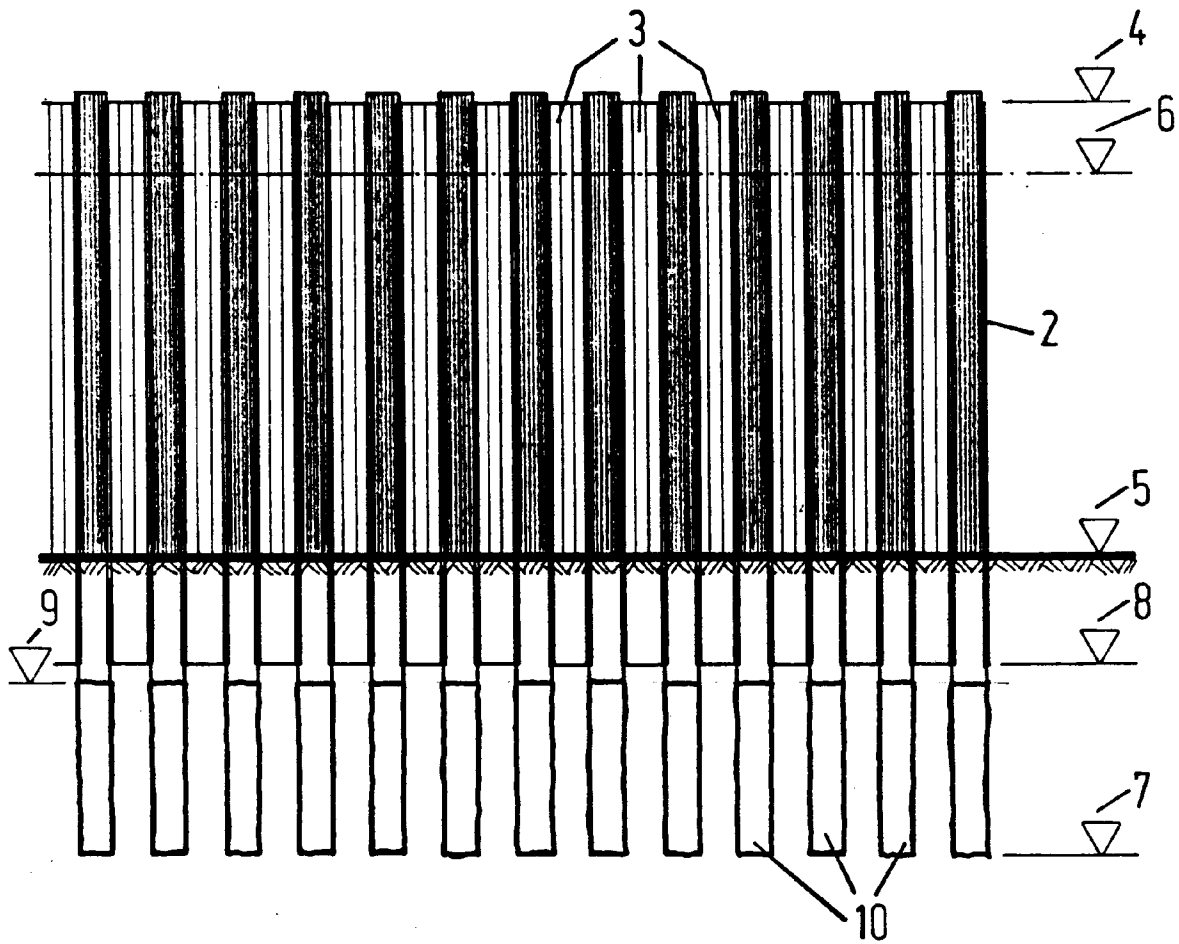


Fig. 2

