

Böschungssicherung mit ingenieurbiologischen Verfahren

Die Ingenieurbiologie beschäftigt sich mit dem Einsatz von Pflanzen zur Vermeidung und Behebung von Landschaftsschäden. Hierbei wird meist die festigende Wirkung der Wurzeln im Boden ausgenutzt. Die Ingenieurbiologie kommt vor allem zum Schutz vor Erosion und im Wasserbau wegen ihrer hydraulischen Veränderung der Strömungsverhältnisse zum Einsatz.

Bei der ingenieurbiologischen Böschungssicherung macht sich der Geotechniker die haltenden Kräfte der Wurzeln im Erdreich und die Wasseraufnahme des Wurzelnetzwerks zunutze, um die Stabilität einer Böschung zu verbessern. Die Tiefenwirkung der Stabilisierung ist vom Wurzelwerk der verwendeten Pflanzen und dem vorhandenen Boden abhängig. Maximal beträgt sie etwa 2 m.

Durch eine intensive Durchwurzelung können Zugspannungen in den oberen Bodenschichten aufgenommen werden. Ingenieurbiologische Böschungssicherungen werden in der Regel nicht mehr angewendet, wenn die gesamte Böschung ein Standsicherheitsdefizit aufweist. Frisch angeschnittene Böschungen sollten umgehend begrünt werden.

Böschungssicherung ingenieurbologisch

Pflanzen können aber nicht nur zur Stabilisierung von Böschungen eingesetzt werden, sondern auch Hang- und Böschungsbewegungen sichtbar machen. Bekannte Formen, die eine Bewegung andeuten, sind das Hackenschlagen, der Sichel- und Kümmerwuchs sowie das schräge Wachsen von Stämmen (Abb. 1).

Diese konstruktiven Verfahren ergänzen den vollflächigen Schutz der Oberfläche durch eine geschlossene Begrünung in Form von Gras und Kräuterbewuchs auf einer Oberbodenandeckung oder einer Begrünung im Nassspritzverfahren. Ein sicherer Schutz vor Erosionen bis zum Verwurzeln der Saat kann durch Erosionsschutz- und Begrümmatten hergestellt werden.



Abb. 1: Wachstumsstörung an Bäumen infolge von Hangbewegungen im Hangschutt

Böschungssicherung ingenieurbologisch

Regelwerke

- ZTV E-StB:
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
- ZTVLa-StB:
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Landschaftsbauarbeiten im Straßenbau
- DIN 18320:
Landschaftsbauarbeiten
- DIN 18915:
Landschaftsbau, Bodenarbeiten für vegetationsstechnische Zwecke
- DIN 18916:
Landschaftsbau, Pflanzen und Pflanzarbeiten
- DIN 18917:
Landschaftsbau, Rasen
- DIN 18918:
Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Ingenieurbio-logische Sicherungsbauweisen – Sicherungen durch Ansaaten, Bepflanzungen, Bauweisen mit lebenden und nicht lebenden Stoffen und Bauteilen, kombinierte Bauweisen
- RAS-LG 3:
Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil Landschaftsgestaltung (RAS LG), Abschnitt 3 Lebendverbau (FGSV 293/3)
- Merkblatt für einfache landschaftsgerechte Sicherungsbauweisen (FGSV 229)
- M Geok E:
Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus

Grundlagen für Planung
und Ausführung

Die Anwendung ingenieurbio-logischer Maßnahmen hängt in erster Linie vom Standort ab. Bei der Wahl geeigneter Pflanzen sind zu berücksichtigen:

- Meereshöhe, geographische Länge und Breite
- Klima
- Exposition des Hangs (Norden, Süden, Osten, Westen)
- geologische Situation
- Bodenart und -aktivität
- Wasserverhältnisse
- Aufwuchszeiten bis Zugkräfte übernommen werden können

Das Vorkommen bestimmter Pflanzen kann auch Hinweise auf den Boden oder die Wasserverhältnisse geben. Typische kalkanzeigende Pflanzen sind beispielsweise die Waldzwecke, Echte Erika, Seidelbast, Wacholder, Bergaster und Tollkirsche. Kolbenschilf, Wollgras und Sumpfmoss deuten auf stehendes Wasser mit niedrigem pH-Wert, Flatterbinse auf häufig offenes, stehendes und leicht ziehendes Wasser hin.

Tab. 1: Zugfestigkeitswerte einjähriger Pflanzenwurzeln mit Durchmesser unter 2 mm bei mehr als 10-maliger Wiederholung in N/cm² (aus SCHIECHTL, 1973: Sicherungsbauweisen im Landschaftsbau; München)

	Max. (N/cm ²)	Min. (N/cm ²)
Ackerquecke (Stiny)	2.530	700
Luzerne (Schiechtel)	6.650	2.540
Schwarzpappel (Schiechtel)	1.200	490
Bruchweide (Hiller)	2.550	970
Brandstockweide (Hiller)	2.560	940
Grauweide (Hiller)	1.630	1500

Tab. 1: Zugfestigkeitswerte einjähriger Pflanzenwurzeln mit Durchmesser unter 2 mm bei mehr als 10-maliger Wiederholung in N/cm² (aus SCHIECHTL, 1973: Sicherungsbauweisen im Landschaftsbau; München) (Forts.)

	Max. (N/cm ²)	Min. (N/cm ²)
Schweizer Weide (Hiller)	2.400	760
Ackerweide (Hiller)	1.220	1.090

Pflanzen und Pflanzenteile werden häufig in Kombination mit anderen Baustoffen wie Holz, Steinen, Stahl, Kunststoffen und Beton eingebaut. Diesen Baustoffen wird dann meist eine stützende Wirkung zugeordnet.

Biologische Verbaumaßnahmen – Ausführung

Die bekanntesten biologischen Verbaumaßnahmen sind die Krainerwände. Sie müssen mindestens 10° Neigung aus der lotrechten in den Hang hinein besitzen. Sie bestehen aus horizontal vor der Böschung eingebrachten Rundhölzern, zwischen denen angespitzte Rundhölzer rechtwinklig in die Böschung eingebracht werden. Durch Einlegen von ausschlagfähigen Gehölzästen bzw. Heckenbuschlagen entsteht nach einer entsprechenden Anwachszeit ein dichtes Buschwerk, dessen Wurzelwerk in Oberflächennähe das Erdreich stabilisiert und der Böschung Wasser entzieht. Holzkrainerwänden wird eine Lebensdauer von ca. 20 Jahren zugesprochen, sofern keine Umstände eintreten, die die Pflanzen beeinträchtigen.

Besteht in der Böschungsoberfläche eine starke Witterungsempfindlichkeit des Bodens und/oder

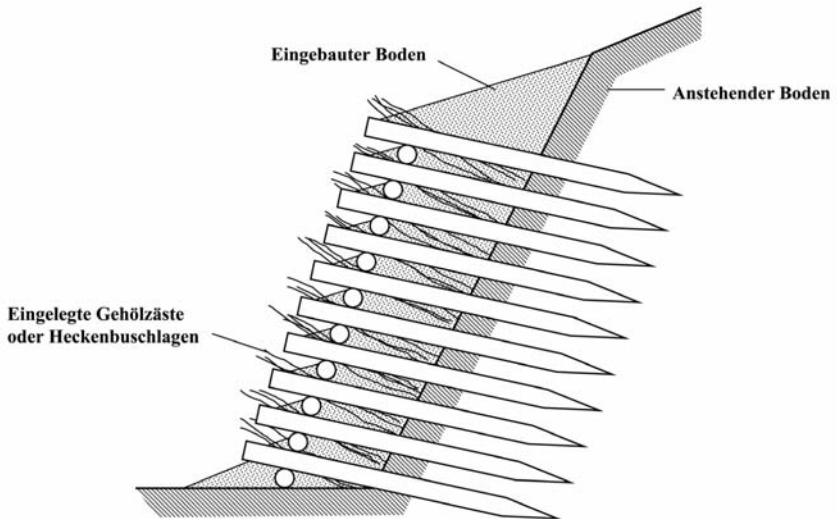


Abb. 2: Schematische Skizze einer Krainerwand (aus BEGEMANN & SCHIECHTL, 1983: Ingenieurbiologie)

sind stark durchnässte Bereiche erkennbar, kann das Auflegen eines dreidimensionalen Metallgitters, das zur besseren Entwässerung mit Kieskorn gefüllt und mit Oberboden abgedeckt und begrünt wird, aufgebracht werden. Solche Gitter werden mit Nägeln befestigt. Sie haben je nach Hersteller Tiefenabmessungen von 8 bis 10 cm.

Böschungssicherung ingenieurbiologisch

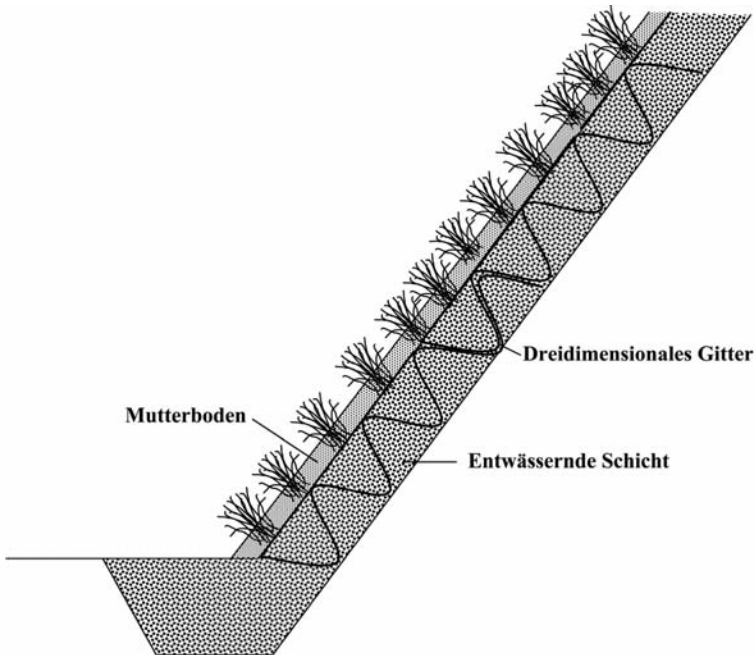


Abb. 3: Dreidimensionales Metallgitter

Bekannt sind auch Flechtzäune (Faschinen), Heckenlagen- und Buschlagenbau. Wobei Heckenlagenbau ausschließlich aus bewurzelten Gehölzpflanzen besteht, Buschlagenbau ausschließlich aus Ästen ausschlagfähiger Holzarten und der Heckenbuschlagenbau eine Kombination aus beidem ist. Diese Form der Böschungssicherung ist sehr wirksam und kostengünstig.

Beim Hecken- und Buschlagenbau empfiehlt es sich, Oberboden oder Kompost mit dem Wurzel-

werk einzubringen und die Pflanzen bzw. auch Weidenäste in dichten Reihen zu pflanzen. Wesentlich ist, dass die eingebrachten Wurzeln und Triebe eine Neigung zwischen 10° und 45° aus der Horizontalen nach unten besitzen. Eingebrachte triebfähige Pflanzen und Äste sollten zu $\frac{3}{4}$ ihrer Länge in den Boden gesteckt werden, nur $\frac{1}{4}$ ragen in die Luft. Der Abstand zwischen den Pflanzenreihen sollte 1 bis 3 m betragen, je nach Pflanze und Neigung der Böschung. Diese Methode eignet sich besonders zum Wiederaufbau von flachen Hangrutschungen in bindigen und stark bindigen gemischtkörnigen Böden.

Biologischer Oberflächenschutz – Ausführung

Oberboden

Der Schutz der Oberfläche geschieht durch eine vollflächige Begrünung. Hierfür wird Oberboden aufgebracht. Die Dicke der Schicht muss so gering sein, dass die Pflanzen in den darunter liegenden Rohboden einwurzeln, jedoch so dick, dass sie sich in dem Oberboden zunächst entwickeln können. Schichtdicken zwischen 10 und 15 cm haben sich bewährt, 20 cm ist meist zu viel (Abb. 4).



Abb. 4: Oberbodenrutschung

Aufbringen von Oberboden

Der Oberboden wird ohne Verdichtung auf die Böschung aufgetragen. Bei der Standardböschung von 1 : 1,5 ist häufig die Standsicherheit infrage gestellt, besonders, wenn die Rohböschung in tonigen Böden steht und eine glatte Oberfläche hat. Ein Abrutschen kann durch besondere Maßnahmen verhindert werden:

- Zäune: schräg zur Böschungsneigung mit Erdnägeln befestigt als parallele Streifen (Schräg-

- zäune) oder als Netzwerk von zwei sich schräg kreuzenden Streifen (Rautenzäune):
- aus Flechtwerk mit ausschlagfähigen Weiden (Faschinen)
 - aus Jutegewebebändern
 - aus Holzbrettern oder Rundhölzern
 - Geozellen: Geokunststoffbänder, die so aneinander befestigt sind, dass sie auseinander gezogen ein Wabenmuster bilden und auf der Böschung mit Erdnägeln befestigt werden (Abb. 5).
 - Geokunststoffoberbodenmatten: Kräuselstrukturen aus Kunststoffdraht, die aufgenagelt und mit Oberboden gefüllt werden.

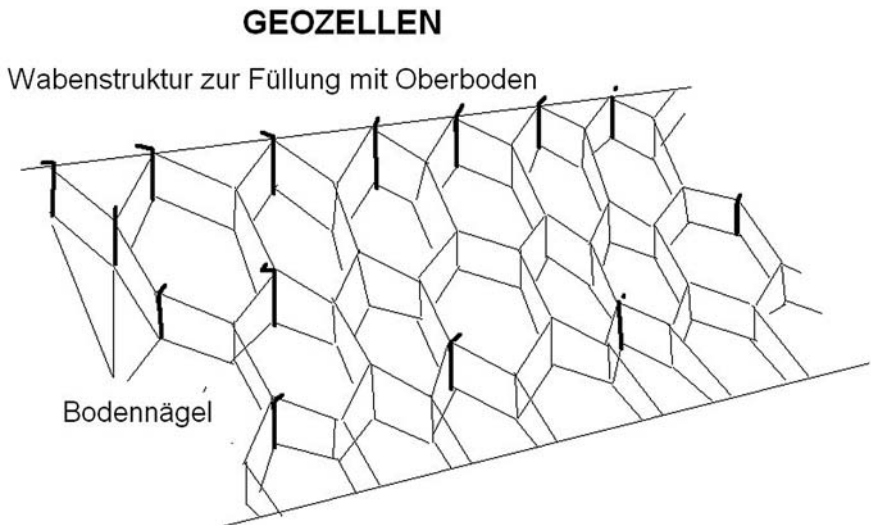


Abb. 5: Geozellen – Wabenstrukturen zum Festhalten von Oberboden

Böschungssicherung ingenieurbologisch

In den Oberboden wird eine standortgerechte Samenmischung eingesät. Für die Samenmischung siehe DIN 18916, DIN 18917, DIN 18918 sowie ZTVLa-Stb und RAS-LG3.

Nassspritzverfahren zur Begrünung

Alternativ zum Auftragen von Oberboden können die Böschungen im Nassspritzverfahren begrünt werden. Hierbei wird eine Mischung aus Trägerstoffen, Dünger, organischem Kleber und Saatgut in wenigen Zentimeter Dicke aufgespritzt. Zusätzlich kann Pflanzenhäcksel als Mulchüberdeckung aufgeblasen werden. Dieses Verfahren empfiehlt sich besonders auf stark geneigten Lockergesteins- und auf Felsböschungen.

Aussaatbedingungen

Das Aussäen ist nur zu Beginn der Vegetationsperiode sinnvoll, in Abhängigkeit von der Keimdauer des Saatguts, d.h. im Frühling bis beginnenden Sommer. In Trockenphasen muss u.U. beregnet werden.

Gehölze: Pflanzen oder Säen

Es ist im Einzelfall zu prüfen, ob Gehölze mit ausgesät oder später eingepflanzt werden (ZTVLa-Stb und RAS-LG3). Das Säen von Gehölzen hat den Nachteil, dass diese länger brauchen, um zu wachsen, hat aber den Vorteil, dass sie gleich richtig einwurzeln können. Ein nachträgliches Pflanzen in eine durch eine geschlossene Rasendecke bereits geschützte Böschung kann bei rutschempfindlichen Böden zu Schäden führen, weil die Pflanzlöcher Wasser konzentriert versickern lassen und der Rohboden dann aufweichen kann.

Erosionsschutz- und Begrünungsmatten

Konstruktive Hinweise

Es ist besonders zu beachten, dass Böschung und Oberboden erst gegen Abschwemmen durch Niederschläge und strömendes Wasser gesichert sind, wenn die Durchwurzelung stattgefunden hat (Bild: 4). Böschungen sollten daher in der günstigen Zeit sofort mit Oberboden oder im Nassspritzverfahren bedeckt und eingesät werden. In ungünstigeren Zeiten und bei besonders erosionsempfindlichen Böden empfiehlt sich immer der Einsatz von Begrünungsmatten (M Geok E), die sofort gegen Erosion schützen:

- geschlossenflächige Matten aus verrottbaren Stoffen (z.B. Stroh, Jute, Reißwolle)
- grobe Gewebe aus Jute- oder Kokosfasern, die mit Oberboden oder Nasssaat gefüllt werden
- Geokunststoffoberbodenmatten: Kräuselstrukturen aus Kunststoffdraht, die aufgenagelt und mit Oberboden gefüllt werden

Für die Einsaat gilt das bei Oberbodenandeckung Geschriebene. Die Begrünung auf diesen Matten erfolgt beim Auslegen innerhalb der günstigen Phase durch bereits eingearbeitetes Saatgut oder durch späteres Überdecken mit dem Nassspritzverfahren (Abb. 6). Dies wird auch genutzt, wenn der Bewuchs vollflächig oder stellenweise ausfällt.



Abb. 6: Graswuchs aus Begrünungsmatte

Besonders gegen Wasser und Wind erosionsempfindliche Böden sind nicht bindige Feinsande, nicht bindige Sande und Kiese sowie Schluffböden mit geringer Plastizität (UL nach DIN 19196).

Auslegen von Begrünungsmatten

Begrünungsmatten müssen der Böschungsfäche fest aufliegen. Überlappungen sind nach dem Dachziegelverband auszuführen und sollten mindestens 20 cm breit sein. Die Matten müssen über die Böschungsoberkante hinweggezogen werden. Sie werden an den Rändern, in der Überlappung

und in der Mitte in engem Abstand mit Erdnägeln aus Holz oder Stahl befestigt. Es ist ganz wichtig, dass abfließendes Wasser nicht unter die Bahnen gelangt (Abb. 6).

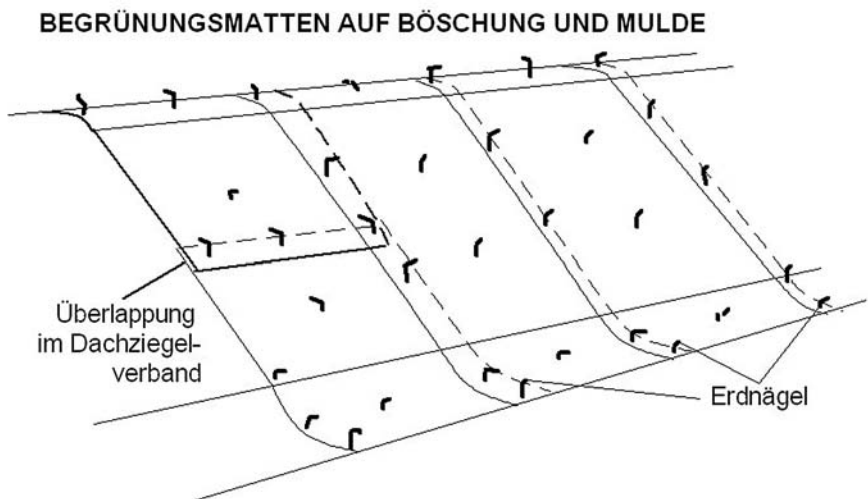


Abb. 7: Aufbringen von Matten für Erosionsschutz und Begrünung