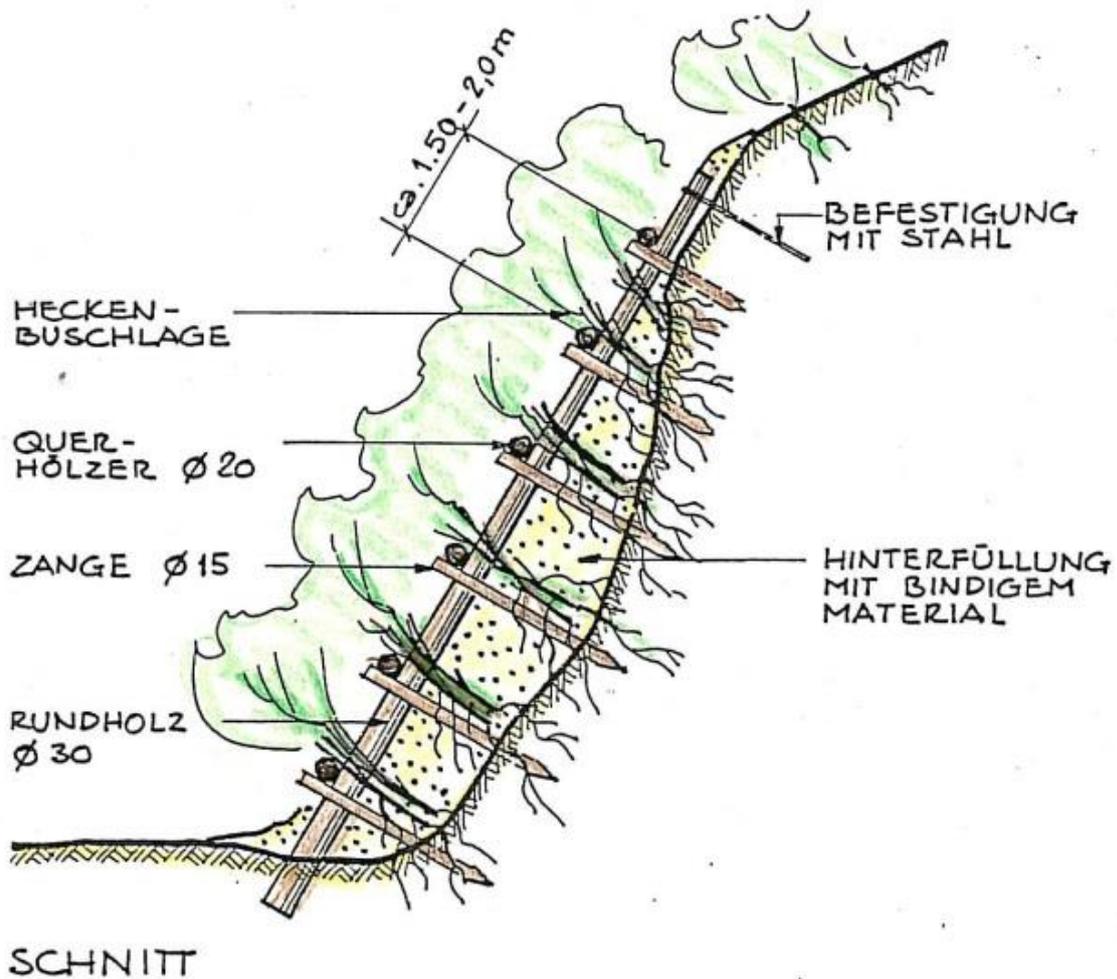


Bautechnische Details Kantonsstrassen

Ingenieurbiologie



Landschaft & Umwelt	Referenz: 5.20-01
Ingenieurbiologie	
Ziele, Grundlagen und Literaturhinweise	

1 Zielsetzung der Ingenieurbiologie

1.1 Naturnahe, dauerhafte Stützkonstruktionen

Lebende Pflanzen sollen den betreffenden Standort dauernd besiedeln und mit ihrem Wurzelwerk armierende, tragende, schützende und entwässernde Funktionen übernehmen. Mit zunehmendem Wuchs wird ein ingenieurbiologisches Bauwerk stärker. Es kann Setzungen oder Deformationen weitgehend schadlos überstehen. Weil die in Frage kommenden Gehölze aus dem Stock austreiben können, dürfen die oberirdischen Triebe regelmässig zurück geschnitten werden. Durch den Rückschnitt wird die Pflanze zu vermehrtem Wurzelwachstum angeregt und damit gefördert.

Ingenieurbiologische Bauwerke machen dort Sinn, wo oberflächennahe Erosionsgefahr besteht oder Steilhänge abgestützt werden müssen und das Bauwerk in die natürliche Umgebung eingeordnet werden soll. Sie sind in der Regel günstiger als harte, rein technische Verbauungen.



2 Pflege

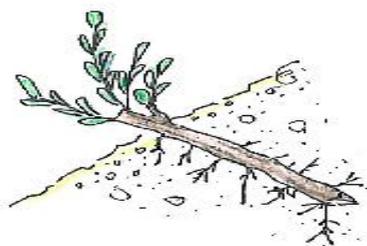
Ingenieurbiologische Bauten leben. Darum benötigen sie dauernd Licht, Wasser, Luft und einen gewissen Lebensraum. Sie müssen periodisch überprüft und durch eine minimale Pflege in ihrer Funktion unterstützt werden. Je nach Funktion ist das Pflegeziel eine deckend und dauernd überwachsene Bodenoberfläche mit einer stabilen, zusammenhängenden Verwurzelung. Die Pflege wird umso geringer, je näher die angestrebte Vegetation der natürlichen Schlussvegetation an diesem Ort entspricht. Bei Gehölzen genügt oft ein Ausschneiden der grössten Stämme alle 5 Jahre.

Je mehr Platz den oberirdischen Trieben zugestanden wird, umso weniger muss geschnitten werden.

3 Materialbeschaffung

3.1 Weiden

Praktisch alle einheimischen, schmal- und langblättrigen Weiden haben die Eigenschaft, dass sich lebendes Holz adventiv bewurzelt, das heisst, dass aus der intakten Rinde unterirdisch Wurzeln und oberirdisch Zweige treiben können. Aus einem eingegrabenen Steckholz oder Zweig wird damit rasch eine neue, eigenständige Pflanze. Mögliche Weidenarten sind: Silber- (*Salix alba*), Schlucht- (*S. appendiculata*), Grau- (*S. cinerea*), Reif- (*S. daphnoides*), Lavendel- (*S. elaeagnos*), Bruch- (*S. fragilis*), Schweizer- (*S. helvetica*), Lorbeer- (*S. pentandra*), Purpur- (*S. purpurea*), Mandel- (*S. triandra*), Korbweide (*S. viminalis*) und andere.



Verwendet werden Zweige und Äste bis 10 cm Durchmesser. Im Winter gewonnen, kann das Material ohne Schaden mehrere Wochen kühl und schattig gelagert werden. Im Sommer muss das Material sofort entlaubt und innert Stunden eingebaut werden. Wenn im Winter geschnittenes Material in Kühlhäusern

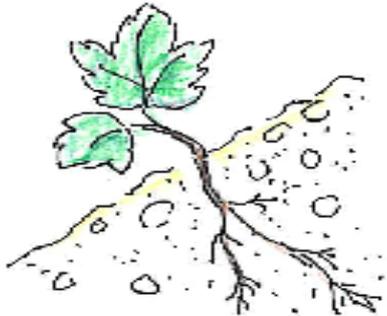
(> Forst-Verwaltungen) bei wenig über 0°C gelagert wird, bleibt es den ganzen Sommer über keimfähig, muss dann aber auch sofort eingebaut werden, um nicht zu vertrocknen.

Die Weide braucht sehr viel Licht und wächst vor allem in feuchtem, kiesigem Boden. Als Pionier braucht sie praktisch keinen Humus. Besonders die Purpurweide gedeiht auch in recht trockenen

Lagen. Die Erfolgsschancen werden grösser, wenn das Weidenmaterial auf ähnlichen Standorten und in ähnlicher Höhenlage gewonnen werden kann.

Monokultur: Mit der Verwendung von Weiden entsteht anfänglich eine Monokultur aus Weiden. Durch den Natureinflug von Gehölzsamen wird sich dies innert wenigen Jahren von selbst ändern. Die natürliche Ablösung wird besser, wenn bereits beim Einbau Gehölzsämlinge oder bewurzelte Jungpflanzen mit den Weidenstecklingen eingelegt werden. Hat sich im Laufe der ersten Jahre die gewünschte Gehölz-Mischung eingestellt, so können die Weiden auf den Stock gesetzt werden. Sie werden dann wegen Lichtmangel in der Pflanzenkonkurrenz unterliegen.

3.2 Laubholz



Die meisten einheimischen Gehölzarten können nicht adventiv bewurzeln und müssen darum als bewurzelte Forstsämlinge oder Jungpflanzen verwendet werden.

Die einheimische Vegetation besteht weitgehend aus Laubholz. Darum ist der frühzeitige Einbau von standortgerechtem Material sinnvoll und dient dazu, dass eine naturnahe, standortgerechte und damit pflegearme Bepflanzung rascher erreicht wird.

In der Umgebung natürlich vorkommende Arten geben Hinweise auf die möglichen Pflanzenarten, welche Erfolg erwarten lassen. Auch für Gehölze ist das Winterhalbjahr die ideale Bauzeit.

3.3 Saatgut



Nährstoffreicher Boden



Nährstoffarmer Boden

Ansaat von Hand (zum Beispiel Heublumen aus Heulagern der Umgebung – in hohen Lagen sehr zu empfehlen) oder maschinell. Die Verwendung von Nasssaat mit Kleber und Mulchabdeckung wird von verschiedenen Firmen angeboten. Für unzugängliche Gebiete auch mit Helikopter möglich. Die Ansaat von Gehölzen hat sich nicht bewährt und wird nicht empfohlen.

3.4 Abdeckungen

als unterstützenden Erosionsschutz für verschiedene Einsatzgebiete

- Jutegewebe: Günstig, verrottet nach ca. 2 Jahren. Für vorübergehende Sicherung bis sich eine Grasnarbe gebildet hat. Durch sein Gewicht schmiegt sich Jute gut an Bodenunebenheiten an.
- Kokosgewebe: Etwas teurer, verrottet nach ca. 3 Jahren. Ähnliche Verwendung wie Jute.
- Kunststoffgewebe, eventuell Metallgeflechte: Je nach UV-Beständigkeit kaum verrottend, bietet dauernden Schutz für steile Lagen, in denen sich eine Grasnarbe nicht mit Sicherheit halten kann. Ziel soll sein, dass das Gewebe durch den Bewuchs vollständig eingewachsen wird und nach einigen Vegetationsperioden nicht mehr sichtbar ist.

Für alle Gewebe gilt: Die Maschenweite sollte mindestens 20x20 mm betragen, weil sonst die Pflanzen das Gewebe nicht durchwachsen können und es vom Untergrund abheben. Auch grobmaschige Gewebe halten das Feinmaterial des Bodens zurück, nachdem die Oberfläche etwas ausgewaschen worden ist.

4 Bedürfnisse des Unterhalts

Schutz des Böschungsfusses

- Bankette am Strassenrand resp. am Fuss von Böschungssicherungen, Geotextilwänden, Hangrosten und dgl. wenn möglich ≥ 1.00 m ausführen (analog Skizze im BTD 5.20-02). Dies zum Schutz des Aufbaus (insbesondere der Netze und Geotextilien) vor Beschädigung durch Schlegelmäher.
- Allenfalls ist ein zusätzlicher mechanischer Schutz des Fusses der Böschungssicherung (mittels Leitplanke, Holzgeländer oder dgl.) sinnvoll als Schutz bei Wendemanövern mit grossen landwirtschaftlichen Fahrzeugen.

Unterhalt der Böschungen

- Ab und zu ein Element einplanen zum Besteigen der Böschung, z.B. mittels Rundholztreppe.

5 Literaturangaben / Hinweise auf weitere Arbeitshilfen

- [Ingenieurbioologische Bauweisen im naturnahen Wasserbau \(Bundesamt für Umwelt BAFU\)](#)
- [Ingenieurbioologie - Handbuch Bautypen \(Verein für Ingenieurbioologie\)](#)
- Sicherungsarbeiten im Landschaftsbau (Hugo Meinhard Schiechl)
- Die Weiden der Schweiz (Ernst Lautenschlager / Birkhäuser)
- [Ingenieurbioologische Uferverbauungen \(Tiefbauamt des Kantons Bern\)](#)
- Gestaltung von Grünflächen an Strassen (Tiefbauamt des Kt. Baselland)
- Pflegerichtlinien für Grünflächen an Strassen (Tiefbauamt des Kt. Baselland)
- [Arbeitshilfe "Strassengrün für Projektleiter \(Tiefbauamt des Kantons Bern\)](#)
- [Checkliste Strassengrün \(Tiefbauamt des Kantons Bern\)](#)

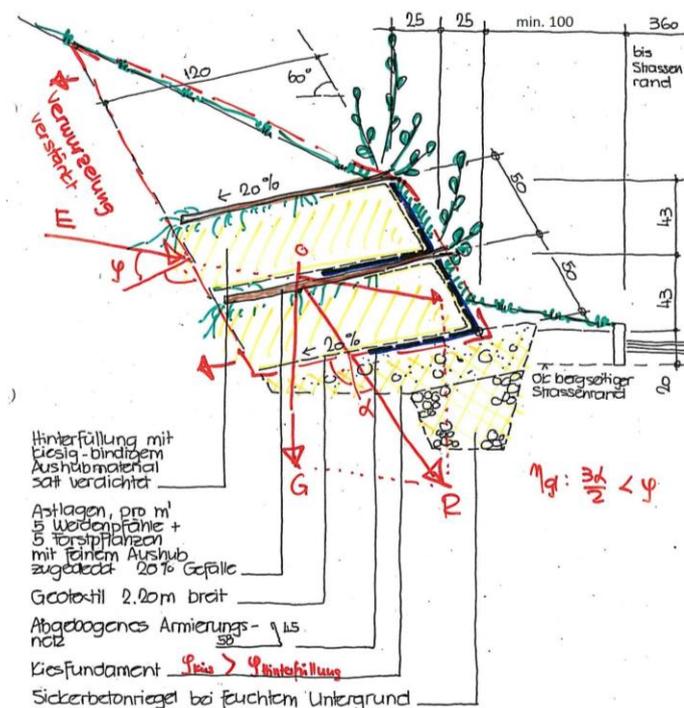
Landschaft & Umwelt	Referenz: 5.20-02
Ingenieurbiologie	
Kombinierte Bauweisen	

Die Grenzen der Ingenieurbiologie können deutlich erweitert werden, wenn Natur mit Technik kombiniert wird. Beispiele:

- Strukturierte Felsabträge (Feste Partien steil, Zwischenschichten flach und unregelmässig geböschet eventuell weiche Bereiche mit Natur und/oder Technik verbaut), mit Erd- oder Fels-Anker tiefer fundierte Böschungssicherungen (sehr wirksame Methode),
- Geotextilwand,
- begrünter Blockwurf
- bepflanzte Stützmauern (mit grossräumigen Pflanznischen: Hier können Pflanzen kaum mehr Stützfunktionen übernehmen).

1 Geotextilwand

Die anfängliche Stabilität wird mit je nach System mit Armierungsgitter und Geotextilien gewährleistet. Die dauernde Sicherung übernehmen die Pflanzen mit ihren Wurzeln. Um Tiefenwirkung zu erreichen, sollten in den Schichtfugen Weidenäste und bewurzelte Forstpflanzen eingelegt werden. Um diese nicht zu konkurrenzieren, sollte auf eine Ansaat verzichtet werden, höchstens Heublumen oder Ansaat von Hand ohne Dünger. Für die Weiden und Forstpflanzen wird in der Regel kein Humus eingebracht.



2 Begrünte Blockwürfe

Mit der Einlage von Weidenästen und Forstpflanzen in die Arbeitsfugen können Blockwürfe und Trockenmauern verstärkt, dauernd befestigt und besser in die Natur integriert werden.

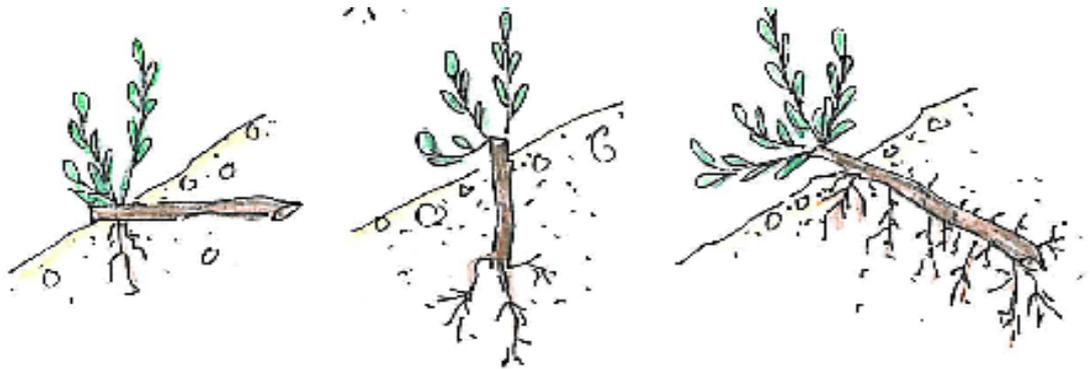
Platzbedarf für die dicker wachsenden Stämme berücksichtigen, damit diese nicht Mauerverbände aufsprengen und beschädigen.



Landschaft & Umwelt	Referenz: 5.20-03
Ingenieurbiologie	
Steckhölzer und Entwässerungsfaschinen	

1 Steckhölzer

Material: Weidenstecklinge oder -steckhölzer, eingeschlagen mit Gummihammer (schont den Kopf des Steckholzes), oder eingesteckt in vorbereitete Löcher (vorlochen mit Locheisen, in hartem Boden mit Spitzhammer). Vorstehende Hölzer max. 10 cm über dem Boden abschneiden. 80% der Holzlänge muss im Boden sein, damit das Material nicht vertrocknet.

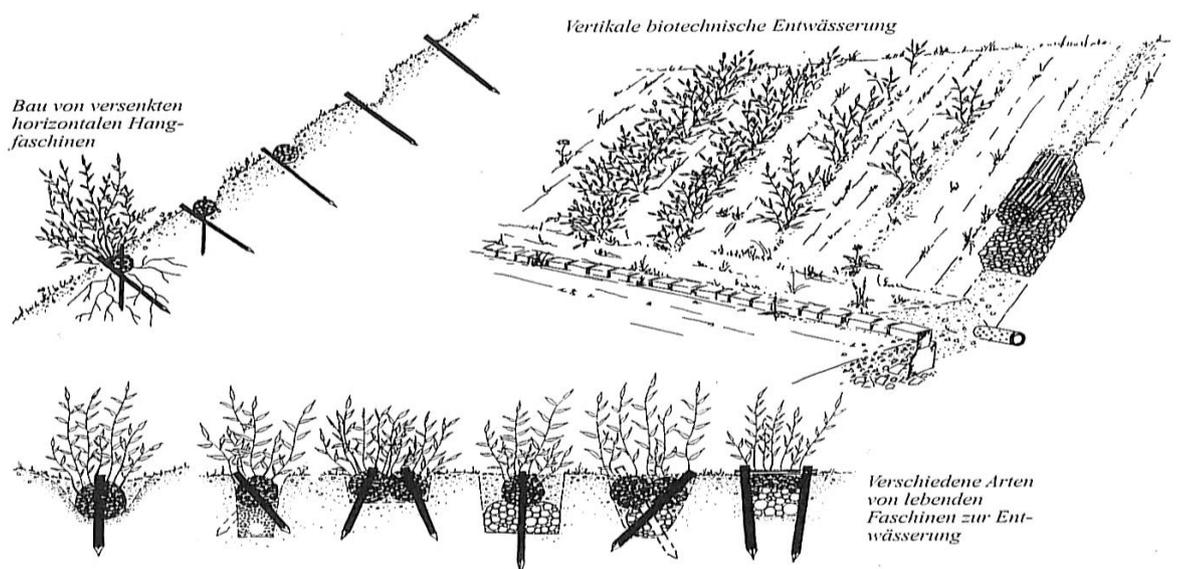


Am besten bewurzelt Holz, welches schräg von tief unten nach oben an die Oberfläche verlegt wird (bei steilen Hängen etwa rechtwinklig zur Hangoberfläche).

Die einzelnen Hölzer vor dem Versetzen bitte gut anschauen und dem Wuchs entsprechend richtig versetzen. Es handelt sich um eine einfache, aber aufwändige Methode, weil jedes Stück einzeln vorgelocht und versetzt werden muss.

2 Entwässerungsfaschinen

Material: Lebende und tote Weidenäste möglichst grosser Länge werden mit Draht zu Walzen von 15 bis 30 cm Durchmesser zusammengebunden und oberflächennah anstelle von Drainagerohren als Entwässerung von Feuchtstellen eingesetzt.



Wirkung: Durch die Hohlräume in der Faschine fliesst überschüssiges Wasser rasch ab. Zum andern verbrauchen die Weiden während der Vegetationszeit sehr viel Wasser (= Wasserpumpen). Mit der fortschreitenden Verwurzelung im tiefsten Bereich einer Rinne verhindern sie aktiv deren Erosion.

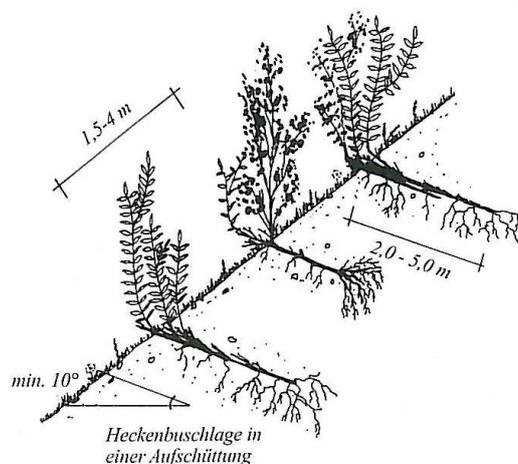
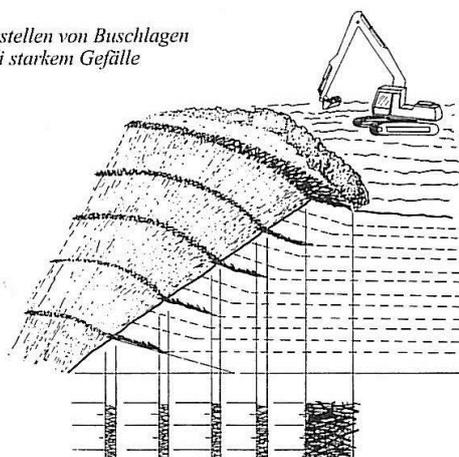


Landschaft & Umwelt	Referenz: 5.20-04
Ingenieurbiologie	
Ast- und Buschlagen, Erosionsböschungen	

1 Heckenlagen in Schüttungen

Material: Weidenäste mitsamt Feintrieben, verlegt auf eine Fläche mit min. 20% Gefälle nach hinten. Astlänge 30 – 100 - 300 cm. Je längeres Material verwendet werden kann, umso tiefer reicht die armierende Wirkung der frischen Astlagen. Versuche haben gezeigt, dass die Verwurzelung vor allem den vordersten Meter umfasst, weshalb überlange Astlagen nicht sinnvoll sind und zuviel Material verbrauchen. Pro Laufmeter Oberfläche sollten 5 – 10 Triebe an die Oberfläche stossen. Nach dem Einbauen die vorstehenden Triebe auf 5 – 10 cm zurück schneiden.

Erstellen von Buschlagen
bei starkem Gefälle



Sehr geeignete und wirksame Methode im Aufbau von steilen Schüttungen, weil die Stabilität im Bereich der Oberfläche von Anfang an wesentlich besser wird. Deutlich wirksamer als Stechhölzer!
 Heckenlagen = nicht bewurzelte Weidenäste allein; Buschlagen = bewurzelte Forstpflanzen
 Heckenbuschlagen = Weidenäste kombiniert mit bewurzelten Forstpflanzen

2 Heckenlagen in Abtrags- oder bestehenden Erosionsböschungen

Material: kurze Weidenstecklinge und -äste, ca 30 – 50 cm

Fischgratähnliche Rinnen schräg aufwärts aushacken, Weiden einlegen und mit dem Aushub der nächst höheren Rinne wieder einfüllen. Vorstehende Triebe auf wenige cm zurück schneiden.



Einfache, aber sehr wirksame Methode besonders für Böschungen, deren Oberfläche ständig erodiert.

Landschaft & Umwelt	Referenz: 5.20-05
Ingenieurbiologie	
Böschungssicherungen	

Material: Schutznetz Jute oder Kunststoff, ergänzt mit Steckhölzern und Forstsämlingen für die Anlage einer Hecke oder angesät für eine Grasböschung.

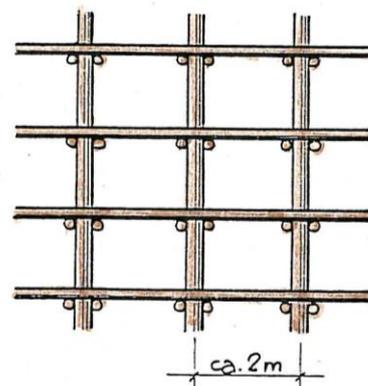
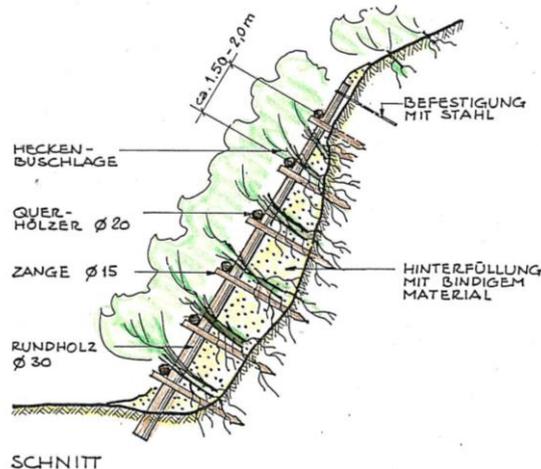


Wichtig: Die obere Anrisskante muss ausgerundet werden und darf keine vorstehende Ecke bilden, weil sich diese sonst über Jahre nicht bewachsen kann. Das Gewebe über die kritische Hangkante hinauf ziehen und darüber im Boden eingraben und verankern. Damit das Gewebe rasch einwachsen kann, darf es nicht gespannt werden und muss in Vertiefungen hinunter befestigt werden mit Steckhölzern oder mit Agraffen.

Landschaft & Umwelt	Referenz: 5.20-06
Ingenieurbiologie	
Hangrost und Holzkasten	

1 Hangrost

Material: Rundholzstämmen Tanne oder Fichte, mit Weiden- und Gehölzastlagen ergänzt. Vernageln der Stämme mit Armierungseisen in vorgebohrte Löcher.



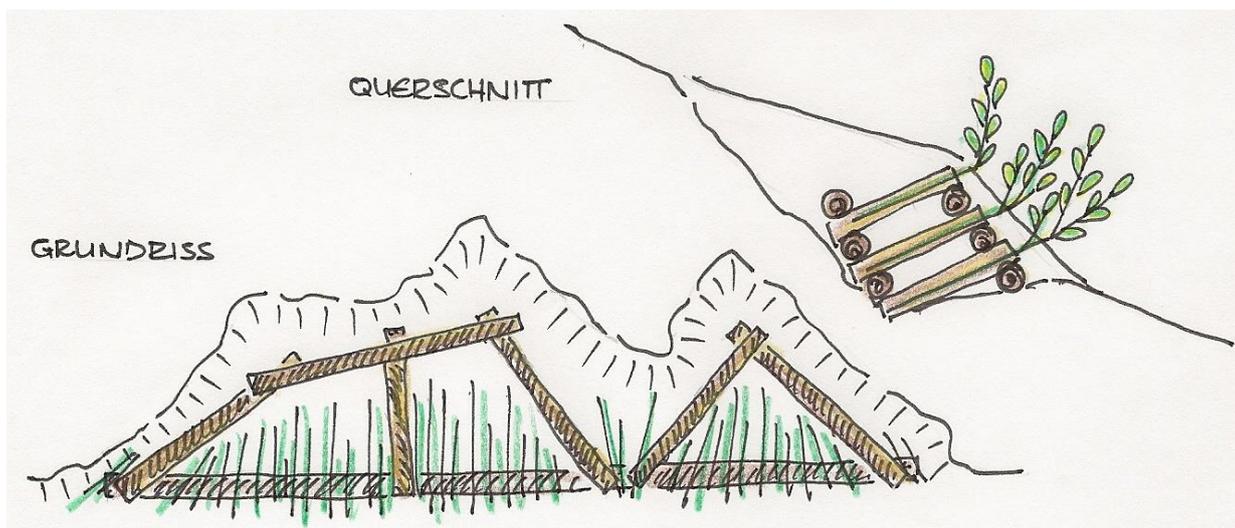
SCHNITT

ANSICHT

Beim Hangrost besteht die Gefahr, dass der Rost wegen fehlender Auflast durch den Erddruck oben hinausgedrückt und damit unbrauchbar wird. Darum obere Rückverankerung sorgfältig ausbilden.

2 Holzkasten (auch Holzkrainerwand)

Material: Rundholzstämmen Tanne oder Fichte, mit Weidenastlagen ergänzt. Vernageln der Stämme mit Armierungseisen in vorgebohrte Löcher.



Die hinteren Querhölzer haben die Aufgabe, Auflast zur Stabilität des ganzen Bauwerks aufzunehmen. Holzkasten sind dauerhaft, wenn sie von Anfang an dauernd überdeckt werden oder dauernd nass bleiben. Die Ergänzung mit Weidenästen und bewurzelten Forstpflanzen bezweckt, dass sich bis zum Verfaulen der Rundhölzer ein möglichst vollflächiges und tief reichendes Wurzelpaket bilden kann, welches die Stabilität auch nach Jahrzehnten zu übernehmen vermag.

Holzkasten eignen sich besonders in Runsen, weil die rückseitige Form dem Terrain angepasst werden kann und damit riskante Fundamentaushübe vermieden werden.

