

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Article, Published Version

**Martin, D.; Sänger, F.**

## **Neue Verfahren zur Böschungsbefestigung im Erd- und Wasserbau**

Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Wasser- und Grundbau

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/106145>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Martin, D.; Sänger, F. (1977): Neue Verfahren zur Böschungsbefestigung im Erd- und Wasserbau. In: Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Wasser- und Grundbau 38. Berlin: Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau. S. 136-143.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



## Neue Verfahren zur Böschungsbefestigung im Erd- und Wasserbau

Dr.-Ing. D. Martin, VEB SEK Wasserbau, Weimar  
Dipl.-Ing. F. Sänger, VEB SEK Wasserbau, Weimar

### Problemstellung

Zur Gewährleistung der Standfestigkeit und damit zur Funktionsfähigkeit von Erdbaukonstruktionen ist eine Böschungsbefestigung entsprechend den einzelnen spezifischen Belastungsbedingungen unerläßlich. Im Wasserbau erhöhet sich diese Bedeutung durch die Forderung der Wasserdichtigkeit der Konstruktion, die vorteilhaft mit der Funktion der Böschungsbefestigung gekoppelt werden kann. Nachfolgend wird kein systematischer Überblick über die möglichen Verfahren der Böschungsbefestigungen gegeben, sondern über Erfahrungen bei der Erprobung einiger neuer nichtkonventioneller Verfahren der Böschungsbefestigung berichtet. Die Verfahren wurden in erster Linie aus den Forderungen des Wasserbaues und der bauzeitlichen Böschungsbefestigung entwickelt, sind aber ohne weiteres für Böschungsbefestigungen im Verkehrsbau und im konstruktiven Erdbau einsetzbar.

Schwerpunkt bei der Entwicklung war dabei die Forderung nach hoher Arbeitsproduktivität durch Verringerung der Konstruktionsstarke und Verwendung von produktiven Arbeitsverfahren.

Im einzelnen wurden nachfolgende Verfahren entwickelt:

1. Böschungsbefestigung und Dichtung durch Spritzbeton
2. Böschungsbefestigung mittels Boden-Zement-Stabilisierungen
3. Erprobung textiler Flächenfilter
4. Böschungsbefestigung durch textile Stoffe
5. Böschungsbefestigung durch chemische Verfestigung
6. Böschungsbefestigung und Dichtung durch bituminöse Kaltspritzverfahren

### Böschungsbefestigung und Dichtung mit dem Spritzbetonverfahren

Spritzbeton wurde bisher im Rahmen der Böschungsbefestigung vorrangig für Spezialleistungen zur Felsbangsicherung im sogenannten Trockenspritzverfahren eingesetzt. Die Entwicklung des Na-

spritzbetonverfahrens und der damit verbundenen hochleistungsfähigen Naßspritzbetongeräte ermöglicht die Herstellung von hochwertigem Beton der Güte B 300 in Stärken von 10 cm auf steilen Böschungsneigungen in einem Arbeitsgang. Der Vorteil des Naßspritzbetonverfahrens ist die leichte technologische Ausführbarkeit, insbesondere auf steilen Böschungen. Es kann dabei auf komplizierte Fertiger und Schalungskonstruktionen verzichtet werden und es werden durch die Verringerung der Aushub- bzw. Dammschütt-kubaturen weitere ökonomische Vorteile erzielt.

Technologische Versuche des SBK Wasserbau mit Kunststoffnetzen als konstruktive Einlagen haben positive Ergebnisse gezeigt.

Spritzbeton ist in Stärken von 2 - 5 cm unbewehrt für die bauzeitliche Befestigung von Böschungen, von Baugruben, Umleitungen von Wasserläufen und als Unterbau von Dichtungskonstruktionen geeignet. Für wasserdruckhaltende Böschungsbefestigungen sind Stärken von 5 bis 15 cm mit und ohne Bewehrung (Bewehrungsmatten  $\emptyset$  6 mm, Maschenabstand 15 cm) und eine Betongüte von B 300 erforderlich.

Für bauzeitliche und provisorische Böschungsbefestigungen ist die Leistung und die erzielbare Betonqualität des Trockenspritzgerätes SSB 02 (GSSR) ausreichend.

Den Qualitätsforderungen des hydrotechnischen Betons mit Schichtleistungen von 300 - 500 m<sup>2</sup> entsprechen die Geräte Wibau-Challenge BPF-20 M und Spirocet S 1000 Bernold (Schweiz). Durch den Betrieb VEB Spezialbetonbau Binz wurden entsprechende Dichtungen vom Güllebecken in der DDR bereits mit Erfolg ausgeführt.

#### Böschungsbefestigung durch Boden-Zement-Stabilisierung

Dem für den Straßenbau hocheffektiven Verfahren der Boden-Stabilisierung mit Mischfräsen sind auf geneigten Böschungen bei max. 10 % maschinentechnische Grenzen der Ausführbarkeit gesetzt.

Dieser Tatsache Rechnung tragend wurde vom SBK Wasserbau ein Verfahren entwickelt /1/, bei dem ein Boden-Zement-Gemisch, das im Zentralmischverfahren hergestellt wurde, lagenweise in Schichtstärken von 20 cm und Schichtbreiten von 1,0 - 1,5 m treppenförmig in fugenloser Bauweise auf die Böschung aufgebracht wird. Das Mischgut wird dabei mit Kleinplaniertrauben verteilt und

Vibrationsplatten verdichtet. In Abhängigkeit zur Sieblinie und Verdichtungsenergie wird dabei mit einem Zementgehalt von  $180 - 220 \text{ kg/m}^3$  eine frostsichere Betongüte von B 160 erreicht.

Die Herstellung des Boden-Zement-Gemisches mit der Register Bodenmischfräse RB6 - 23 - 0,5 in einer Schichtstärke von 50 cm am Böschungsfuß bzw. auf der Böschungskrone und der Einbau mit Planierdraht und Verdichtung mit Walzen auf flachen Böschungen (1 : 5) ist eine weitere Ausführungsmöglichkeit.

### Erprobung textiler Flächenfilter

Auf der Grundlage der durch die TU Dresden im Auftrage des SBK Wasserbau durchgeführten Untersuchungen zum Einsatz hochpolymerer textiler Flächenfilter /2/ begann in den letzten Jahren die praktische Erprobung dieser Bauweise.

In Zusammenarbeit mit der VVB Technische Textilien wird gegenwärtig ein umfangreiches Sortiment verschiedener textiler Stoffe für die unterschiedlichsten Verwendungszwecke im Erd- und Tiefbau erprobt.

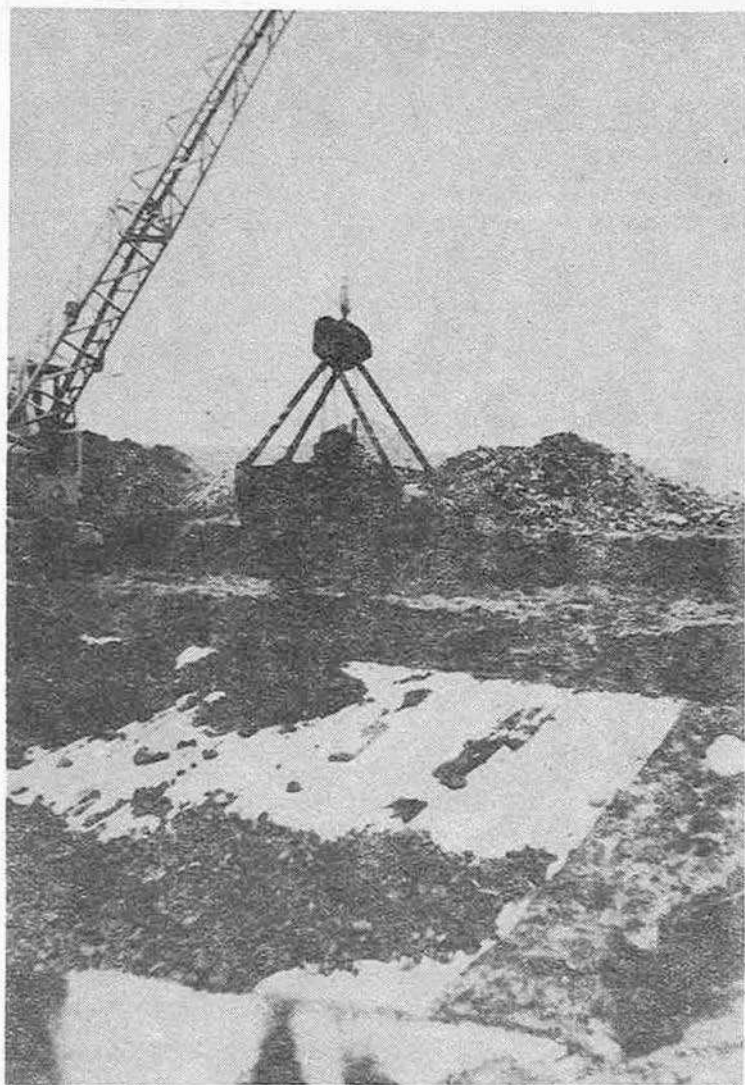
Folgende Anwendungsbereiche standen dabei im Mittelpunkt

- a) Einbau als Flächenfilter
- b) Einbau als Erosions- und Böschungsschutz
- c) Trennfilter im Straßenbau und bei der Transportwegbefestigung /3/.

Durch den Einsatz textiler Flächenfilter können insbesondere die bisher üblichen material- und arbeitsaufwendigen Stufen- bzw. Mischfilter (Durchschnitt 300 - 600 mm Dicke) unter den Steinschüttungen auf nichtbindigen Böschungsflächen ersetzt werden.

Im Dammbau erfolgte die erste Grobproben am Speicher Grobrennbach und am Damm Pretzsch.

Am Objekt Pretzsch wurde ein Polyamidgewebe TG 225 als Filter auf einer 1 : 2,5 geneigten Sandböschung verlegt und eine Steinschüttung aufgebracht. Außerdem wurden dort Polyester-Nessel-Gewebe 195 und Polyäthylen Folienfadengestrick auf kleineren Flächen erprobt. Trotz Beanspruchung dieser Böschung durch Wasserspiegelschwankung und Wellenschlag der Elbe zeigten sich bisher keine Anzeichen einer Funktionsuntüchtigkeit des Filters.



**Bild 1:**  
**Aufbringen einer Schotterlage auf einen Flächenfilter aus**  
**textilem Stoff**

Das größte Anwendungsobjekt dieser Art ist gegenwärtig der Einbau von 15000 m<sup>2</sup> Polyäthylen-Flachfadengewebe als Böschungsfilter unter einer Steinschüttung am Objekt Muldeeinlaufwehr. Auch hier wird der Einbau eines Stufenfilters (450 mm) durch einen Textilfilter ersetzt. Hierüber hinaus wurden im Bereich der Wasserstraßenämter Magdeburg und Wittenberge Polyäthylengewebe als Filterschichten in Böschungen und Bühnen eingebaut /3/.

Durch die WWD Küste - Warnow - Peene wurden in den letzten Jahren textile Filter in großem Umfang im Küstenschutz eingesetzt.

Im Sommer 1974 wurden an einer Uferböschung des Oder-Havel-Kanales bei Wandlitz zum ersten Mal auch Vliestextilien in größerem Umfang als Filterelement eingesetzt.

Um diese Bauweise in noch größerem Maße zur Anwendung zu bringen, wurde durch den VEB SRK Wasserbau der Entwurf einer Vorschrift der Staatlichen Bauaufsicht "Projektierungs- und Ausführungsgrundsätze für Wasserbaufilter aus hochpolymeren Stoffen" vorgelegt.

#### Böschungsbefestigung durch textile Stoffe

Die bereits genannten textilen Flächengebilde eignen sich gut zur Böschungsbefestigung gegen Erosion (Wind, Wasser), zumal sie unkompliziert und schnell verlegt werden können und auch preiswert sind. Ein großer Vorteil ergibt sich dabei für kurzzeitige Befestigungen während der Bauzeit oder bis zur Vegetationsperiode. Im Zuge der Verlegung eines Vorflutgrabens im Rahmen eines Tagebauaufschlusses bei Cottbus wurden 1974 vom SRK Wasserbau ca. 40000 m<sup>2</sup> textiler Stoff als Böschungsbefestigung verlegt.

Die Stoffbahnen aus Malimo-Nähgewirken TP 250 und TP 360 sowie Elementarfadenvliesstoff "Kridex" wurden dabei durch Wärmeimpuls-schweißung zu 4,50 m und 6,00 m breiten Matten verbunden.

Neben der Verschweißung der einzelnen Bahnen ist natürlich je nach Art des Faserrohstoffes auch ein Verkleben oder Zusammennähen sowie die einfache Überlappung und Verankerung möglich.

Als besonders günstig hat sich eine Kombination von Textilfilter und Betonzellenplatte erwiesen, die auch am vorgenannten Objekt erprobt wurde. Dabei übernimmt das Textil sowohl die Funktion

eines Filters als auch teilweise die des Erosionsschutzes.

In Zusammenarbeit mit dem Meliorationsbaukombinat Magdeburg, Betriebsteil Gardelegen, durchgeführte Erprobungen zum Einsatz von textilen Stoffen beim Vorfluterausbau ergaben, daß auch hier ein Einsatz günstig ist und eine natürliche Begrünung durch das Textil erfolgt.

Dieser Anwendungsbereich der textilen Flächengebilde läßt eine Vielzahl von Kombinationen mit biologischen Bauweisen zu.

#### Böschungsbefestigung durch chemische Verfestigung

Durch das Institut für Ingenieur- und Tiefbau der Bauakademie der DDR in Leipzig und der Bergakademie Freiberg wurde ein Verfahren zur Verfestigung von nichtbindigen Erdstoffen mittels einer Kunstharzlösung entwickelt /5/.

Es beruht auf der Aushärtung eines Harnstoffformaldehydharzes (Handelsname Neuperm AP) durch Zugabe eines Härter (Ammoniumsulfat).

Ausgehend vom zunächst vorgesehenen Einsatzzweck, der Verfestigung von Baustraßen, wurden durch unser Kombinat erste Feldversuche und Erprobungen zur Anwendung als provisorischer Böschungsschutz vorgenommen.

Dabei wurde die mit Härter gemischte Harzlösung mit einem Bitumenspritzgerät aufgespritzt (Vorteil: beide Komponenten werden erst in der Düse gemischt).

Bei der erwähnten Arbeitsmethode ergab sich bereits nach ca. 2 Stunden eine deutliche Verfestigung der Oberflächenschicht. Die Aushärtungszeit beträgt ca. 24 Stunden. Die Eindringtiefe ist stark abhängig von der Durchlässigkeit des Erdstoffes und betrug zwischen 2 - 3 cm. Der Harzverbrauch beträgt bei diesem Anwendungszweck ca.  $10 \text{ l/m}^2$ . Das Harnstoffformaldehydharz (Neuperm AP) wird vom VEB Fettchemie Karl-Marx-Stadt in erster Linie für die Textilindustrie produziert. Der Preis beträgt ca. 0,80 M/l. Eine im Herbst 1974 hergestellte Versuchsfläche an einer Flußverlängerung (ständig von fließendem Wasser beansprucht) zeigt bis jetzt noch keine Schadstellen.

Diese Möglichkeit der Böschungsbefestigung ist mittels Spritz-

gerät leicht ausführbar und bringt große Vorteile, vor allem bei zeitlich begrenzten Maßnahmen wie z.B. Fangedämme und ähnliches.

Die chemische Verfestigung eignet sich darüber hinaus auch als Unterbau für Polymer- oder Spritzhautdichtungen.

### Böschungsbefestigung und Dichtung durch bituminöse Kaltspritzverfahren

Mit der Entwicklung der Bitumen-Latex-Ein- und Zweikomponenten-Spritzverfahren für Bauwerksabdichtungen sind auch Möglichkeiten für die Befestigung und Dichtung von Böschungen gegeben.

Zur Verringerung der Wasserverluste wurden in Zusammenarbeit mit dem Verkehrs- und Tiefbaukombinat Suhl im Juni 1975 am Gerinne Peres eine Versuchsstrecke von 600 m<sup>2</sup> Bitumen-Latex-Zweikomponentenspritzung 5 mm stark ausgeführt. Als Varianten wurden dabei zusätzlich Kunststoffgewebeeinlagen und dünne (0,2 mm PE) Kunststofffolien erprobt. Das Verfahren garantiert eine Verringerung der Sickerwasserverluste, garantiert aber noch keine druckwasserhaltende Dichtung.

Hierzu muß die Dichtung aus Bitumen-Latex auf eine Untergrundverfestigung (Spritzbeton, chemische Verfestigung usw.) zerstörungsfrei aufgebracht werden und mit einer erosionssicheren Schutzschicht (Spritzbeton, Sandabdeckung mit Steinschüttung) abgedeckt werden. In ähnlicher Weise ist auch eine Dichtung mit Polyurethan und eine Vielzahl von Kombinationen von natürlichen und künstlichen Dichtungselementen möglich /6/.

Über die weitere Entwicklung dieser technologisch vorteilhaften Spritzhautdichtungen und Böschungsbefestigungen und deren vielseitigen Kombinationsmöglichkeiten wird zu gegebener Zeit berichtet werden.

### Literatur

- /1/ Stiehler, R.: Systematische Darstellung wassereitiger Staudammdeckwerke und Darstellung entscheidender Einflußfaktoren für deren Auswahl an Hand eines Auswahlprinzips. Dissertation, Weimar 1971.



- /2/ Batereau, Ch.: Einsatz von Polymerfiltern im Wasserbau. Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule für Architektur und Bauwesen, Weimar, 21 (1974), H. 6.
- /3/ Martin, D.; Seiffert, A.; Sängler, F.: Einsatz textiler Flächegebilde im Erd- und Wasserbau. Bauplanung - Bautechnik, 29 (1975) H. 9, S. 444-446.
- /4/ ... Anwendung von Platten im Wasserbau. Mitteilungen der FAS - Sonderdruck 1973.
- /5/ Bilz, P.; Reinhardt, K.: Technische und technologische Erkenntnisse bei der Anwendung der Baugrundverfestigung. Technische Information BMK Chemie, Sonderheft 2, 1974, S. 34-38.
- /6/ Martin, D.; Kolb, D.: Entwicklungsstand und Einsatzmöglichkeiten von Bitumenbeton und Polymerdichtungen im Wasserbau der DDR. Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule für Architektur und Bauwesen, Weimar, 21 (1974) H. 6.