

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑲ Anmeldenummer: 82102148.2

⑤① Int. Cl.³: **E 02 B 3/10**
E 02 B 3/12

⑳ Anmeldetag: 17.03.82

③① Priorität: 24.03.81 DE 3111471

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.09.82 Patentblatt 82/39

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT NL

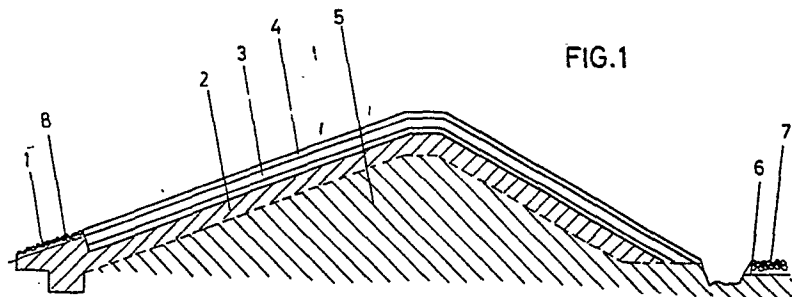
⑦① Anmelder: **Günther Martens KG**
Kaffeestrasse 17
D-2820 Bremen 71(DE)

⑦② Erfinder: **Martens, Günther**
Kaffeestrasse 17
D-2820 Bremen 71(DE)

⑦④ Vertreter: **Goddar, Heinz, Dr. et al,**
FORRESTER & BOEHMERT Widenmayerstrasse 4/
D-8000 München 22(DE)

⑤④ Verwendung von Hochofen-Schlackensand beim Deichbau.

⑤⑦ Verwendung von Hochofen-Schlackensand beim Bau von Deichen, wobei zwischen dem Sandkern (5) und dem Kleiboden (3) des Deiches eine ausschließlich aus Hochofen-Schlackensand bestehende Zwischenschicht (2) angeordnet ist.



Günther Martens KG, Kaffeestraße 17, 2820 Bremen 71

Verwendung von Hochofen-Schlackensand beim Deichbau

Die Erfindung betrifft die Verwendung von Hochofen-Schlackensand beim Bau von Deichen.

Hochhofenschlacke, die im wesentlichen aus Kalk, Magnesia, Tonerde und Silikaten besteht, fällt bei der Erzeugung von Roheisen im Hochofen als künstliche Gesteinsschmelze in großen Mengen an. Wird die noch flüssige, aus dem Hochofen ankommende Schlacke in Wasser rasch abgekühlt, so entsteht der granuliertte Hochofen-Schlackensand oder Hütten-sand, der im Gegensatz zu fester Hochhofenschlacke, welche durch langsame Abkühlung des flüssigen Schlackenstromes entsteht und einen hohen Kristallini-tätsgrad aufweist, im wesentlichen eine glasige, amorphe Struktur hat, wobei der Amorphizitätsgrad

in der Regel bei ca. 90 % liegt. Verfahren zur Herstellung dieses Hochofen-Schlackensandes und seiner Eigenschaften sind beispielsweise in dem Fachbuch "Hochofenschlacke" von Prof. Keil, Düsseldorf 1963, ausführlich beschrieben. Für die Eisen- und Stahlerzeugung der Industrie ist der Hochofen-Schlackensand ein lästiges Nebenprodukt. Seine Beseitigung und Lagerung ist mit hohen Kosten verbunden, insbesondere deshalb, weil nach einer gewissen Lagerzeit ein Verfestigungseffekt eintritt. Die Verfestigung ist dabei so stark, daß zum Sprengen großer, aus dem Hochofen-Schlackensand gebildeter Klumpen pro Tonne ca. 12 kg Dynamit notwendig sind, während beispielsweise Felsgestein lediglich den Einsatz von etwa 1 kg Dynamit pro Tonne erfordert. In der eisen- und stahlerzeugenden Industrie besteht ein erhebliches Interesse, den Hochofen-Schlackensand positiv für Zwecke verwenden zu können, bei denen der Hochofen-Schlackensand wegen seiner besonderen Eigenschaften in großer Menge eingesetzt werden kann, wobei die Transportkosten darüber hinaus relativ gering sein sollen. Unter den positiven Eigenschaften des Hochofen-Schlackensandes ist insbesondere seine hydraulische Bindefähigkeit zu nennen, die im Laufe der Zeit die vorstehend beschriebene Befestigung bewirkt. Die Durchlässigkeit einer Hochofen-Schlackensandschicht ist so groß, daß Oberflächenwasser in den Untergrund versickern kann, so daß es bereits bekannt ist, Hochofen-Schlackensand im Gemisch mit Lehm oder Lehm Kies als Deckerde beispielsweise für Park- oder Sportplätze zu verwenden (DE-PS 476 884; DE-OS 27 31 369).

Weiterhin ist es bereits bekannt, Hochofen-Schlacken-

sand vor allem in der Zementindustrie bei der Herstellung von Hüttenzement einzusetzen. Die Zementindustrie kann jedoch die erheblichen Mengen des ständig anfallenden Hochofen-Schlackensandes nicht in der für die eisen- und stahlerzeugende Industrie wünschenswerten Weise aufnehmen.

Aus der DE-OS 27 29 985 ist bereits eine Verwendung der eingangs beschriebenen Art bekannt, bei der ein Deichkern dadurch gebildet wird, daß eine entsprechend ausgehobene Verschalung mit einem Zementgemisch angefüllt wird, welches unter anderem als Zuschlag Hochofen-Schlackensand enthält. Der auf diese Weise gebildete wasserabschirmende Kern hat die wünschenswerte Flexibilität, um auch Bodenbewegungen ausgleichen zu können; der Kern selbst wird dann in üblicher Weise mit einer Erdaufschüttung bedeckt, die dann mit dem herkömmlichen Bewuchs versehen wird. Der Hochofen-Schlackensand wird dabei also lediglich im Zusammenwirken mit Zement verwendet und führt zu einer guten Elastizität der hergestellten betonähnlichen Masse, wie dies beispielsweise auch aus dem "Merkblatt über Hochofenschlacke für Tragschichten, Unterbau und Untergrundverbesserung im Straßenbau" der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Ausgabe 1972, bekannt ist. Auf diese Weise hergestellte Deiche zeigen wie herkömmliche Deiche das Problem, daß leicht Deichbeschädigungen durch Aufschlag, also durch die Brandung in die Deichböschung geschlagene Löcher, sowie durch Überströmung, beispielsweise infolge Eisstauung, oder durch von Wellenüberschlag verursachte Böschungsrutschungen, Rückbrüche und Kampfstürze auftreten können, die häufig zur völligen Zerstörung einer Deichstrecke führen.

Auch können tierische Schädlinge, wie Erdratten, Mäuse, Maulwürfe, Kaninchen, Füchse und andere sowie bodenbedingte Vorgänge in Form von Setzungs-, Sackungs- und Schwindungserscheinungen den Bestand des Deiches gefährden.

Auch aus "Straßenbau-Technik" Nr. 10, 1961, Seiten 549 ff., ist die Verwendung von Hochofenschlacke im Wasserbau bekannt, jedoch handelt es sich dabei um die Verwendung kristalliner Hochofenschlacke, die gegebenenfalls vor Einsatz zu Brechsand verarbeitet ist, wobei der Brechsand dann als Zuschlagstoff eingesetzt wird. Die DE-OS 17 84 264 betrifft die Verwendung von Steinen aus Schmelzschlacke bzw. Hochofenschlacke im Wasserbau, wobei von der Tatsache Gebrauch gemacht wird, daß die Kapillaren der aus der Schlacke gebildeten Steine geschlossen sind, so daß also eine Wasseraufnahme nicht stattfindet. Dabei werden zur Deichbefestigung die Steine in möglichst dichter Packung ausgelegt und in den Fugen mit Beton bzw. Bitumen ausgegossen. Auch derartige Deiche neigen zu den beschriebenen Beschädigungen, wobei aber insbesondere hervorzuheben ist, daß vollständig mit Steinen belegte Deiche nicht nur aus Gründen des Landschaftsschutzes, sondern auch aus Kostengründen nicht durchgehend, sondern lediglich im Bereich von Ortschaften und dergleichen angelegt werden können, während ansonsten Deiche mit Grünbewuchs vorgeschrieben sind. Es ist bereits versucht worden, das Problem des Schädlingsanfalls bei Deichen durch Einbringen von Kunststoffen, wie PVC oder Polyäthylen, zu be-

heben, ("Kunststoffe im Wasserbau", Bauingenieur-Praxis, Heft 125, 1971), jedoch haben sich hiermit keine befriedigenden Ergebnisse erzielen lassen. Insbesondere bedeutet das zusätzliche Einbringen von Kunststofffolien etc. einen weiteren Arbeits- und Kostenaufwand, der beim Deichbau in Anbetracht der zu erstellenden Deichstrecken in aller Regel nicht tolerierbar ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Verwendung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche die Herstellung von zuverlässig gegen Beschädigungen durch Wasser, durch bodenbedingte Vorgänge, wie Setzungs-, Sackungs- und Schwindungserscheinungen und insbesondere durch Schädlingsbefall zuverlässig gesicherter Deiche ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß zwischen dem Sandkern und dem Kleiboden des Deiches eine ausschließlich aus Hochofen-Schlackensand bestehende Zwischenschicht angeordnet wird.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß der Hochofen-Schlackensand einem Amorphizitätsgrad von mindestens 90 % hat.

Weiterhin wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß der Hochofen-Schlackensand die nachstehende Zusammensetzung hat: 0,4 Gew.-% Granalien; 13,4 Gew.-% Wasser; 0,19 Gew.-% unlöslicher Rückstand; 35,20 Gew.-% SiO_2 ; 0,70 Gew.-% TiO_2 ; 11,40 Gew.-% Al_2O_3 ; 0,53 Gew.-% FeO ; 0,3 Gew.-% MnO ; 41,87 Gew.-% CaO ; 5,1 Gew.-% MgO ; 3,13 Gew.-% CaS ; 0,31 Gew.-% Na_2O ;

0,45 Gew.-% K_2O ; 0,02 Gew.-% SO_3 und 0,007 Gew.-% P.

Eine besondere Ausführungsform der Erfindung schlägt weiterhin vor, daß der Hochofen-Schlackensand durch Einleiten der aus dem Hochofen mit einer Temperatur von mindestens $1300^{\circ}C$ ankommenden flüssigen Schlacke in den Brennpunkt eines kalten, fokussierenden Hochdruck-Wasserstrahles erzeugt wird. Dabei kann insbesondere vorgesehen sein, daß die flüssige Schlacke beim Einleiten in den fokussierenden Wasserstrahl eine Temperatur von ca. $1350^{\circ}C$ hat.

Schließlich wird durch die Erfindung vorgeschlagen, daß der Wasserstrahl durch eine Düsenanordnung mit einem Druck von ca. 8 bar erzeugt wird.

Dadurch, daß erfindungsgemäß eine ausschließlich aus Hochofen-Schlackensand bestehende Zwischenschicht bei Deichen mit natürlichem Bewuchs zwischen dem Sandkern und dem Kleiboden vorgesehen wird, wobei der Hochofenschlackensand einen ungewöhnlich hohen Amorphizitätsgrad aufweisen muß, werden die vorstehend beschriebenen Deichbeschädigungen zuverlässig vermieden. Auch Witterungserscheinungen durch Niederschläge, Frost und Trockenheit, welche ansonsten zu Abschwemmungen des Deichbodens, Schäden an der Grasnarbe und zu Schwundrissen im Deichkörper führen können, treten nicht auf. Bewirkt werden all diese positiven Effekte in überraschender Weise dadurch, daß die sich mit der Zeit fortlaufend erhärtende Zwischenschicht aus dem Hochofen-Schlackensand, die auch nach abgeschlossener Verfestigung eine

gewisse Elastizität behält, bei Aufbringung in ausreichender Dicke dem Wasserdruck auch dann widersteht, wenn die Kleidecke, die auf ihr ruht, fortgespült ist, so daß auch eine Hinterspülung des Deiches durch überschlagende Wellen nicht mehr möglich ist. Überraschend ist insbesondere, daß es den genannten Deichschädlingen nicht mehr möglich ist, die Hochofen-Schlackensandschicht zu durchdringen, wobei dieser überraschende Effekt offenbar darauf beruht, daß der verwendete Hochofen-Schlackensand wegen seines Amorphizitätsgrades, also seiner hochgradig glasigen Struktur, feinste Nadeln ausbildet, die in das Fell und die Grabwerkzeuge der Schädlingen eindringen, so daß diese von ihrer Wühltätigkeit bei Erreichen der Hochofen-Schlackensand-Zwischenschicht von der bewachsenen Oberfläche des Deiches her alsbald ablassen. Das bekannte Phänomen, daß Deiche durch von tierischen Schädlingen gegrabene Bauten geschwächt werden, läßt sich somit zuverlässig vermeiden.

Im übrigen läßt sich Hochofen-Schlackensand, wie er erfindungsgemäß verwendet wird, auch als Pflasterbett zur Aufnahme der Pflastersteine im Bereich der Steinböschung von Deichen einsetzen. Auch für die zum Deichbau notwendigen Bauwege läßt sich der Hochofen-Schlackensand natürlich in bekannter Weise verwenden, da sich eine hieraus hergestellte Tragschicht bereits vor der Verdichtung mit einer Vibrationsglattradwalze oder dergleichen von schweren Fahrzeugen befahren läßt, ohne daß wesentliche Verformungen auftreten. Für diese an sich bekannten Zwecke kann der Hochofen-Schlackensand natürlich auch mit Zement gebunden werden, während ein erfindungswesentliches Merkmal gerade darin

besteht, daß für die Zwischenschicht zwischen dem Sandkern und dem Kleiboden ausschließlich Hochofen-Schlackensand eingesetzt wird.

Von Vorteil ist die Verwendung von Hochofen-Schlackensand anstelle von Zement beim Deichbau auch deshalb, weil der Hochofen-Schlackensand aus den bereits dargelegten Gründen ausgesprochen kostengünstig ist. Dies trifft vor allem dann zu, wenn die Transportkosten sehr gering sind, wie dies häufig der Fall ist, weil Hochöfen in der Regel an Wasserstraßen gelegen sind und der Transport des Hochofen-Schlackensandes vom Hochofen zur Deichbaustelle aus diesem Grunde per Schiff vorgenommen werden kann.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der ein Ausführungsbeispiel anhand der schematischen Zeichnung im einzelnen erläutert ist. Dabei zeigt:

Fig. 1 einen erfindungsgemäß hergestellten Deich im Querschnitt; und

Fig. 2 eine Vorrichtung zur Herstellung des erfindungsgemäß verwendeten Hochofen-Schlackensandes im vertikalen Schnitt.

Wie Fig. 1 erkennen läßt, ist oberhalb des Sandkernes 5 eine Hochofen-Schlackensand-Zwischenschicht 2 angeordnet. Auf diese ist ein Kleiboden 3 aufgebracht, während ein Rasensoden 4 die Schichtung des Deiches abschließt. Seeseitig bildet die Hochofen-schlackensand-Zwischenschicht zugleich ein Pflasterbett

8 für Böschungssteine 11. Landseitig bestehen der Belag 7 und/oder der Untergrund 6 der Straße ggf. ebenfalls auf Hochofen-Schlackensand.

Die in Fig. 2 gezeigte Vorrichtung zur Herstellung des erfindungsgemäß verwendeten Hochofen-Schlackensandes weist eine Hochdruck-Düsenanordnung 10 auf, die einen in der Zeichnung in Richtung des Pfeiles 12 nach rechts gerichteten Hochdruck-Wasserstrahl 14 erzeugt, der fokussierend ausgebildet ist. Der Strahldruck der Düsenanordnung 10 beträgt ca. 8 bar. Der Wasserstrahl 14 ist fokussierend ausgebildet und wird auf einen Brennpunktbereich 16 hin gebündelt. In diesen Brennpunktbereich 16 wird aus dem Hochofen mit einer Temperatur von ca. 1350°C ankommende flüssige Schlacke 18 eingeleitet. Durch den auf diese Weise erzielten intensiven Abschreckungseffekt, der durch die mechanische Wirkung des fokussierenden Wasserstrahles 14 noch verstärkt wird, wird ein außerordentlich feinkörniger Hochofen-Schlackensand erzeugt, der eine extrem hohe Amorphizität von mehr als 90 % aufweist. Ein derartiger Hochofen-Schlackensand ist für die erfindungsgemäße Verwendung besonders günstig, nicht nur wegen der auf diese Weise erzielten großen reaktiven Oberfläche und der dadurch hervorgerufenen hohen Bindefähigkeit, sondern auch wegen der stark glasigen Struktur, die offenbar zur Ausbildung feiner Nadelchen führt, die durch die möglichen Deichschädlinge gescheut werden.

Der Hochofen-Schlackensand fällt dann im übrigen nach unten in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise in Form der mittels eines Förderers oder dergleichen abtransportierbaren Schlackensandschicht 20 aus.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in der Zeichnung sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebigen Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

-10a-

0061135
Akte:

BEZUGSZEICHENLISTE
(LIST OF REFERENCE NUMERALS)

1	Böschungssteine	1
2	Zwischenschicht	2
3	Kleiboden	3
4	Rasensoden	4
5	Sandkern	5
6	Untergrund	6
7	Belag	7
8	Pflasterbett	8
9		9
10	Düsenanordnung	10
11		11
12	Pfeil	12
13		13
14	Wasserstrahl	14
15		15
16	Brennpunktbereich	16
17		17
18	Schlacke	18
19		19
20	Hochofen-Schlackensand	20
21		21
22		22
23		23
24		24
25		25
26		26
27		27
28		28
29		29
30		30

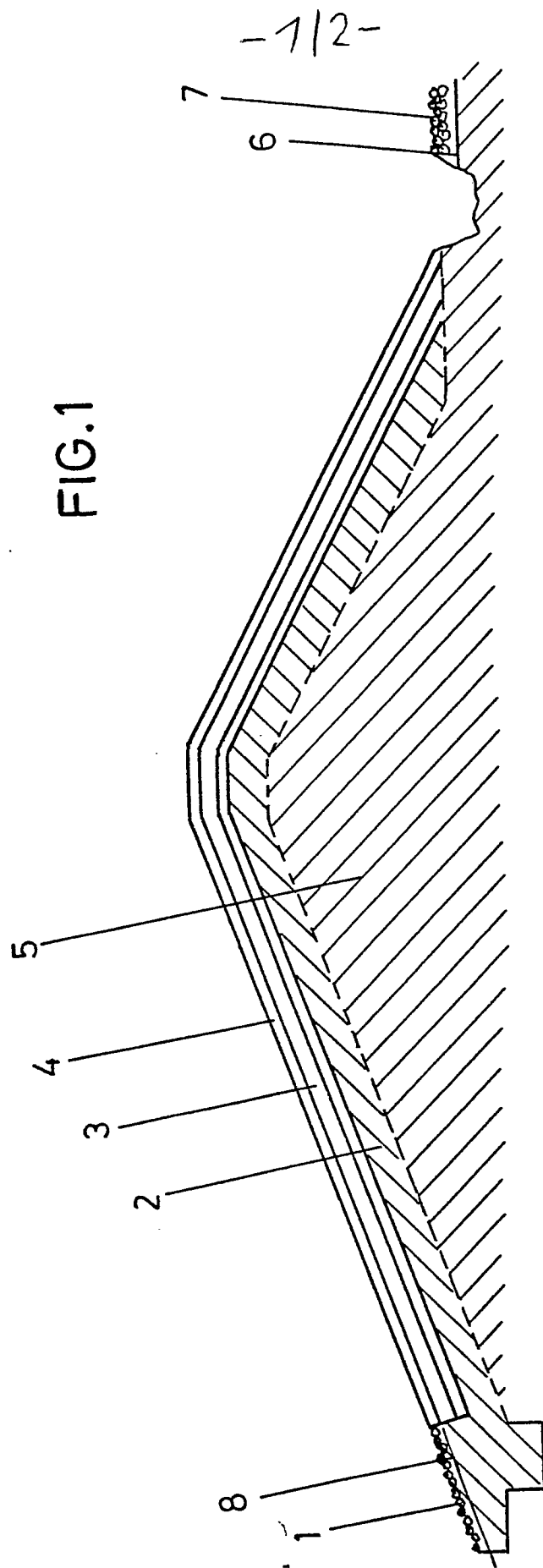
A n s p r ü c h e

=====

1. Verwendung von Hochofen-Schlackensand beim Bau von Deichen, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Sandkern (5) und dem Kleiboden (3) des Deiches eine ausschließlich aus Hochofen-Schlackensand bestehende Zwischenschicht (2) angeordnet wird.
2. Verwendung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochofen-Schlackensand einen Amorphizitätsgrad von mindestens 90 % hat.
3. Verwendung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochofen-Schlackensand die nachstehende Zusammensetzung hat: 0,4 Gew.-% Granalien; 13,4 Gew.-% Wasser; 0,19 Gew.-% unlöslicher Rückstand; 35,20 Gew.-% SiO_2 ; 0,70 Gew.-% TiO_2 ; 11,40 Gew.-% Al_2O_3 ; 0,53 Gew.-% FeO ; 0,3 Gew.-% MnO ; 41,87 Gew.-% CaO ; 5,1 Gew.-% MgO ; 3,13 Gew.-% CaS ; 0,31 Gew.-% Na_2O ; 0,45 Gew.-% K_2O ; 0,02 Gew.-%

SO₃ und 0,007 Gew.-% P.

4. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochofen-Schlackensand durch Einleiten der aus dem Hochofen mit einer Temperatur von mindestens 1300° C ankommenden flüssigen Schlacke in den Brennpunkt eines kalten, fokussierenden Hochdruck-Wasserstrahles erzeugt wird.
5. Verwendung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die flüssige Schlacke beim Einleiten in den fokussierenden Wasserstrahl eine Temperatur von ca. 1350°C hat.
6. Verwendung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Wasserstrahl durch eine Düsenanordnung mit einem Druck von ca. 8 bar erzeugt wird.



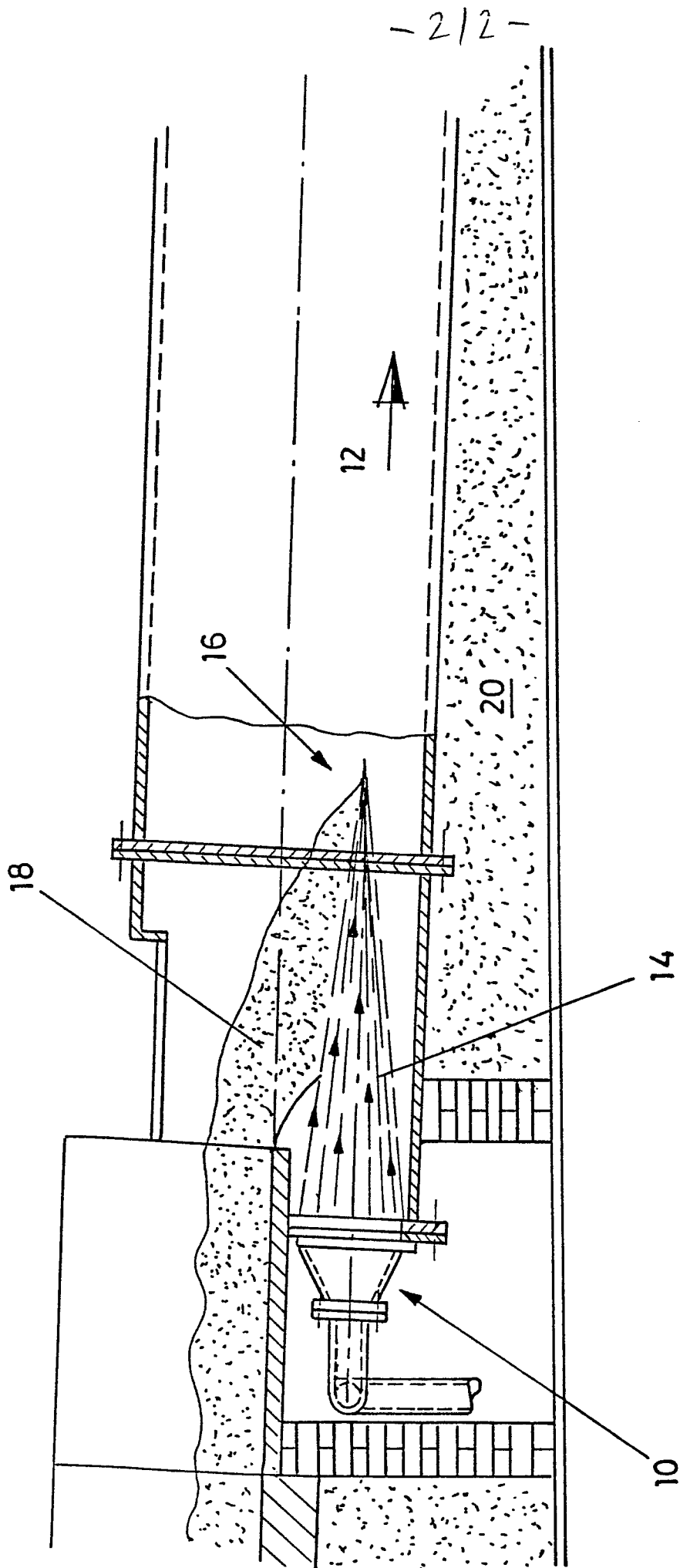


FIG.2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																	
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)														
X	1263 BITUMEN, Band 38, Nr. 3, 5/6 (DE) J.KRAMER und Th.JANSSEN: "Deichbau an der ostfriesischen Küste unter Anwendung von Asphaltbauweisen" Seiten 81-87 * Seite 81, Spalte 2, Zeile 27 - Seite 82, Spalte 1, Zeile 1; Seite 82; Spalte 2, Zeile 32 - Zeile 35; Figur 3A * --	1	E 02 B 3/10 E 02 B 3/12														
A	PROF.DR.ING.K.WINNACKER, PROF. DR.L.KUCHLER: "Chemische Technologie", Sonderdruck, Band 6, "Metallurgie" 1073 Carl Hanser Verlag, München, Seite 398 * Seite 398, zweiter Absatz * --	3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³) E 02 B C 21 B C 04 B														
A	DE - A - 2 812 553 (ACIERIES REUNIES DE BURBACH-EICH-DUDELANGE S.A.ARBED) * Seite 5, letzter Absatz - Seite 6, 3. Absatz * --	4															
A	CIVIL ENGINEERING-ASCE, volume 42, Nr. 4, April 1972 "Slag used to stop erosion" Seite 92 -- ./. .																
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.																	
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 18. Juni 1982	Prüfer CLASING														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</td><td>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : nichtschriftliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td></td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : nichtschriftliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : nichtschriftliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur																	
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der Maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A, D	<u>DE - A - 2 729 985</u> (OABAYASHI-GUMI)		
A, D	<u>DE - A - 1 784 264</u> (P. BECKER)		
A, D	<u>DE - C - 476 884</u> (G. J. EILERS)		
A, D	<u>DE - A - 2 731 369</u> (P. W. THIELEMAN)		

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)