



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 222 070 A1

4(51) F 02 B 3/12

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 02 B / 261 148 6

(22) 22.03.84

(44) 08.05.85

(71) VEB Reifenkombinat Fürstenwalde, 1240 Fürstenwalde, Tränkeweg, DD

(72) Büschleb, Hans-Joachim, Dipl.-Ing.; Gerlach, Hans-Peter, Dipl.-Ing.; Krummsdorf, Albrecht, Prof. Dr. sc. agr.; Kums, Heinz, Dipl.-Ing.; Rauer, Lothar, Dr. Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Küstenschutz und zum Erdstoffauftrag

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Küstenschutz und zum Erdstoffauftrag, die vorzugsweise bei der Kulturlanderhaltung und beim Dammbau, insbesondere dem Spüldammbau angewendet werden. Ausgehend vom Ziel, die Kosten für Errichtung und Unterhaltung von Bauwerken zu senken sowie die Standsicherheit von Küstenschutzbauwerken und Dämmen, insbesondere von Spüldämmen bei verringertem Material- und Energieaufwand zu erhöhen, besteht die Aufgabe darin, mit Hilfe von sedimentationsverstärkenden und wasserströmungsberuhigenden Vorrichtungen den Erdstoffauftrag zu beschleunigen und so entstandene Aufspülungen gegen Wind- und Wasser(Wellen)-Angriff beständiger zu machen. Die Lösung besteht darin, daß dem jeweiligen Einsatzfall angepaßte, teilweise im Untergrund verankerte Deckwerke aus untereinander verbundenen, waben- oder zellenförmig angeordneten hochfesten korrosionsbeständigen kreisförmigen Ringen, vorzugsweise Wulstringe von Fahrzeugreifen hergestellt und ausgebracht werden und daß die Ablagerung der im Wasser enthaltenen bzw. mitgeführten absetzfähigen Substrate und/oder der durch Windkräfte transportierten Erdstoffe vorzugsweise innerhalb sowie zwischen den Zellen oder Waben der Deckwerke erfolgt.

a. Titel der Erfindung

Verfahren und Vorrichtung zum Küstenschutz und zum Erdstoffauftrag

b. Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Küstenschutz und zum Erdstoffauftrag, vorzugsweise für die Kulturlanderhaltung und den Dammbau, insbesondere den Spüldammbau. Sie soll angewendet werden beim natürlichen und/oder beim künstlich hervorgerufenen An- oder Aufspülen von im Wasser enthaltenen bzw. mitgeführten absetzfähigen Substraten und/oder bei der Ablagerung der durch Luftströmungen mitgeführten Erdstoffe an dafür geeigneten und mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgestatteten Küstenabschnitten sowie an neuanzulegenden bzw. zu erhöhenden Dämmen, insbesondere bei Spüldämmen.

c. Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bekannt sind das Aufspülen von an anderen Stellen hydraulisch gewonnenen absetzfähigen Erdstoffen mit dem Ziel der Stranderhöhung, des Ersatzes abgetragener oder zerstörter Dünen ebenso wie der Bühnenbau zur Verhinderung von küstenparallelem Feststofftransport als bereits lange angewandte Küstenschutzmaßnahmen. Ebenso ist die Verwendung von Spundwänden, Steinbuhnen und/oder Betonbauwerken für den gleichen Zweck bekannt. Für den Schutz von flachen, abtragsgefährdeten Stränden sowie von gefährdeten Dünen- und/oder Steilküstenbereichen werden massive Längswerke unterschiedlicher Ausführung mit der Absicht errichtet, auflaufende Wellen sich selbst aufzehren zu lassen und zu verhindern, daß Sandabtrag vom Strand und/oder Unterspülung von Teilen des Küstenschutzbauwerkes sowie Uferabbrüche auftreten (R. Schleicher, Taschenbuch für Bauingenieure Bd II (2. Auflage 1955) - Springer-Verlag, S. 839 - 841).

Ebenso ist bekannt, daß eine Sicherung des Unterwasserbereiches an erosionsgefährdeten Strand- oder Uferzonen gegen Abtrag oder Unterspülung durch Sinkstücke, z. B. aus Faschinen erfolgen kann (A. Schoklitsch, Handbuch des Wasserbaues Bd II (2. Auflage 1952) - Springer-Verlag, S. 946, 948).

Grundsätzlich bekannt ist auch die Verwendung gebrauchter Fahrzeugreifen für verschiedene Aufgaben im Wasserbau, im Erdbau und beim Küsten- bzw. Uferschutz. Man geht z. B. im SU-P 684 096 und im US-P 4080 793 davon aus, ganze oder längsgeteilte Reifen miteinander zu verbinden und in teilweise überschütteter Form als Böschungs- oder Ufersicherung gegen Unterspülung einzubauen. Gleiche Wirkungen sollen nach US-P 3990 247 erreicht werden mit flächenhaft angeordneten z. T. untereinander verbundenen schweren Ringkörpern aus Beton oder ähnlichen Materialien. Andere vorgeschlagene Lösungen sehen vor, Reifen übereinander zu Blöcken anzuordnen und diese durch feste Verankerungen sowie ggfs. auch durch nachgiebige Verbindungselemente der Blöcke als Unterspülungsschutz für Ufer zu nutzen (SU-P 829 762 und SU-P 954 540).

Eine vergleichbare Anordnung aus Fahrzeugreifen verfolgt das Ziel, Geröll und Sand an einem als Geschiebefangedamm bezeichneten System zurückzuhalten (SU-P 859 531). Als Böschungsschutz sind Einrichtungen vorgesehen aus zellenförmig miteinander verbundenen Altreifenblöcken (SU-P 1021 691). Dabei soll die Zellenform in Abhängigkeit vom Einbauort variiert werden und an verschiedenen oberhalb des Minimalwasserstandes gelegenen Bereichen der Uferböschung die Einrichtung mit Ballaststoffen abgedeckt werden.

Bekannt sind auch Erosionsschutzmatten, die auf der Grundlage speziell hergestellter, z. T. mit Hohlräumen und Durchbrüchen versehener Formkörper aufgebaut sind (DT-AS 2607 734)

oder die als voluminöse Wirrfasermatten mit der Aufgabe des Sandfanges an erosionsgefährdeten Ufer- oder Strandabschnitten aufgebracht und befestigt werden (DD-AP 104 115).

Verschiedene Anordnungen von Fahrzeugreifen, z. T. mit herausgetrenntem oder aufgeschnittenem Wulstring, für Zwecke des Gewässerverbaues sieht AT-P 368 222 vor. Ähnliche Absichten verfolgen DE-OS 2514 830 und US-P 4188 153 mit der Anordnung von Reifen zu Ketten, Netzwerken oder anderen Flächengebilden, die mit an sich bekannten, z. T. unterschiedlichen Verbindungselementen, die oberflächennahe Verfestigungen für Ufer, Deiche u. a. m. erreichen sollen.

Vergleichbare technische Ziele werden mit DE-AS 2546 430 unter Verwendung abgetrennter Laufflächen von Fahrzeugreifen als Bauteile für an der Oberfläche einzubauende Böschungssicherungen verfolgt.

Weiterhin sind aus Fahrzeugreifen hergestellte schwimmende oder am Gewässergrund verankerte Wellenbrecher bekannt. In SU-P 829 764 werden z. B. aus Reifen aufgebaute pyramidenförmige Körper, deren Abmessungen auf die Höhe der zu brechenden Wellen abgestimmt sind, als schwimmende Wellenbrecher vorgeschlagen.

Technische Möglichkeiten zur Ablagerung bzw. zur Befestigung oder Lagesicherung von Sedimenten werden z. B. in den DD-WP 89 372, DD-AS 100 042, DE-AS 2105 730 und DE-OS 2836 189 erläutert. Man geht davon aus, mattenartige Gebilde mit und ohne Perforation, hergestellt aus Kunststoffen, geeigneten Fasern oder auch Beton zu verwenden und je nach Material und konstruktivem Aufbau quasikontinuierlich oder einzeln zu verlegen.

DE-AS 2105 730 sieht z. B. die Anordnung gelochter oder mit netzartigen Maschen versehener Buhnen in aufgespannter oder biegeschlaffer Form im Wasser vor mit der Zielstellung, innerhalb oder unterhalb solcher Systeme eine Wasserberuhigung und die Abscheidung von im Wasser mitgeführten Sinkstoffen zu erreichen.

Im Spüldammbau ist es üblich, auf der Grundlage anfallender suspendierter fester feinkörniger Materialien unter Verwendung von Randdämmen aus Fremdmaterial oder aus umgelagerten abgesetzten Spülstrandmassen Spüldämme aufzuspülen, die sämtlich den Nachteil großer Winderosionsbelastung haben und deshalb eines zusätzlichen Oberflächenschutzes bedürfen.

Darüber hinaus wird für den Bau autostabiler Spüldämme eine Korngrößenverteilung im einzuspülenden Material verlangt, die z. B. bei der Verarbeitung sehr fein verwachsener Mineralien und der anschließenden Deponie der feinkörnigen Aufbereitungsrückstände entweder den Verzicht auf mögliche Wertstoffausbeuten erzwingt oder die Anwendung der an sich kostengünstigen Technologie autostabiler Spüldämme ausschließt. In DD-WP 77 458 wird auf der Grundlage einer speziellen Spülpilzanordnung vor der wasserseitigen Böschung eines durchlässigen Schüttdammes die Ausbildung von Feinkorndichtungen aus der eingespülten Trübe vorgesehen. Dafür sind neben den technischen Aufwendungen für die Spülpilzerzeugung auch die Bedingungen bestimmter Kornverteilungen im Einspülgut zu erfüllen. Es muß sowohl ausreichend sandiges Material zur Spülpilzherstellung als auch genügend viel Feinkornmaterial zur Aufspülung der Feinkorndichtungszone zur Verfügung stehen - Bedingungen, die sich nicht in allen Fällen erfüllen lassen bzw. mitunter einander direkt widersprechen.

Allen vorgestellten Verfahren und Vorrichtungen zum Küstenschutz bzw. Uferschutz und zur Erdstoffauftragung bei der Kulturlanderhaltung im weitesten Sinne ist gemeinsam, daß sie nur mit hohem materiellen und technischen Aufwand anzuwenden sind, daß die Verwendung z. B. von Fahrzeugreifen immer das Problem zuverlässiger Langzeitverbindungen, die nicht beseitigte, mit Standsicherheitseinbußen für das Bauwerk verbundene hohe Elastizität der Reifen sowie die Möglichkeit zur Bildung unerwünschter Hohlräume einschließt. Solche Defekte sind zumindest bezüglich der Standsicherheit aufgespülter Küsten- und Uferschutzbauwerke ebenso nachteilig zu bewerten wie die Möglichkeit, daß auch nach Wasserberuhigung und Abscheidung mitgeführter Sinkstoffe mit den z. B. nach DE-AS 2105 730 dargestellten technischen Mitteln keine Gewähr für den Aufbau und vor allem für die Beständigkeit einer erforderlichen Sedimentschicht im Sinne der beabsichtigten Kulturlanderhaltung besteht. Die gleiche Feststellung gilt für Erosionsschutznetze nach DE-OS 2518 199, mit denen zwar eine gewisse Wasserberuhigung möglich ist, keinesfalls aber bodennaher Abtransport von Feststoffen durch das Wasser oder durch Windkräfte verhindert werden kann.

d. Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, die dargestellten Nachteile zu vermeiden, standsichere Küstenschutzbauwerke und Spüldämme mit geringsten Kosten zu errichten und das Anwendungsgebiet von Spültechnologien zur Kulturlanderhaltung sowie beim Spüldammbau zu erweitern.

e. Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, die geeignet sind für die Er-

richtung von Küstenschutzbauwerken sowie zum Erdstoffauftrag unter allen Einsatzbedingungen und die sich durch besondere Langlebigkeit sowie Standsicherheit der mit ihrer Hilfe errichteten Bauwerke auszeichnen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß dem jeweiligen Einsatzfall angepaßte, teilweise im Untergrund und/oder im Unterwasserbereich verankerte Deckwerke aus untereinander verbundenen, waben- oder zellenförmig angeordneten hochfesten korrosionsbeständigen kreisförmigen Ringen, vorzugsweise aus Wulstringen von Fahrzeugreifen hergestellt und ausgebracht werden und daß die Ablagerung der im Wasser enthaltenen bzw. mitgeführten absetzfähigen Substrate vorrangig innerhalb sowie zwischen den Zellen oder Waben der Deckwerke erfolgt und auf diese Weise ein sehr festes, abtrags- und ausspülungsbeständiges in Abhängigkeit von der eingespülten Korngrößenverteilung mehr oder weniger wasserdurchlässiges bzw. relativ wasserdichtes Bauwerk entsteht. Es ist auch möglich, nach erfolgter Auffüllung (Verlandung) ausgebrachter Deckwerkslagen oder -schichten auf oder neben dem angelandeten Bereich weitere Deckwerkslagen oder -schichten auszubringen, im natürlichen Untergrund oder im aufgespülten Bereich zu verankern und so in Abhängigkeit vom Sinkstoffanfall eine gezielte Erhöhung des Spülstrandes zu erreichen. Die Aufspülung von mehr oder weniger feinkörnigen Feststoffen kann sowohl durch Ausnutzung natürlicher Wind- und/oder Welleneinwirkungen als auch durch technische Maßnahmen bei Ausnutzung des freien Auslaufes in den aufzuspülenden Bereich oder der Zuführung unter Druck mit entsprechenden Trübpumpen erfolgen. Ebenso ist das Verspülen von mechanisch aufgebrachten Erdstoffen möglich.

Von besonderer Bedeutung für die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe ist der Umstand, daß durch die waben- oder zellenförmige Anordnung der verwendeten Ringe neben- und übereinander bis zu einer dem erforderlichen Verfahrensschritt die-

nenden Höhe in den Außenkonturen des mit Sinkstoffen aus dem Wasser oder mit anderweitig zugeführten Erdstoffen unter Zuhilfenahme des Wassers einzuspülenden Deckwerkes beinahe beliebige geometrische Raum-, Flächen- oder Liniengebilde und Kombinationen aus ihnen hergestellt werden können. Darunter sind auch Kombinationen von flächenhaft angeordneten räumlichen Deckwerken zur Strandaufhöhung und -befestigung mit weiter oder ggfs. ausschließlicher Erstreckung im Unterwasserbereich und mit über den Wasserspiegel hinausragenden, als Bühnen wirkenden Anordnungen aus Wulstringen zu verstehen. Mit solchen dauerhaft z. T. durch stabile Verfüllungen im Untergrund und/oder im Unterwasserbereich verankerten Einrichtungen lassen sich küstenparallele Längsströmungen abbauen und ist gleichzeitig ein intensiverer Ablagerungsprozeß von im Wasser mitgeführten Sinkstoffen zu erreichen als bei den häufig, z. B. im DDR-Ostseeküstenbereich verwendeten Pfahlbuhnen mit begrenzter Lebensdauer.

Eine Küstenschutzanlage, die auf der Grundlage der erfindungsgemäßen Deckwerke aus hochfesten korrosionsbeständigen kreisförmigen Ringen, insbesondere Wulstringen von Fahrzeugreifen aufgebaut wird, dauerhaft im Untergrund und/oder im Unterwasserbereich verankert ist und hydraulisch aufgespült wird, kann auch in extremen Beanspruchungssituationen ihre Funktionen

- Schutz des flachen Strandes und dahinterliegender Einrichtungen gegen die Abtragung strandbildender Erdstoffe, und
- Erleichterung der Ablagerung strandbildender Materialien (Erdstoffe)
- Aufzehrung anlaufender Wellen, insbesondere im Steiluferbereich

weitgehend erfüllen.

Die Notwendigkeit der häufigen Erneuerung von Küstenschutzbauwerken in durch Sturmhochwasser stark benaspruchten Küstenbereichen entfällt weitgehend. Es kann lediglich die Notwendigkeit der Erneuerung einer relativ schwachen Schicht über dem Deckwerk zur Wiederherstellung der Nutzbarkeit einzelner Strandbereiche als Badestrände bestehen.

Wesentlich ist vor allem für die Verwendung der aus den o. g. Wulstringen aufzubauenden räumlichen, flächenhaften oder linienförmigen Deckwerke im Küstenschutz der Aufbau einer in sich geraden, geneigten, relativ weit in das Wasser reichenden Außenfläche, die so breit sein muß, daß sich die auflaufenden Wellen selbst aufzehren und dabei mitgeführte Sinkstoffe in den waben- oder zellenförmigen Hohlräumen des Deckwerkes ablagern. Damit werden ungleichförmiges Ausräumen von Sand, Unter- oder Ausspülungen und letztlich Zerstörungen des Küstenschutzbauwerkes vermieden.

Eine allgemeine Regel über die notwendige Größe und den jeweils erforderlichen konstruktiven Aufbau des Deckwerkes ist nicht angebar, weil dafür ebenso wie bei bisherigen Küstenschutzbauwerken die am Einsatzort bestehenden natürlichen Bedingungen einschließlich der durchschnittlichen und maximalen Beanspruchungen durch Wellen-, Wasser- und Windkräfte entscheidend sind.

Die in den Berührungspunkten der aus Ringen hergestellten Waben oder Zellen des Deckwerkes zu ihren unmittelbaren Nachbarelementen zweckmäßig anzubringende Verklammerung der Elemente untereinander wird in an sich bekannter Art und Weise vorgenommen.

Denkbar sind dabei in Abhängigkeit vom geforderten Zeitstandverhalten und der notwendigen Festigkeit sowie Beweglichkeit

(zumindest in der Einbauphase der Waben oder Zellen) der Verbindungselemente korrosionsgeschützte oder ungeschützte Metallklammern; ebenso können als Seil geschlagene, geflochtene oder gewebte Bandmaterialien mit faseriger Struktur mit und ohne Verstärkungseinlagen, auf verschiedene Art mit unterschiedlichen Materialien imprägniert, verwendet werden.

Um die erzeugten Deckwerke während der Beanspruchung durch Wind- und Wellenkräfte vor, während und auch nach der Sinkstoffeinspülphase in der notwendigen Position zu fixieren und darüber hinaus eine zuverlässige Verbindung des nach dem Einspülvorgang vorliegenden Erdstoff-Wulstring-Bauwerkes mit dem Untergrund zu gewährleisten, werden die untereinander linienförmig, flächenhaft oder räumlich verbundenen Deckwerkelemente flächenhaft, linien- oder punktförmig mit dem Untergrund verankert. Diese Verankerung soll vorzugsweise in den Verbindungspunkten der Waben oder Zellen erfolgen und mit deren Verbindung kombiniert werden. Als Verankerungen sind je nach Beschaffenheit des Untergrundes stabförmige Elemente, z. B. mit oben vorgesehenen Sicherungselementen und/oder Anschlüssen für Verlängerungen mittels Steck- oder Schraubverbindung, oder schwere stabile Verfüllungen, z. B. als Ortbeton eingebracht, an einzelnen Stellen des Deckwerkes vorzusehen. Bei letzteren besteht die grundsätzliche Möglichkeit der weiteren Verbindung der Verfüllungen mit dem Untergrund, z. B. durch Zuganker.

Insbesondere bei der Verwendung der Deckwerke bei der Errichtung von Spüldämmen ist zu beachten, daß Kombinationen aus Deckwerksanordnungen mit an sich bekannten Randdämmen aus Erdstoffen (umgesetzte Spülstrandmassen oder Fremdmaterial) möglich sind und daß dabei das Sedimentationsverhalten der einzuspülenden Sinkstoffe von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Es sind vor allem beim Bau von Spüldämmen mit extrem feinkörnigem Material, aus dem nach bisherigen Technologien keine kostengünstigen Spüldämme, insbesondere keine autostabilen Dämme errichtet werden können, Lösungen möglich, die durch den Einsatz von vorzugsweise aus Wulstringen von Fahrzeugreifen gefertigten Deckwerken gestatten,

- bei relativ geringem Grobkornanteil autostabile Spüldämme etappenweise aufzuspülen,
- die Standsicherheit und die Sickerlinienentspannung im luftseitigen Böschungsbereich zu verbessern,
- die Randzonenbreite der Spüldämme auf das statisch erforderliche Maß zu verringern und damit Winderosionsprobleme abzubauen,
- einfachere Herstellung autostabiler Feinschlammdichtungen unmittelbar aus dem eingespülten Spülgut bei geringen Sandanteilen und
- den möglichen Verzicht auf Deckschichten, da die erfindungsgemäß verwendeten Deckwerkslagen gleichzeitig den Erosionsschutz gewährleisten.

Ein weiterer Aspekt ist die Möglichkeit der vollständigen oder teilweisen Vorfertigung der Waben- und/oder Zellenelemente und der Vor-Ort-Montage der für die jeweilige Aufgabe benötigten speziellen Deckwerkskonstruktion.

Darüber hinaus ist auf die Möglichkeit zu verweisen, vorzugsweise bei räumlichen Deckwerken mit relativ großer Höhe einzelne Waben- oder Zellenelemente durch Abdeckung vor Einspülen

lung zu schützen und auf diese Weise ein vorgegebenes System von Vertiefungen und/oder Hohlräumen bei hoher Festigkeit des Gesamtbauwerkes herzustellen und für andere Verwendungen als den Küstenschutz, den Erdstoffauftrag oder den Spüldammbau zu nutzen.

Ein wichtiger Vorteil ist besonders die Standsicherheit von Küstenschutzbauwerken aus Deckwerken der erfindungsgemäßen Lösung. Unter Standsicherheit ist hierbei die Beständigkeit gegen massenhaften Abtrag von Sand aus derartig befestigten Strand- und aufgespülten Damm(Dünen)-Bereichen zu verstehen. Damit entfällt die mit hohem finanziellen Aufwand verbundene relativ häufig notwendige Aufspülung von Stränden und Dünenbereichen vor bestimmten Küstenbereichen zum Schutz dahinter liegender Flächen und Bauten. Zeitweilige Einschränkungen für die Nutzung bestimmter Küstenbereiche als Badestrände während der Phase des Ausbringens der Deckwerke im Wasserbereich vor der Strandlinie sowie auf dem gesamten Strand und während des Sinkstoffeinspülens sind angesichts der volkswirtschaftlichen Vorteile zulässig.

Weiterhin muß auf den erheblichen Vorteil für die Volkswirtschaft verwiesen werden, daß durch die vorzugsweise Verwendung von Wulstringen von (verschrotteten) Fahrzeugreifen für die erfindungsgemäßen Lösungen ein wichtiges Problem der Sekundärrohstoffnutzung gelöst wird, das bisher vor allem erhebliche Belastungen durch Deponiekosten verursachte.

Verwendungsmöglichkeiten für eine volkswirtschaftlich effektive Nutzung der in großem Umfang bei der Aufarbeitung verschrotteter Fahrzeugreifen anfallenden Wulstringe fehlen bis jetzt vollständig.

f. Ausführungsbeispiele

Die Erfindung wird nachfolgend an fünf Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die dazugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig. 1 (1. Beispiel): einen schematischen Schnitt durch ein räumliches Deckwerk an einem Flachstrandabschnitt mit beabsichtigter Herstellung eines (dünenartigen) Dammkörpers,

Fig. 2 (1. Beispiel): einen schematischen Schnitt durch eine in das räumliche Deckwerk nach Fig. 1 eingebaute Bühne mit abgestufter Kopfausbildung,

Fig. 3 (2. Beispiel): einen schematischen Schnitt durch eine Spüldammkonstruktion mit Gegendamm aus Deckwerksmatten,

Fig. 4 (3. Beispiel): einen schematischen Schnitt durch einen Spüldamm mit flächenhaften, als Sandfangzellen genutzten Deckwerken aus Wulstringen,

Fig. 5 (4. Beispiel): einen schematischen Schnitt durch eine aus Deckwerken aus Wulstringen unmittelbar aufgespülte autostabile Feinkorndichtung an einem durchlässigen Böschungskörper,

Fig. 6 (5. Beispiel): einen schematischen Schnitt durch eine Spüldammkonstruktion aus einem räumlichen Deckwerk aus Wulstringen mit mittig angeordneter Feinkorndichtung.

Im 1. Beispiel (Fig. 1) sind im zu schützenden Bereich der Strandfläche 1 und der Unterwasserzone 29 vor dem Strand Wulstringe 4 zu einem räumlichen Deckwerk 2 angeordnet, mit dessen Hilfe ein erforderlicher Böschungskörper 13 so ausgebildet werden kann, daß sowohl eine zuverlässige Wellenaufzehrung als auch

eine Minimierung des Erdstoffabtrages aus der Deckschicht 28 gewährleistet wird. Vom Unterwasserbereich 29 bis zur Dammkrone 33 ist dazu eine gegenüber der Basislinie 31 stetig ansteigende Fläche beim aufgespülten Böschungskörper 13 notwendig. Die Verbindung der im Deckwerk 2 eingebauten bewehrten korrosionsgeschützten Ringe 3, 4 untereinander und miteinander erfolgt durch Klammern 5 (oder durch andere Verbindungselemente 6). Die Lagesicherung des Deckwerkes 2 erfolgt durch in den Untergrund 10 und/oder im Unterwasserbereich 29 eingebrachte, eingeschlagene und/oder versenkte bzw. eingespülte Verankerungen 7 bzw. schwere stabile Verfüllungen 8, die jeweils den örtlichen Bedingungen entsprechend anzupassen sind und in Fig. 1 nur angedeutet wurden. Die Anordnung der Wulstringe 4 untereinander kann waben- oder zellenförmig sein. Es ist davon auszugehen, daß gegen das Deckwerk 2 auflaufende Wellen beim Überspülen der Wulstringe 4 einschließlich ihrer Verbindungen 5, 6 und Verankerungen 7, 8 sich am und im Deckwerk 2 mehrfach brechen, sowie bei noch nicht vollständig verfüllten Hohlräumen innerhalb und außerhalb der Ringanordnung eine Wasserberuhigung und Ablagerung mitgeführter Sinkstoffe 9 erfolgt. Bei einem mit Erdstoffen 12 vollständig aufgefüllten Deckwerk 2 zehren sich die auflaufenden Wellen an der Deckschicht 28 weitestgehend auf und können beim Ablaufen maximal die oberste Kante der eingespülten, verbundenen und verankerten Wulstringe 4 freilegen, wodurch die wellenaufzehrende Wirkung der gesamten Deckwerkskonstruktion 2 innerhalb des Böschungskörpers 13 noch verstärkt wird. An der zu schützenden Zone hinter der Strandfläche 1 abgerissene und zunächst mit dem Wasser fortgespülte Sinkstoffe werden auf diese Weise ebenfalls zur Ablagerung gezwungen, so daß bei Anordnung entsprechender Deckwerke 2 vor abtragungsgefährdeten (Steilküsten-) Bereichen, die hier nicht als gesondertes Beispiel dargestellt werden, im Laufe der Zeit in Abhängigkeit vom Sinkstoffangebot in auf- und gegebenenfalls ablaufenden Wellen ein zuverlässiger, abtragungsbeständiger Schutz der Strandfläche 1 bei allmählicher Niveauerhöhung des zu schützenden Bereiches anstelle von kontinuierlichem Landabtrag erreicht wird.

In Fig. 2 wird die Einbindung einer am Bühnenkopf 34 abgestuften Bühne 32 in das räumliche Deckwerk 2 nach Fig. 1 dargestellt. Die Bühne wird so in das räumliche Deckwerk 2 aus Wulstringen 4 eingegliedert, daß sie über das wasserseitige Ende des Deckwerks 2 hinausreicht und daß sie aus mindestens zwei nebeneinander angeordneten Reihen von Ringen 3, 4 besteht. Sie ist teilweise auf dem Grund des Unterwasserbereiches 29 durch schwere stabile Verfüllungen 8 lagegesichert und wird mit ihm außerdem durch Verankerungen 7 verbunden. Die Verbindung einzelner Ringpakete 35 erfolgt durch Klammern 5; die Ringpakete 35 werden durch Verbindungselemente 6 verfestigt. Die Abstufung am Bühnenkopf 34 dient der Abschwächung der Gewalt auflaufender Wellen. Ob sämtliche Ringpakete 35 für die Bühne 32 im Untergrund 10 bzw. in der Unterwasserzone 29 verankert oder durch Verfüllungen 8 gesichert werden, hängt vom Einsatzort und den Beanspruchungsbedingungen der Bühne 32 ab. Gegebenenfalls bleiben einige Ringe 4 bzw. Ringpakete 35 leer und werden erst durch die im Wasser mitgeführten Sinkstoffe 9 im Laufe der Zeit verfüllt. Die Bühnenhöhe wird wegen der Absicht, Küstenlängsströmungen einzuschränken, auf Höhe Mittelwasser festzulegen sein. Bei starken Wasserstandsschwankungen empfiehlt sich eine Erhöhung um 20 - 30 cm; während die see-seitige Längserstreckung abhängig ist von den örtlichen Bedingungen wie Wassertiefe, Wassergeschwindigkeit u. a. m.

Im 2. Ausführungsbeispiel (Fig. 3) wird ein Gegendamm 17 aus Wulstringen 4 in ein- oder mehrreihiger Ausführung vorgesehen, der so weit vom Randdamm 18.1 aus Spülstrandmaterial entfernt angeordnet wird, daß aus dieser Randzone 19 sowohl das erforderliche Material für die Erhöhung des Randdammes 18.2 entnommen werden kann als auch durch ihre Größe der notwendige Freibord und die statisch erforderliche Randzonenbreite gesichert werden.

Die Aufspülung als kombinierte Feinst- und Grobkornerspülung 14, 15 erfolgt vom anfangs erforderlichen Randdamm 18.1 bis zur Oberkante des Gegendamms 17. Dabei wirkt die Randzone 19 zwischen Randdamm 18.1 und Gegendamm 17 wie ein Sandfang, d. h. infolge der relativ großen Durchlässigkeit des Gegendamms 17 aus Wulstringen 4 bleibt eine bestimmte Mindestfließgeschwindigkeit in der als Absetzraum fungierenden Randzone 19 erhalten. Dadurch ist auch zu erwarten, daß hier das Absetzen von unerwünschten Feinkornfraktionen nicht stattfinden kann.

Nach Aufspülen des Gesamtbereiches der Randzone 19 wird mit den Grobfraktionen des Spülgutes die Randdammerhöhung 18.2 vorgenommen, eine entsprechende Gegendammaufstockung 21 durchgeführt sowie der Einspülprozeß von der Oberkante des neuen Randdamms 18.2 mit der Auffüllung der Absetzkammer begonnen und bis zur Erreichung der neuen Oberkante des Gegendamms 21 fortgesetzt. Dabei stellen sich wasserseitig des Gegendamms 17, 21 sehr schnell stabile Becken- und Feinschlamm Spiegel ein. In gleicher Weise ist die weitere Dammerhöhung und Beckenspiegelanhebung etappenweise möglich, so daß auch mit relativ geringen Grobkornanteilen ein autostabiler Spüldamm aufzubauen ist, bei dem durch die Vermeidung von Feinstkornanteilen im statisch erforderlichen Randzonenbereich 19 gleichzeitig verbesserte Standsicherheit und günstigere Sickerlinienentspannung gewährleistet werden. Gleichzeitig wird die Winderosion auf der gegenüber konventionellen Spüldämmen wesentlich verkleinerten Randzone 19 entsprechend reduziert.

Im 3. Ausführungsbeispiel (Fig. 4) wird die Errichtung eines Spüldammes mit Hilfe von als Sandfang genutzten Deckwerken 2 aus Wulstringen 4 vorgesehen. Der gesamte statisch erforderliche Randzonenbereich 19 wird mit einer Deckwerk-Konstruktion 2 aus zellenartig miteinander flächenhaft verbundenen Wulstringen 4, die als Matten übereinander angeordnet sind, belegt.

Das Spülgut 22 wird über eine gemeinsame Feinst- und Grobkornverspülung 14, 15 ausfließend in das zellenartige Deckwerk 2 verspült. Durch den Sandfangeffekt der Wulstringe 4 kommt es in der Deckwerkskonstruktion 2 vorrangig zur Ablagerung von Grobkornfraktionen. Infolge der Anordnung der Wulstringe 4 als zellenförmiges Deckwerk 2 entsteht eine statisch wirksame Randzone 19, die in der Lage ist, Schubkräfte durch Reibung zwischen den Ringen 4 und durch Verbundwirkung mit dem sich in den Zellen ablagernden Deponiegut 9 zu übertragen. Daher können sich in einzelnen Zellen evtl. ablagernde Feinkornfraktionen nur mit geringerem Festigkeitsaufbau nicht wesentlich auf die Standsicherheit der Randzone 19 auswirken.

Im 4. Ausführungsbeispiel (Fig. 5) ist die Herstellung einer Feinkorndichtung 23 an einem durchlässigen Böschungskörper 24 mit Hilfe einer durch Wulstringe 4 aufgebauten Deckwerkskonstruktion 2 dargestellt. Die Deckwerke 2 sind so aufgebaut, daß die zellenartig miteinander verbundenen Wulstringe 4 in Abhängigkeit von der wasserseitigen Kontur 25 des durchlässigen Böschungskörpers 24 auf der Böschung teilweise eingelassen werden und sich überdecken. Die Verspülung kann je nach Anfall und Korngrößenverteilung des Spülgutes 22 in Feinstkorn- und Grobkornverspülung 14, 15 getrennt erfolgen. Wichtig ist jedoch die unmittelbar an der wasserseitigen Kontur 25 des Böschungskörpers 24 einzubringende Feinkornverspülung 14 und der daraus sich zwangsläufig einstellende Aufbau einer mit Wulstring-Deckwerken 4, 2 stabilisierten Feinkorndichtung 23.

Bei gemeinsamer Einspülung von Grob- und Feinstkorn sichert die Überdeckung der Deckwerke 2, daß die einzelnen Zellen einerseits nicht als Sandfang wirken können, daß andererseits aber der Feinstkornanteil im für den Aufbau der Feinkorndichtung 23 erforderlichen Maß gegenüber dem Grobkornanteil zurückgehalten bzw. in seiner Fließbewegung behindert wird.

Die Anwendbarkeit dieses Beispiels ist vor allem bei sehr hohen Feinkornanteilen im Spülgut 22 bei gleichzeitig erforderlichem Aufbau einer Feinkorndichtung 23 gegenüber einem durchlässigen Böschungskörper 24 gegeben und gilt in besonderem Maße bei stark eingedickten Trüben, wo die Anlage eines besonderen Spülpilzes 26 vor dem Böschungskörper nahezu unmöglich ist. Weiter ist darauf zu verweisen, daß die Verspülung des dichtenden feinkörnigen Spülgutes 22 unmittelbar von der Krone des Dammes oder Böschungskörpers 24 bzw. der Böschungsberme 25 aus erfolgen kann. Der Einbau der Deckwerke 2, die für solche Anwendungen grundsätzlich vorgefertigt werden sollten, kann mit Kranunterstützung lagenweise unmittelbar von der Böschungsberme 25 oder von der Dammkrone des Böschungskörpers 24 aus vorgenommen werden. Die Einbringung notwendiger hier nicht dargestellter Verankerungen 7 oder schwerer stabiler Verfüllungen 8 entsprechend der erfindungsgemäßen Lösung ist selbstverständlich und wird den vorgefundenen Geländebedingungen angepaßt.

Im 5. Ausführungsbeispiel (Fig. 6) geht man von der an sich bekannten Lösung aus, in oder an aufgeschütteten durchlässigen Dämmen 11 aus Erdstoff 12 Dichtungselemente 16 einzubauen. Der aus Wulstringen 4, die zu Deckwerken 2 mit Zellenstruktur dauerhaft verbunden sind, aufgebaute Damm 11 bzw. die für Dammaufspülung erforderliche Deckwerkskonstruktion entsprechend Fig. 7 werden getrennt mit Feinst- und Grobkornverspülung 14, 15 ausgestattet. Es ist wichtig, auf die zuerst notwendige Feinkorneinspülung für die Ausbildung der Dichtungsschürze 16 hinzuweisen. In Abhängigkeit vom Untergrund 10, von der Dammgeometrie und seiner späteren Beanspruchung durch Wind- und Wellenbelastung können ein- oder mehrreihige Dichtungsschürzen 16 verwendet werden. Im letzteren Fall sollte die Zweckmäßigkeit einer besonderen Abdichtung der verwendeten Zellen aus Wulstringen 4, evtl. durch Verkleben o. ä., geprüft werden.

Das anschließende Grobkornerspülen 15 führt durch die Sandfangwirkung der dargestellten Deckwerkskonstruktion 2 in Abhängigkeit von dem im Spülgut 22 zugeführten grobkörnigen Erdstoff 12 zu einem schnellen Aufbau der geplanten Dammkontur, die bereits nach kurzer Zeit als abgedichteter Damm 27 für entsprechende Absperrfunktionen genutzt werden kann. Wesentlich ist die Einbringung vertikaler Verankerungen 7 gegen den Auftrieb der eingespülten Suspension. Auf horizontale Verspannungen kann in der Regel auf Grund der Funktionen und des Aufbaus der Deckwerke 2 aus Wulstringen 4 verzichtet werden. Auf die Möglichkeit des Wegfalls der sonst für Dämme 11 unentbehrlichen Deckschicht 28 wird wegen der Erosionsverhinderung durch die Wulstringe hingewiesen.

Erfindungsansprüche

1. Verfahren zum Küstenschutz und zum Erdstoffauftrag, vorzugsweise für die Kulturlanderhaltung und den Dammbau, insbesondere den Spüldammbau, dadurch gekennzeichnet, daß die zu schützenden und/oder aufzuspülenden Strandflächen (1), Steilufer und sonstigen Bereiche mit waben- oder zellenförmigen im Untergrund (10) und/oder im Unterwasserbereich (29) verankerten flächenhaften, linienförmigen oder räumlichen Deckwerken (2) zur Wasserströmungsberuhigung und zur Beschleunigung der Sedimentation versehen werden und daß die im Wasser enthaltenen bzw. mitgeführten und absetzfähigen Substrate (z. B. Sinkstoffe (9)) und/oder die durch Luftströmungen mitgeführten Erdstoffe (12) vorzugsweise innerhalb sowie zwischen den Zellen oder Waben der zellen- oder wabenförmigen Deckwerke (2) abgelagert werden.
2. Verfahren nach Pkt. 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach erfolgter Auffüllung der ausgebrachten Deckwerke (2) mit Sinkstoffen (9) weitere Lagen oder Schichten von zellen- oder wabenförmigen Deckwerken (2) auf den bereits vorhandenen angeordnet sowie innerhalb und/oder außerhalb des mit aufgespülten Sinkstoffen (9) ausgefüllten Zellen- oder Wabenbauwerkes im natürlichen Untergrund (10), im Unterwasserbereich (29) und/oder in der aufgespülten Deckschicht (28) verankert werden und daß auf diese Weise eine vom Sinkstoffanfall im Bereich (1) der dem Einsatzzweck angepaßten Deckwerkskonstruktion (2) abhängige Gelände- oder Strandaufhöhung erfolgt.

3. Verfahren nach Pkt. 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Erdstoffauftragung in den jeweiligen Bereichen (1, 29), die mit dem technologischen Ziel angepaßten Deckwerkskonstruktionen (2) versehen sind, sowohl durch natürlichen Wasser- und Sinkstofftransport infolge von Wind- und/oder Welleneinwirkungen als auch durch künstlich hervorgerufene Einspülung von Wasser-Sinkstoff-Gemischen unter Druck oder im freien Auslauf oder durch Wasserverspülung mechanisch aufgebener spülfähiger Erdstoffe (12) innerhalb und/oder außerhalb der Bereiche (1) erfolgt.
4. Verfahren nach Pkt. 1, 2, 3, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise räumliche Deckwerke (2) gemeinsam mit einem Damm (11) aus Erdstoffen (12) in einem durch das Sedimentationsverhalten der einzuspülenden Sinkstoffe (9) bestimmten Abstand angeordnet werden.
5. Verfahren nach Pkt. 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß unmittelbar vor und/oder an einem sowie ggf. in einem durchlässigen Böschungskörper (13, 24) ein räumliches Deckwerk (2) angeordnet und kombiniert wird mit einer gemeinsamen oder getrennten, auf dem Deckwerk (2) installierten Feinstkorn- und Grobkornverspülung (14, 15) zur Herstellung einer autostabilen Dichtungsschürze (16) aus eingespültem Fein- und/oder Feinstkornmaterial.
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Pkt. 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zellen- oder wabenförmigen Deckwerke (2) aus bewehrten, korrosionsgeschützten Ringen (3), vorzugsweise Wulstringe (4) von Fahrzeugreifen, aufgebaut werden.

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Pkt. 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die verwendeten bewehrten, korrosionsgeschützten Ringe (3) bis zu einer dem durchzuführenden Verfahrensschritt dienenden Höhe übereinander und zellen- oder wabenförmig nebeneinander angeordnet werden.
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Pkt. 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die entsprechend Pkt. 6 und/oder 7 hergestellten Deckwerke (2) untereinander zu flächenhaften ein- oder mehrlagig gestaffelten oder mehr linienförmigen Einrichtungen verbunden werden.
9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Pkt. 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die nach Pkt. 6, 7, 8 angeordneten einzelnen Waben- oder Zellenelemente in ihren Berührungspunkten mit unmittelbar benachbarten Elementen aus ebensolchen Wulstringen (4) durch geeignete, dauernd oder begrenzt korrosionsbeständige Klammern (5) oder andere Verbindungselemente (6) miteinander verbunden werden, so daß ein an die zu erwartenden Beanspruchungen des Deckwerkes (2) angepaßter Verbund der Waben oder Zellen entsteht.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Pkt. 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die nach Pkt. 8 und 9 untereinander linienförmig, flächenhaft oder räumlich verbundenen Deckwerke (2) entsprechend den bei der Durchführung des Verfahrens nach Pkt. 1 bis 5 auftretenden Beanspruchungen flächenhaft, linienförmig oder punktförmig mit dem Untergrund (10) oder dem Unterwasserbereich (29) verankert werden.
11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Pkt. 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verankerung (7) der nach Pkt. 6 bis 9 hergestellten und angeordneten Deckwerke (2) vorzugsweise in den Verbindungspunkten der Ringe (3, 4) der Waben oder Zellen erfolgt und mit deren Verbindung kombiniert wird.
12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Pkt. 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verankerung (7) nach Pkt. 11 durch stabförmige, in den Untergrund (10) oder in den Unterwasserbereich (29) eingebrachte Verankerungselemente hergestellt wird.
13. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Pkt. 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß für die nach Pkt. 9, 10, 11 hergestellten und im Untergrund (10) oder im Unterwasserbereich (29) zu verankernden Deckwerke (2) durch innerhalb einzelner Ringe (3, 4) und/oder zwischen den aus Ringen (3, 4) aufgebauten Waben oder Zellen eingebrachte schwere stabile Verfüllungen (8) eine Lagesicherung der Deckwerke (2) erfolgt.

14. Vorrichtung nach Pkt. 13, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Lagesicherung des Deckwerkes (2) eingebrachte schwere stabile Verfüllung (8) mit an sich bekannten Methoden mit dem festen Untergrund (10) oder dem Unterwasserbereich (29) dauerhaft und beanspruchungsgerecht verbunden wird.
15. Vorrichtung nach Pkt. 6 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise linienförmige Deckwerke (2) einzeln oder in räumlichem Abstand voneinander gestaffelt quer oder in einem stumpfen Winkel zur Hauptwindrichtung auf erosionsgefährdeten Strandflächen oder Bereichen (1) zur Minderung bodennaher Turbulenzen und zur lokalen Abscheidung von durch Luftströmungen mitgeführten Erdstoffen (12) als Sandfang angeordnet und lagegesichert werden.
16. Vorrichtung nach Pkt. 6 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise bei räumlichen Deckwerken (2) einzelne aus entsprechend großen bewehrten korrosionsgeschützten Ringen (3) bestehende Waben- oder Zellenelemente abgedeckt und auf diese Weise vor Sinkstoffauffüllung geschützt als dauerhafte Vertiefungen, die ggf. nach einem bestimmten System untereinander zu verbinden sind, für andere Verwendungen als den Küstenschutz, den Erdstoffauftrag oder den Spüldammbau genutzt werden können.
17. Vorrichtung nach Pkt. 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckwerke (2) den gegebenen Bedingungen am vorgesehenen Standort angepaßt örtlich hergestellt werden und daß dazu vollständig oder teilweise vorgefertigte Waben- und/oder Zellenelemente aus Ringpaketen (35) ggf. unterschiedlicher Höhe unter Einschluß der Verbindungselemente (6) oder Klammern (5) zwischen einzelnen von ihnen verwendet werden.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen.

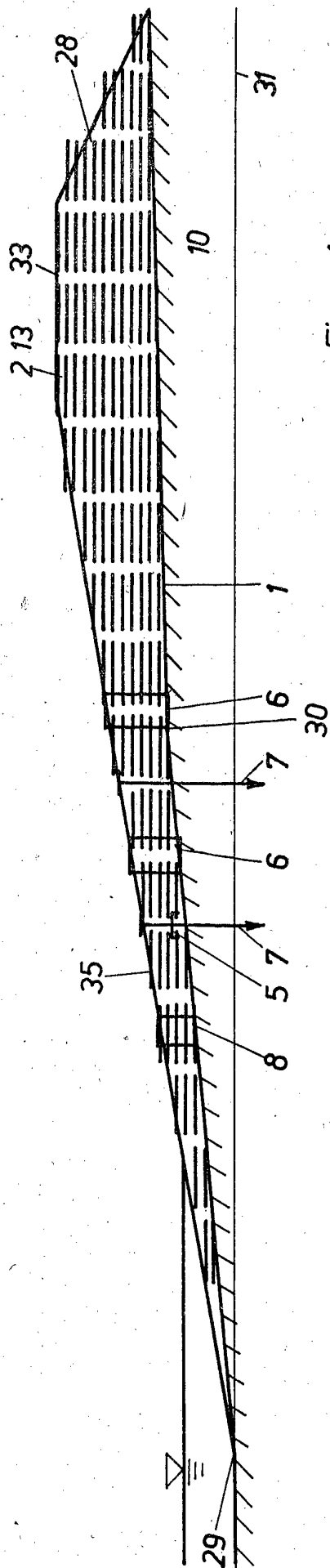


Figure 1

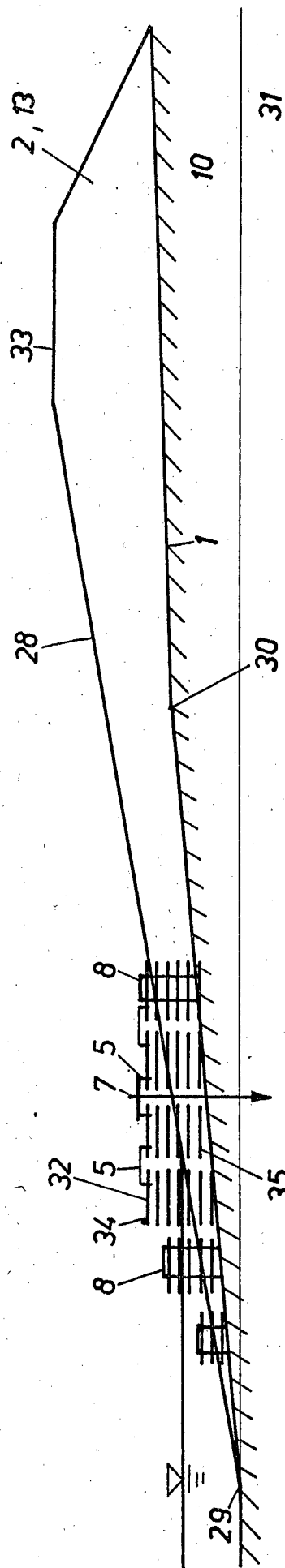
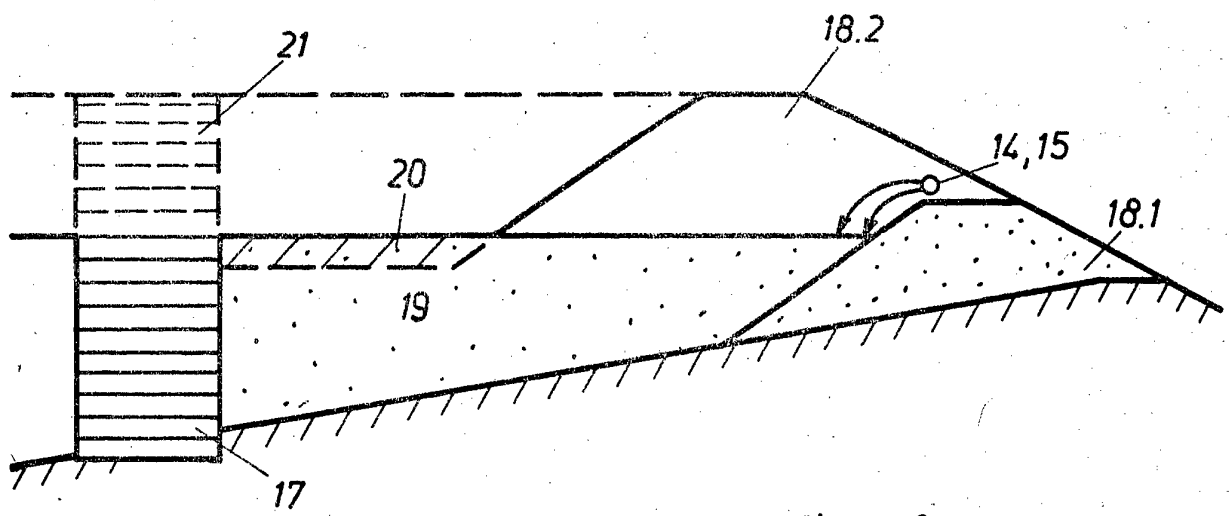
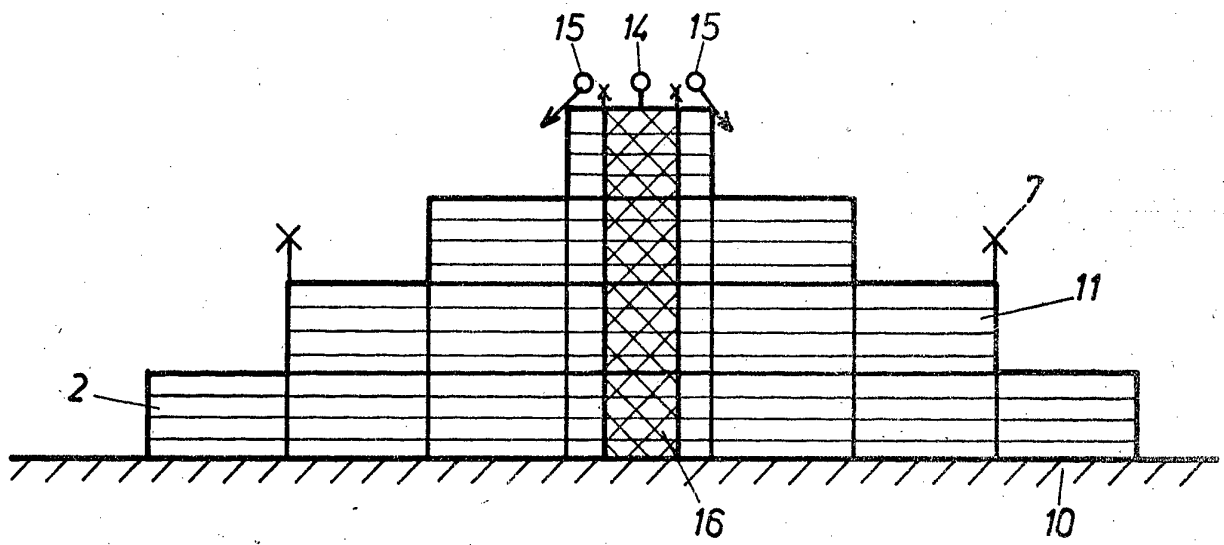


Figure 2



Figur 3



Figur 6

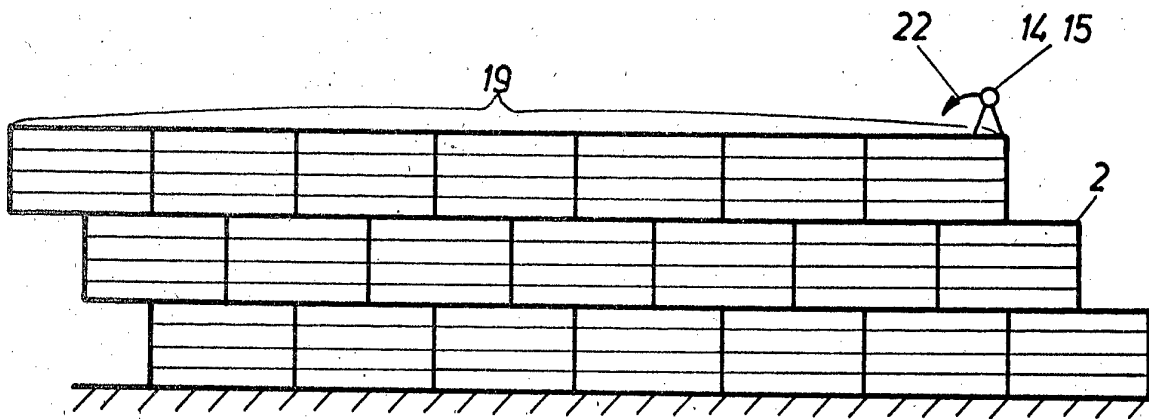


Figure 4

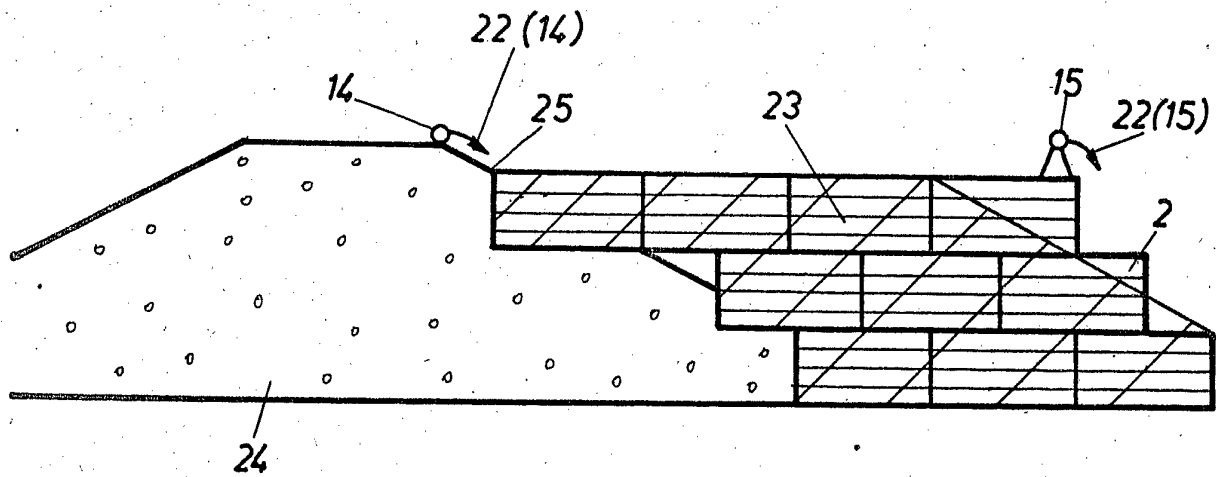


Figure 5