

Vergleichende Bewertung von Faschinen und Flechtzäunen zur Böschungssicherung im Verkehrswegebau

Egon Stalljann und Stephan Bloemer

Zu begründende Böschungen entlang von Verkehrswegen werden häufig mit Oberboden angedeckt. Solche Bodenandeckungen sind bei den üblichen Böschungsneigungen von 1:1,5 bis 1:2 stark erosions- und rutschungsgefährdet. Durch das Aufräumen des Untergrundes und die Herstellung einer guten Verzahnung zwischen Rohböschung und anzudeckendem Oberboden kann die Rutschungsgefahr verringert werden. In der Regel sind jedoch weitergehende ingenieurbioologische Schutzmaßnahmen wie der Bau von Faschinen oder Flechtzäunen erforderlich. Der Beitrag vergleicht die Bauweisen Faschinen und Flechtzäune zur Sicherung von Bodenaufträgen hinsichtlich ihrer Herstellung, ihrer technischen Umsetzung, ihrer Erosionsschutzwirkung und ihrer Kosten.

Verfasseranschriften:
Dr. E. Stalljann,
SW-Düngesysteme GmbH,
Am Exer 10 b,
38302 Wolfenbüttel;
Geogr. S. Bloemer, M.A.,
Bender GmbH & Co. KG,
Niederlassung Düsseldorf,
Henkelstr. 282,
40599 Düsseldorf

Slopes along traffic routes which have to be vegetated are generally covered with topsoil. Taking into account the slope inclination, which is commonly 1:1,5 to 1:2, topsoil covers are strongly exposed to erosion and land slides. The risk of slides can be reduced by preparing a rough slope surface before applying the topsoil in order to achieve an effective soil layer interlocking. Additionally, as a general rule, bioengineering measures such as fascines and wickerwork fences are required to attain a reliable slope protection. The article compares the two bioengineering techniques, fascines and wickerwork fences, with regard to the aspects of fabrication, technical implementation, erosion control and expenses.

1 Einleitung

Im Zuge von Neu- und Ausbaumaßnahmen im Straßen- und Autobahnbau entstehen vielfach Böschungen durch Einschnitte und Aufschüttungen, die zum Zwecke einer anschließenden Begrünung in der Regel mit Oberboden angedeckt werden. Die Neigung dieser Böschungen beträgt gewöhnlich zwischen 1:1,5 und 1:2. Damit ist die – meist in einer Stärke von 15 bis 20 cm aufzubringende – Oberbodenschicht stark rutschungs- und erosionsgefährdet. Bindige (Lehme) und erosionsanfällige Bodenarten (besonders schluffreiche Substrate, bindige Rohböden mit geringer Aggregatstabilität) erhöhen naturgemäß die Rutschungs- und Erosionsgefahr (Blume 1990).

Um Rutschungen und Erosion zu verhindern oder zumindest drastisch zu reduzieren, kommen vor dem Auftrag geeigneter Oberböden vorwiegend ingenieurbioologische Verfahren bzw. Bauweisen zum Einsatz. Hierbei handelt es sich vorwiegend um Faschinen oder Flechtzäune (Schlüter 1996, Zeh 2007).

Die folgende vergleichende Bewertung von Faschinen und Flechtzäunen soll dazu

beitragen, die jeweils am besten geeignete Bauweise zur Erzielung der gewünschten Böschungssicherung auszuwählen. Bei dieser Bewertung spielen – neben der aktuell anzustrebenden Böschungssicherung – auch Fragen der Langlebigkeit, die zu erwartenden Baukosten sowie mögliche Probleme der technischen und baulichen Umsetzung eine wichtige Rolle. Gleichzeitig werden Aussagen zum Stand der Technik, zur Herstellung und zum Einbau von Faschinen und Flechtzäunen, zu den Belastungen, welchen sie standhalten müssen, und zu den Erosionsrisiken, die sie absichern können, getroffen.

2 Fragestellung

Die hinsichtlich der Böschungssicherung vorrangig zu stellenden Fragen lauten wie folgt:

- Wie groß ist die Erosions- bzw. Rutschungsgefahr für den auf Rohbodenböschungen anzudeckenden Oberboden?
- Welche Vorgaben werden für die Sicherung von Böschungen durch Flechtzäune und Faschinen in der Fachliteratur, in gängigen Regelwerken und von Exper-

ten aus der Praxis für derartige Bauwerke gemacht?

- Wie fällt der direkte Vergleich zwischen Faschinen und Flechtzäunen aus? Wo liegen die Möglichkeiten und Grenzen von Faschinen und Flechtzäunen in Bezug auf die Verhinderung von Rutschungen bei Oberbodenandeckungen an Böschungen?

Die im Folgenden getroffenen Aussagen basieren auf langjähriger Berufserfahrung der Autoren im Bereich Projektbetreuung und Projektüberwachung, auf einschlägigen Literaturangaben, auf Erfahrungsberichten von praxisorientierten Fachleuten sowie auf Baustellenunterlagen und LV-Texten in Standardleistungskatalogen des Landschaftsbaus.

3 Standortbewertung

3.1 Erosions- und Rutschungsgefahr für Oberbodenaufträge auf Böschungen

Erosions- und Rutschungsgefahr an einer Böschung hängen von folgenden Faktoren ab:

- Böschungslänge: Je länger die Böschung

ist, desto schneller und erosionswirksamer fließt das Oberflächenwasser ab, und desto schwerer ist die Last des angedeckten Oberbodens, die Richtung Hangfuß drückt.

- Böschungsneigung: Sie beeinflusst die Ablaufgeschwindigkeit des Oberflächenwassers und die Rutschungsgefahr des angedeckten Oberbodens.
- Bodenart (Körnung): Kleinere Bodenpartikel werden eher verlagert als größere, bindige Böden neigen verstärkt zu Rutschungen. Schluffige Böden sind besonders erosionsgefährdet.
- Niederschlagsmenge und -intensität: Menge und Energie des ablaufenden Wassers pro Zeiteinheit.
- Rauigkeit der Oberfläche: Sie wird durch Bewuchs, Mikrorelief, Bodengefüge und Kornstruktur beeinflusst.

Bei der Herstellung von Böschungen ist gemäß DIN 18918 (DIN 2003) zu gewährleisten, dass kein Oberflächenwasser von oben unkontrolliert über die Böschung abgeleitet wird. Dies würde unweigerlich zu mehr oder weniger starken Erosionsbildungen führen. Hier sind geeignete bauliche Maßnahmen oberhalb der Böschung (Dränage- und Abflussgräben, kleine Dämme mit gezielten Abflussstellen, etc.) zu ergreifen, um derartige Effekte zu verhindern.

Wird auf einer profilierten Böschung eine Oberbodenschicht aufgetragen, ist darauf zu achten, dass eine ausreichende Verzahnung zwischen Unter- und Oberboden hergestellt wird. Abrutschungen von Oberbodenandeckungen treten vor allem dann auf, wenn diese ihre volle Feldkapazität erreicht haben und der Unterboden mangels Verzahnung zu einer Gleitfläche wird. Dann können ganze Bodenpartien abrutschen und unter Umständen sogar

den motorisierten und unmotorisierten Verkehr gefährden. Diese Effekte lassen sich durch eine Ansaat nicht kurzfristig verhindern. Erst wenn die Pflanzen ein intensives und ausreichend tiefes Wurzelnetzwerk entwickelt haben, verringert sich die Gefahr einer Rutschung. Der wirksamste Schutz gegen derartige Phänomene ist ein stabiler Profilaufbau mit guter Bodenverzahnung.

Sind diese notwendigen Verzahnungsarbeiten nicht Teil des ausgeschriebenen Leistungsumfanges, sollten bei glatt gestalteten Böschungsoberflächen entsprechende Bedenken angemeldet und dieser fehlende Arbeitsschritt (Aufrauen der Böschung vor Faschinen- bzw. Flechtzaunbau und Bodenandeckung) vom anbietenden bzw. ausführenden Bauunternehmen als Nachtrag eingefordert werden.

Ein mögliches Abrutschen von angedecktem Oberboden kann über die notwendige und in der DIN 18918 geforderte Verzahnung zwischen anstehendem bzw. geschüttetem Rohboden und angedecktem Oberboden hinaus durch das Anbringen von Faschinen oder Flechtzäunen weitestgehend verhindert werden. Dabei ist unbedingt auf eine fachgerechte Bauweise und die Berücksichtigung der auftretenden Zugkräfte zu achten.

3.2 Auswirkungen des Klimawandels auf die Erosions- und Rutschungsgefahr

In diesem Zusammenhang ist eindringlich darauf hinzuweisen, dass im Zuge des globalen Klimawandels künftig mit einer deutlich erhöhten Erosionsproblematik zu rechnen ist. Die Winterniederschläge dürften sich, je nach Region, um 10 bis 50 % erhöhen (Spekat, Enke und Kreienkamp 2007). Darüber hinaus wird die

Niederschlagsvariabilität zunehmen, es ist also vermehrt mit Starkniederschlägen zu rechnen. Schon im 20. Jahrhundert haben die Winterniederschläge besonders im Westen und Süden Deutschlands deutlich zugenommen (Schönwiese et al. 2003). Die klimatischen Veränderungen sind für Unternehmen, die im Erosionsschutz aktiv sind, bereits seit geraumer Zeit deutlich wahrnehmbar.

3.3 Bewährte Alternativen zur Oberbodenandeckung auf Böschungen

Die Nachteile von Oberbodenandeckungen sind in der Fachliteratur hinlänglich beschrieben und können durch fachgerechte Rohbodenbegrünungen problemlos umgangen werden. Anstelle eines mit ingenieurbioologischen Bauweisen wie Faschinen oder Flechtzäune aufwändig zu sichernden Oberbodenauftrages kann der anstehende Rohboden mit speziellen Rezepturen per Nassansaat erfolgreich begrünt und gegen Erosion gesichert werden (Stalljann 1987, 2000 und Stalljann und Wagner 2001). Dieses oberbodenlose Verfahren ist seit vielen Jahren Stand der Technik und wird von spezialisierten Begrünungsunternehmen routinemäßig und großflächig angewendet (Bloemer 2000, 2002 und 2003, Kirchner und Tischew 2006).

4 Sicherung von Böschungen durch Faschinen und Flechtzäune – vergleichende Bewertung

Der Einbau von Faschinen und Flechtzäunen gehört zu den ingenieurbioologischen Sicherungsbauweisen. In der gängigen Fachliteratur (Volkmann 1976, Bege mann und Schiechl 1986, Schlüter 1996, Gray und Solir 1996, Florineth 2004, Zeh 2004) werden Art, Herstellung und Bauausführung für die Anbringung von Faschinen und Flechtzäunen ausführlich beschrieben.

4.1 Beschreibung Faschinen nach Zeh

„Faschinen werden aus lebenden Ästen und/oder toten Ruten zu 20 bis 40 cm dicken Walzen zusammengebunden. Dabei haben die lebenden Weidenäste bzw. die toten Ruten einen Durchmesser von 2 bis 4 cm bei Astlängen von 2 bis 6 m. Die Walzen werden durch geglühten Draht mit einer Stärke von 2 bis 3 mm zusammengebunden. Die Walzen werden durch 30 bis 60 cm lange, in den Boden eingeschlagene Holzpflocke (Durchmesser 3 bis 5 cm)

- Harmonische Anpassung an die natürliche Umgebung
- Optimaler Schallschutz entsprechend ZTV Lsw 88
- Umweltgerecht, standsicher, langlebig
- Individuelle Bepflanzung, natürliche Wachstumsbedingungen
- Als Drahtschotterkorb (Gabione) zur Steinfüllung hervorragend geeignet

Lärmschutz und Hangsicherung
»nach Maß«

E. BECKER & CO GMBH Fernruf (0 23 05) 97 30 40
 Hermannstraße 2 – 8 Telefax (0 23 05) 97 30 444
 D-44579 Castrop-Rauxel e-mail: ebeco@t-online.de

oder Stahlstäbe (Durchmesser 10 bis 20 mm) verankert.

Je nach Bauweise und Aufgabenstellung werden die Walzen horizontal, schräg bzw. rautenförmig oder vertikal eingebaut. Bei horizontaler Anordnung wirkt die Faschine Wasser speichernd. Bei geneigter oder vertikaler Anordnung wirkt sie wegen der längsgerichteten Äste entwässernd.

Bei lebenden Faschinen wird durch den hohen Wasserverbrauch der anwachsenden Weiden dem Boden Wasser entzogen und damit die Erosion verhindert. Die Verwurzelung erhöht der Schutz vor Rutschungen und verbessert die Verzahnung zwischen Untergrund und angedecktem Boden. Darüber hinaus wirken die Walzen auch als Barrieren, die die vom rutschungsgefährdeten Boden ausgehenden Kräfte auffangen.“

Bei horizontal bis geneigt verlegten Totholzfaschinen wirken die verlegten Walzen ausschließlich als Barrieren, die den rutschungsgefährdeten Boden bremsen und die vom angedeckten Boden ausgeübten Kräfte aufnehmen. Mit der Zeit füllen sich die Walzen mit feuchtem Boden (eingeschwemmtem und gefiltertem Erosions-sediment), was ihre Wirkung als bremsende Barriere noch erhöht (Zeh 2007) (Bilder 1 und 2).

4.2 Beschreibung Flechtzaun nach Zeh

„Lange Pfähle aus Holz oder Stahl werden in 100 bis 300 cm Abständen in die Erde geschlagen. Dazwischen setzt man in Abständen von ca. 30 cm kurze, lebende ... oder tote ... „Steckhölzer (Spieker) von 30 bis 80 cm Länge. Danach sind lange, biegsame Ruten ausschlagfähiger“ ... oder toter... „Weiden (Mindestlänge 120 cm) mit dem dicken Ende in den Boden zu stecken

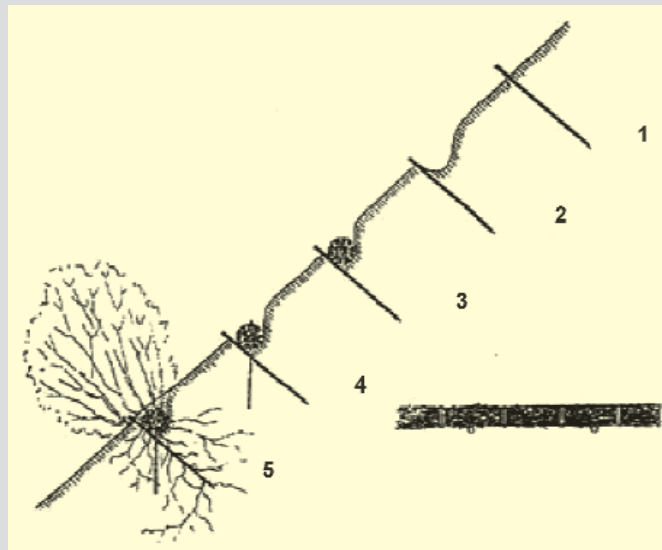


Bild 1: Schematische Darstellung des Hangfaschinenbaus (Quelle: Begemann und Schiechl 1986)



Bild 2: Rautenförmig verlegte Hangfaschinen vor Oberbodenbedeckung, Ortsumgehung Neuhäusel

und nach Korbmacherart um die Pfähle zu flechten. Je nach Bauweise und Aufgabenstellung werden die Flechtzäune horizontal oder rautenförmig eingebaut. Konsolidierend für lose Oberbodenschichten; nur geringe Tiefenwirkung“. (Zeh 2007) (Bilder 3 und 4).

4.3 Vergleichende Bewertung von Faschine und Flechtzaun

4.3.1 Bewertungsaspekt: Technischer Einbau Faschine

– Rasche und einfache Ausführung; vorproduzierte Walzen bzw. Wippen wer-

LASTRADA®
DIE STANDARDSOFTWARE FÜR DIE BAUSTOFFPRÜFUNG

Qualität und Wirtschaftlichkeit mit System!



Die durchgängige Lösung im Labor, auf der Baustelle und unternehmensweit

- Angebotsverfolgung, Auftragsbearbeitung, Rechnungslegung, Nachkalkulation u. v. a. m. sowie sämtliche Baustoffprüfungen in einem System
- Zuverlässige Erfassung und Auswertung von Prüfdaten
- Prüfungen nach den neuesten Normen und Vorschriften
- Standardisierte und rationelle Arbeitsabläufe
- Beschleunigte Laborabläufe, schnelle Reaktion auf Kundenwünsche
- Ständige Übersicht über Angebote, Auftragsbestand und Rechnungen
- Verlässlicher Service, ständige Systemaktualisierung

Neu:

Bieten Sie mit LASTRADA® Ihren Kunden neue Dienstleistungen:

- Erfassung von Liefer- und Probedaten direkt auf der Baustelle
- „Betontagebuch als Dienstleistung“
- Zeitnahes Controlling des Baufortschritts für die Baufirma
- Gemeinsame Systemnutzung in Arbeitsgemeinschaften

Auch für **Baustoffproduzenten** und **Bauunternehmen** ist LASTRADA® das effektive Werkzeug für gestiegene Ansprüche an die Qualitätssicherung:

- Spezielle Module für die Eigenüberwachung/Eingangskontrolle (Asphalt, Beton, Gesteinskörnungen)
- Durchgängige Qualitätsketten von der Baustoffproduktion bis zur Baustellenüberwachung

Durch die **Vielfalt der Einsatzmöglichkeiten** etabliert sich LASTRADA® weiter als Standardsoftware nicht nur für die unmittelbare Baustoffprüfung, sondern auch für die Baustellenüberwachung.

Weiter geht es mit

LASTRADA®

Dr. Jung & Partner
Software & Consulting AG
Mainzer Straße 23
10247 Berlin

Telefon: +49 - 30 - 27574020
Telefax: +49 - 30 - 29049092
E-Mail: webmaster@jpsc.de
Internet: www.jpsc.de

Kontakt:
Herr Dr.-Ing. Andreas Janker
Telefon: 0172 - 605 31 79
E-Mail: a.janker@jpsc.de

Bild 3: Schematische Darstellung des Flechtzaunbaus (Quelle: Zeh 2007)

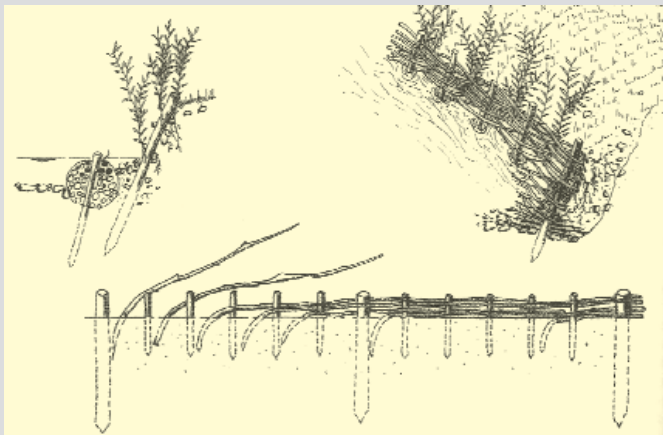


Bild 4: Rautenförmig verlegter Flechtzaun, Reihenabstand 1,5 m, Pflöckabstand 0,5 m; Baustelle Bahn AG, ICE Neubautrasse Mannheim/Stuttgart, Bereich Rollenbergtunnelportal Ost



- den hangseitig vor die eingeschlagenen Pfähle gelegt, oder die Pfähle werden durch die Wippen geschlagen.
- Die Vorproduktion erhöht die Einbaugeschwindigkeit enorm, was im Hinblick auf die Ausnutzung von Schönwetterperioden oder bei eng gesetzten Ausführungsterminen ein wichtiges Argument darstellt.
- Verhinderung von Verstopfungen der Entwässerung, störungsfreie Drainage.

Flechtzaun

- Zeit- und arbeitsaufwendige, vergleichsweise komplizierte Ausführung, da jede Rute vor Ort um Pflöcke und Spieker geflochten werden muss. Hoher Materialverbrauch.
- Nur sehr lange, gut flechtbare Äste sind geeignet.
- Unbrauchbar bei steinigem Bodenverhältnissen, da die in den Boden zu steckenden Rutenenden nur schwer im steinigem Untergrund sicher zu befestigen sind.
- Gute Anpassung an bestehende Geländeverhältnisse, z. B. bei schlängelndem Bachverlauf unterhalb eines Hanges.
- Benötigt bei geringem Raumangebot

(z. B. schmaler Bachlauf) weniger Querprofil.

4.3.2 Bewertungsaspekt Kosten

- Bei einem Faschinendurchmesser bzw. einer Flechtzaunhöhe von 20 cm und einer Verlegemenge von 1000 bis 5000 m liegen die durchschnittlichen Preise für den Flechtzaun im Schnitt etwa um das 1,5-fache je Laufmeter (Preisniveau 2007) über den Preisen für Faschinen. Diese Angabe geht von auskömmlichen Preisen aus, die eine korrekte Bauausführung ermöglichen. Die Mehrkosten für den Flechtzaun im Vergleich zur Faschine begründen sich in dem deutlich höheren Arbeitsaufwand vor Ort.

4.3.3 Bewertungsaspekt Böschungssichernde bzw. ingenieurbioologische Wirkung

Faschine

- Hohe Böschungssicherung, da breite Wippen optimal die vom rutschungsgefährdeten Boden ausgehenden Kräfte auffangen (Höhendurchmesser = Breitedurchmesser).
- Die Wirkung der Wippen steigt mit der Menge des in ihnen durch den Filtereffekt gesammelten Erdreichs.

- Damit nimmt die böschungssichernde Wirkung durch die Menge des in der Walze gesammelten Bodenmaterials mit der Zeit noch zu.
- Vergleichsweise geringer Arbeitsaufwand und damit verbunden geringere Trittbelastung als beim Flechtzaunbau. Daher keine zusätzlichen Störungen im meist labilen Böschungsbereich.
- Geringere Anforderung an Länge und Biegsamkeit der Äste.
- Lebendfaschinen gewährleisten bei oberflächlicher Einbringung und guter Erdbedeckung eine bessere Durchwurzelung des Bodens als Flechtzäune aus lebenden Weidenruten.
- Schräg eingebaute Faschinen bieten eine bessere Hangentwässerung als schräg eingebaute Flechtzäune.

Flechtzaun

- Haupteinsatzbereich von Flechtzäunen ist die Böschungsfußsicherung an geschleebarmen Gewässern.
- Im Vergleich zur Faschine geringere Böschungssicherung bei Erdandekung da die Flechtzaunstrukturen die vom rutschungsgefährdeten Boden ausgehenden Kräfte nicht optimal auffangen.
- Hohe Zahl der in den Boden eingesteckten Flechtruten lockert und destabilisiert den Untergrund.
- Der intensive und deutlich höhere Arbeitsaufwand und die damit verbundene stärkere Trittbelastung beim Einbau von Flechtzäunen führen zu zusätzlichen Störungen im meist labilen Böschungsbereich.
- Flechtzaune erreichen nicht die Dränleistung von Faschinen.

5 Fazit und Ausblick

Vor dem Einbau von Faschinen und Flechtzäunen ist darauf zu achten, dass der anzudeckende und gegen Erosion und Rutschung zu sichernde Oberboden eine gute Verzahnung mit dem anstehenden oder aufgeschütteten und dann meist verdichteten Rohboden hat. Ferner ist darauf zu achten, dass geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um unkontrolliert von oben in die Böschung eintretendes Oberflächenwasser zu vermeiden. Beides, eine ausreichende Verzahnung und den Schutz vor unkontrolliert ablaufendem Oberflächenwasser, fordert die DIN 18918.

Fasst man die in der Fachliteratur, in Regelwerken und in Herstellerangaben dar-

gelegten Angaben zur Eignung von Faschinen und Flechtzäunen zusammen und ergänzt diese durch die umfangreiche Projekterfahrung der Autoren und durch Äußerungen und Erfahrungen von Fachleuten der Ingenieurbiologie, kann festgehalten werden, dass der Einbau von Faschinen im Vergleich zum Einbau von Flechtzäunen die stabilere Bauweise an Böschungen zur Sicherung von angedecktem Oberboden darstellt und damit heute Stand der Technik ist.

Betrachtet man darüber hinaus die zu erwartenden Baukosten, muss festgehalten werden, dass der Einbau von Faschinen in Hanglagen zur Stabilisierung von angedecktem Oberboden im Vergleich zum Einbau von Flechtzäunen die preisgünstigere Sicherungsbauweise darstellt. Unter dem Aspekt einer zügigen Umsetzung von Baumaßnahmen ist der Einbau von Faschinen dem Einbau von Flechtzäunen wiederum überlegen. Durch eine mögliche Vorfertigung von Faschinen können kurze Bauzeiten sowie geeignete und meist kurze Schönwetterperioden optimal genutzt werden.

Zusammengefasst ist bei einem direkten Vergleich der Einbau von Faschinen zur Stabilisierung von Bodenabdeckungen an Böschungen in den Bereichen Bauwerkstabilität, geringere Baukosten und schnellere Bauzeiten dem Flechtzaun überlegen. Im Hinblick auf sich verstärkende Niederschläge im Winter und die zunehmende Gefahr von Starkregenereignissen im Rahmen der globalen Klimaveränderung und die damit verbundene erhöhte Gefahr von Erosion und Rutschungen sollten ausschreibende Stellen wie Ingenieurbüros und Kommunen die Faschine dem Flechtzaun unbedingt vorziehen.

Wo immer möglich, sollte darüber hinaus der Rohbodenbegrünung ohne Oberbodenabdeckung als einzig wirklich standortgerechte Begrünung und Böschungssicherung der Vorzug gegeben werden.

Literaturverzeichnis

Begemann, W.; Schiechl, H.-M. (1986): Ingenieurbiologie. Wiesbaden, 203 S.
 Bloemer, S. (2000): Böschungssicherung durch Extremflächenbegrünung: Hydraulische Nassansaat an der ICE-Neubaustrecke Köln-Rhein/Main. - Jahrbuch 9 der Gesellschaft für Ingenieurbiologie e.V. 2000: Ingenieurbiologie - Sicherung an Verkehrswegeböschungen, S. 393-406
 Bloemer, S. (2002): Oberbodenabdeckungen auf Böschungen: Immer problematisch. - GaLaBau 11+12/2002, S. 48-50.

Bloemer, S. (2003): Erosionsschutz und Begrünung von Böschungen im Verkehrswegebau: Optimierung durch Rohbodenbegrünung statt Oberbodenabdeckung. - Straßenverkehrstechnik 2/2003, S. 90-95.
 Blume, H.P. (1990): Handbuch des Bodenschutzes. Landsberg/Lech, 686 S.
 DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.) (2003): Landschaftsbauarbeiten VOB/StLB/STLK, DIN-Taschenbuch Nr. 81, 6. Auflage, 704 S.
 Florineth, F. (2004): Pflanzen statt Beton. Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik. 272 S., Berlin, Hannover.
 Gray, D.; Solir, R. (1996): Biotechnical and Soil Bioengineering, Slope Stabilization. John Wiley Interscience Publication, 378 S., New York.
 Kirmer, A.; Tischew, S. (Hrsg.) (2006): Handbuch naturnahe Begrünung von Rohböden. 195 S., Wiesbaden.
 Schlüter, U. (1996): Pflanze als Baustoff - Ingenieurbiologie in Praxis und Umwelt. Berlin, Hannover, 319 S.
 Schönwiese, C.-D. et al. (2003): Klimastatement der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft (DMG), der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie (ÖGM) und der Schweizerischen Gesellschaft für Meteorologie. Aktualisierte Fassung Sept. 2003 (www.dmg-ev.de/gesellschaft/aktivitaeten/pdf/klimastatement_2003.pdf).

Spekat, A.; Enke, W.; Kreienkamp, F. (2007): Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES-Szenarios B1, A1B und A2. - Publikationen des Umweltbundesamtes Januar 2007, 112 S. + 28 S. Anhang. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes, FuE-Vorhaben, Förderkennzeichen 204 41 138.
 Stalljann, E. (1987): Erosionsschutz und Begrünung bei problematischen Bodenverhältnissen in Hanglagen. - Zeitschrift Wertermittlungsforum, Heft 4, S. 170-175.
 Stalljann, E. (2000): Die Nassansaat als ingenieurbioologische Maßnahme im Straßenbau. - Jahrbuch 9 der Gesellschaft für Ingenieurbiologie e.V. 2000: Ingenieurbioologie - Sicherung an Verkehrswegeböschungen, S. 57-98.
 Stalljann, E.; Wagner, K. (2001): Begrünung von Extremstandorten. In: Bauen in der Erde. Akademie der Geowissenschaften zu Hannover, Heft 19, Seite 91-98.
 Volkmann, W. (1979): Landschaftsbau. 280 S., Stuttgart.
 Zeh, H. (2007): Ingenieurbioologie - Handbuch Bautypen. 5 Sprachen; Zürich, 441 S.

SCHALUNGSSYSTEME
VERBAUSYSTEME
GEOTECHNIK



Bodennägel **TITAN**

Die optimale Hangsicherung

Umweltfreundliche und kostengünstige Stützbauwerke
im Straßenbau durch Bodenvernagelung



FRIEDR. ISCHEBECK GMBH
 POSTFACH 13 41 · D-58242 ENNEPETAU · TEL. (0 23 33) 83 05-0 · FAX (0 23 33) 83 05-55
 E-MAIL: info@ischebeck.de · INTERNET: <http://www.ischebeck.de>

