

Eidgenössisches Departement
für Umwelt, Verkehr, Energie
und Kommunikation

Bundesamt für Wasser
und Geologie

Ingenieurbiologische Bauweisen

Studienbericht Nr. 4
2. überarbeitete Auflage, 2004

**EIDGENÖSSISCHES DEPARTEMENT
FÜR UMWELT, VERKEHR, ENERGIE
UND KOMMUNIKATION**

**BUNDESAMT FÜR WASSER UND
GEOLOGIE**

INGENIEURBIOLOGISCHE BAUWEISEN

**STUDIENBERICHT NR. 4
2. ÜBERARBEITETE AUFLAGE, 2004**

Studie im Auftrag des Bundesamtes für Wasser und Geologie (BWG)
ausgearbeitet durch:

Frau Helgard Zeh
Dipl. Ing. Landschaftsplanerin
Farbstrasse 37c
3076 Worb

Publikation des Bundesamtes für Wasser und Geologie (BWG)
Bezugsadresse: BBL, Vertrieb Publikationen, CH-3003 Bern,
www.bbl.admin.ch/bundespublikationen
Bestellnummer: 804.306.d

INGENIEURBIOLOGISCHE BAUWEISEN

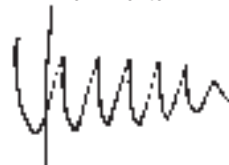
VORWORT

«Die Gewässer sollen als bedeutende und verbindende Teile von Natur und Landschaft respektiert werden.» Dies ist eines der strategischen Ziele beim Hochwasserschutz in der Schweiz. Der Schutz des Lebens- und Wirtschaftsraums vor Hochwasser soll mit minimalen Eingriffen in den Naturraum sichergestellt werden. Das bedeutet unter anderem, dass bei baulichen Massnahmen entlang von Bächen und Flüssen die Gestaltung der Uferbereiche möglichst naturnah geschieht. Mit nachhaltigen wasserbaulichen Methoden gestaltete Fließgewässer sollen ihre Funktion als Lebensraum für die einheimische Flora und Fauna weiterhin erfüllen können.

Unter diesem Aspekt ist die Publikation «Ingenieurbiologische Bauweisen» aktueller denn je. Ihr Inhalt wurde gegenüber der Erstauflage von 1993 leicht überarbeitet und erschien erstmals im Jahr 2000 in der französischen Version. Nun liegt die übersetzte, deutschsprachige Version vor. Mit der Neuauflage trägt das Bundesamt für Wasser und Geologie der in Ingenieurkreisen anhaltenden Nachfrage nach dieser Schrift Rechnung. Wir hoffen, damit die nötigen Grundlagen zur Verfügung zu stellen, sodass der naturnahen Ufergestaltung unserer Fließgewässer auch in Zukunft die nötige Beachtung geschenkt wird.

Biel, November 2004

Bundesamt für Wasser und Geologie
Der Direktor



Dr. Christian Furrer

INGENIEURBIOLOGISCHE BAUWEISEN

EINLEITUNG

Nach der Renaissance der lebenden Verbauungen in den sechziger Jahren und der Etablierung der Ingenieurbiologie in den achtziger und neunziger Jahren im Erd- und Wasserbau bleiben die ingenieurbioologischen Bauweisen auch im dritten Jahrtausend gültig und aktuell. Deshalb entschliesst sich das Bundesamt für Wasser und Geologie für eine Neuauflage des «Blauen Heftes» von 1993 wie es in der Praxis kursierte und lange vergriffen war. Im Jahr 2000 kam die französische Fassung heraus, die nun im französischen Sprachraum gefragt ist. Eine italienische Version für die Schweiz erübrigt sich, da die italienische Gesellschaft für Ingenieurbiologie (AIPIN) in vielen Regionen Handbücher herausgibt, nachdem sie auch die «Ingenieurbioologischen Bauweisen» übersetzt hatten. In der Schweiz fördert seit fünfzehn Jahren der Verein für Ingenieurbioologie (www.ingenieurbioologie.ch) den fachlichen Gedankenaustausch und die Verbreitung des erarbeiteten Wissens.

«Die Ingenieurbioologie ist ein Teilgebiet des Bauwesens, das technische, ökologische, gestalterische und ökonomische Ziele verfolgt, und zwar vorwiegend durch den Einsatz lebender Baustoffe, also Saatgut, Pflanzen, Pflanzenteile und Pflanzengesellschaften. Diese Ziele werden durch eine naturnahe Art des Bauens unter Ausnützung der vielfältigen Leistungen der Pflanzen erreicht.»

(Hugo Meinhard Schiechtl, 1997)

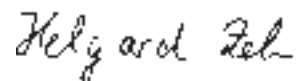
Die vorliegende Publikation erläutert die am häufigsten angewandten ingenieurbioologischen Bauweisen und gibt Hinweise auf die Materialwahl und die Bauausführung sowie die Vor- und Nachteile der jeweiligen Baumethode. Die richtige Wahl der Pflanzen, die mit ihren Wurzeln den Boden festigen sollen, ist das wichtigste Kriterium bei der Wahl der Baumethode. Die Pflanzen sollen autochthon sein oder zumindest auf den Standort passen. Häufig bestimmen die auf der Baustelle einsetzbaren Maschinen die Wahl der Bauweise, z.B. eine Planierdrape für die Lagenbauten oder der Pflanzspaten zum Pflanzen von Gehölzen.

Viele Hochwasserschutzmassnahmen kommen auch zukünftig nicht ohne direkte Eingriffe in die Gewässer aus. Wenn aber eingegriffen werden muss, so soll der natürliche Lauf beibehalten oder gefördert werden. Die Uferverbauungen sollen der vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt Lebensraum bieten und ihre Vernetzung unterstützen. Dazu bietet die Ingenieurbioologie viele Möglichkeiten.

Jeder Anwender sollte die Pflanzen nicht überfordern und bis zur vollen Wirksamkeit der Wurzeln ein zusätzliches Hilfsmittel einsetzen.





























Werden ingenieurbioologische Bauweisen richtig eingesetzt, so sind sie nicht nur technisch, sondern auch ökologisch, ästhetisch und ökonomisch wirksam.

Worb, Oktober 2004



Helgard Zeh
Dipl. Ing. Landschaftsplanerin

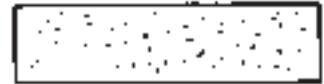
INHALTSVERZEICHNIS

Signatur	Ingenieurbiologische Bauweise	Seite
	1. KRAUTIGE BAUWEISEN	
	1. 1 NORMALE ODER KONVENTIONELLE SAAT	9
	1. 2 MULCHSAAT	10
	1. 3 HEUBLUMENSAAT	11
	1. 4 ANSPRITZSAAT	12
	1. 5 SCHOTTERRASEN	13
	1. 6 RASENVERLEGUNG	14
	1. 7 UMPFLANZEN	15
	1. 8 KRAUTIGE PFLANZUNG	16
	1. 9 SCHILFHALMPFLANZUNG	17
	1.10 BALLEN- UND TOPFPFLANZUNG	18
	2. HOLZIGE BAUWEISEN	
	2. 1 GEHÖLZSAAT	19
	2. 2 STECKHÖLZER	20
	2. 3 PALISADEN, LEBENDE BÜRSTEN/KÄMME	21
	2. 4 FLECHTZAUN	22
	2. 5 SPREITLAGE	23
	2. 6 BUSCHLAGE	24
	2. 7 HECKENLAGE	25
	2. 8 HECKENBUSCHLAGE	26
	2. 9 CORDONPFLANZUNG	27
	2.10 HANGFASCHINE	28
	2.11 UFERFASCHINE	29
	2.12 FASCHINEN UND STECKHÖLZER (WEIDENSCHUTZ)	30
	2.13 GITTERBUSCHBAU	31
	2.14 PACKWERK	32
	2.15 GEHÖLZPFLANZUNG	33
	2.16 PIONIERPFLANZUNG	34
	2.17 RIEFENPFLANZUNG	35
	2.18 AUFFORSTUNG	36

INHALTSVERZEICHNIS

Signatur	Ingenieurbiologische Bauweise	Seite
	3. KOMBINIERTE BAUWEISEN	
	3. 1 BEGRÜNTE STEINSCHÜTTUNG/FILTERKEGEL	37
	3. 2 BEGRÜNTER BLOCKWURF	38
	3. 3 BEGRÜNTE TROCKENMAUER	39
	3. 4 BEGRÜNTE BETONFERTIGTEILE	40
	3. 5 SENKFASCHINE	41
	3. 6 BUSCHBAUTRAVERSE	42
	3. 7 RUNSENAUSBUSCHUNG	43
	3. 8 REISIGLAGE	44
	3. 9 RAUHBAUM	45
	3.10 LEBENDBUHNEN	46
	3.11 LAHNUNG	47
	3.12 HOLZGRÜNSCHWELLE	48
	3.13 HANGROST	49
	3.14 BODEN- UND FELSVERANKERUNG	50
	3.15 DRAHTGEFLECHT	51
	3.16 BEGRÜNTE SCHANKÖRBE	52
	3.17 STRUKTURELLE MATTEN	53
	3.18 BÖSCHUNGSSCHUTZ MIT GEOTEXTIL	54
	3.19 GEOTEXTILWALZEN	55
	3.20 GEOTEXTILUFERFASCHINE	56
	3.21 PFLANZENFASCHINE	57
	GLOSSAR	58
	LITERATURVERZEICHNIS	59

1.1 NORMALE ODER KONVENTIONELLE SAAT



Beschreibung:

Auf standfesten Rohböden wird Handelssaatgut von heimischen Gras- und Krautarten (einjährige Deckfruchtarten, Leguminosen) von Hand oder maschinell gesät. Bei Oberflächenerosion siehe andere Verfahren. Auf humushaltigen Flächen wird Handelssaatgut entsprechend der VSS-Norm gesät.

Material:

Standortgerechtes Saatgut, siehe VSS-Norm, 5-20 g/m²; Dünger 30-50 g/m² nur als Startdüngung, sonst zu geringe Tiefenwurzelung. VSS-Standard-Saatmischungen: VSS A «Mittelland» bis 800 m; VSS B «Jura» Gelände und Böschungen; «Voralpen» 800 bis 1000m; VSS D «Alpen» 1200 bis 2000m; VSS E «Trockenzonen» Mittelwallis und Tessin; VSS F «Strapazierrasen»; VSS G «Topfkulturen».

Zeitwahl:

Am günstigsten zu Beginn der Vegetationsperiode.

Wirkungen:

Keine Sofortwirkung, Keimung nach 2-4 Wochen, erst dann wird der Boden auf einer Tiefe von 10-30cm durchwurzelt. Bodenbefestigung, flächige Bodendeckung, Wasserverbrauch bei feuchten Böden und Verringerung der Austrocknung bei trockenen Böden. Mit Pionierpflanzen wird die Bodenaktivität begünstigt. Flächen, die ständig mit Gras bewachsen bleiben sollen, müssen geschnitten werden, sonst kommen Gehölze auf.

Vorteile:

Einfach, rasch und billig, flächenwirksam.

Nachteile:

Schutzwirkung erst nach Anwachsen. Da auf Rohböden der Kleinklimaschutz fehlt, keimt der Samen ungleichmässig, sodass kleinräumige Erosionen entstehen können.

Anwendungsbereiche:

Gelände- und Hangböschungen, Ufer, Vorkultur, bzw. Zwischensaat für Anpflanzungen, temporäre Begrünung von Materialdeponien. Nicht alles ansäen, standfeste Hänge der Selbstbesiedlung überlassen.

1.2 MULCHSAAT



5-10 cm Mulch



30-50 cm Astwerk

Beschreibung:

Auf die humuslosen Flächen streut man geeignetes Saatgut, Dünger, bodenbelebende, bodenstabilisierende und/oder wachstumsfördernde Mittel. Danach wird eine 10 cm dicke Mulchschicht mit langhalmigem Stroh oder buschigem Astwerk ausgebreitet. Anschliessend befestigt man die Strohecke gegen Ortsverlagerung mit speziellen pflanzenverträglichen (organischen) Klebern, z.B. mit kaltem Wasser verdünnbaren Bitumenemulsionen. Alle Arbeiten können von Hand oder maschinell ausgeführt werden. Bei extremen Verhältnissen können Mulchsaaten mit Stiften oder Matten zusätzlich befestigt werden (Stifteln oder Gitterschiechteln).

Material:

300-700 g/m² Stroh (Heu, Holzfasern, Kompost); 40-60 g/m² mineralischer oder 50-100 g/m² organischer Dünger; 5-50 g/m² Saatgut je nach Standort; 0,35 l/m² Bitumenemulsion, verschiedene technische und biologische Präparate; je nach Standort Gitter, Matten oder Stifte.

Zeitwahl:

Während der ganzen Vegetationsperiode.

Wirkungen:

Die Strohschicht (oder Astwerk) bewirkt einen guten Ausgleich der mikroklimatischen Extreme in der bodennahen Luftschicht. Sie schützen das keimende Saatgut und den Boden gegen mechanische Eingriffe / Schädigungen. Die Dünger sollen nur eine ausreichende Ernährung sichern, sodass sich nach dem Selektions- und Sukzessionsprinzip nur Pflanzen halten können, die den Boden lange und tief durchwurzeln. Die Mulchschicht wird zur Basis des natürlichen Humuswachstums.

Vorteile:

Einfaches, sehr rasch wirksames und billiges Begrünungsverfahren für kleine und grosse Flächen, von Hand und maschinell ausführbar. Verhindert Versandungen.

Nachteile:

Die Möglichkeit, grosse Flächen einfach wieder zu begrünen, verleitet zu überdimensionierten Eingriffen, z.B. Pistenplanierungen, Strassenbau in alpinen Regionen (lange Regenerationszeiten).

Anwendungsbereiche:

Meistverwendete Berasungsmethode im Alpenraum wegen der Möglichkeit, erosionsgefährdete Flächen sofort festzustellen. Wiederbegrünung von Deponien und Halden, Uferböschungen, Katastrophenflächen, Bekämpfung von Winderosion. Bevor angesät wird, sollte untersucht werden, ob die Böschungen abgeflacht werden können, um sie der Selbstbesiedlung zu überlassen.

1.3 HEUBLUMENSAAT



Wurzelentwicklung von Heublumen zahlreicher Arten



Wurzelprofil einer Pioniergesellschaft in Hanglage

Beschreibung:

Die samenreichen Reste des Bergheues streut man einige Zentimeter dick aus. Um das Verwehen zu verhindern, soll dies auf feuchtem Boden geschehen, oder die Heublumen müssen vor dem Ausstreuen benetzt werden.

Material:

0,5-2 kg/m² Heublumen, die auf dem Boden der Heustadel zusammengewischt werden. Oder man mäht im Spätsommer vorhandene Grasmatten verwandter Standorte bzw. benachbarter Flächen und streut das Mähgut direkt auf die zu begrünenden Flächen.

Zeitwahl:

Während der ganzen Vegetationsperiode; am besten im ersten Drittel.

Wirkungen:

Die Heublumensaat wirkt bei genügender Dicke bodendeckend. Dadurch schützt sie gegen mechanische Eingriffe / Schädigungen und verbessert die mikroklimatischen Verhältnisse. Diese den örtlichen Verhältnissen angepasste Methode bietet den besten Schutz.

Vorteile:

Heublumen sind generell das standortgerechte Saatgut. Es findet keine Florverfälschung statt. Deshalb ist der hohe Beschaffungsaufwand gerechtfertigt.

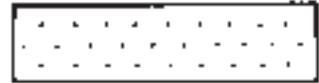
Nachteile:

Heublumen sind nur in geringen Mengen und nur dort zu beschaffen, wo in der Nähe Mähwiesen sind. Es ist mühsam und aufwendig, Heublumen einzusammeln

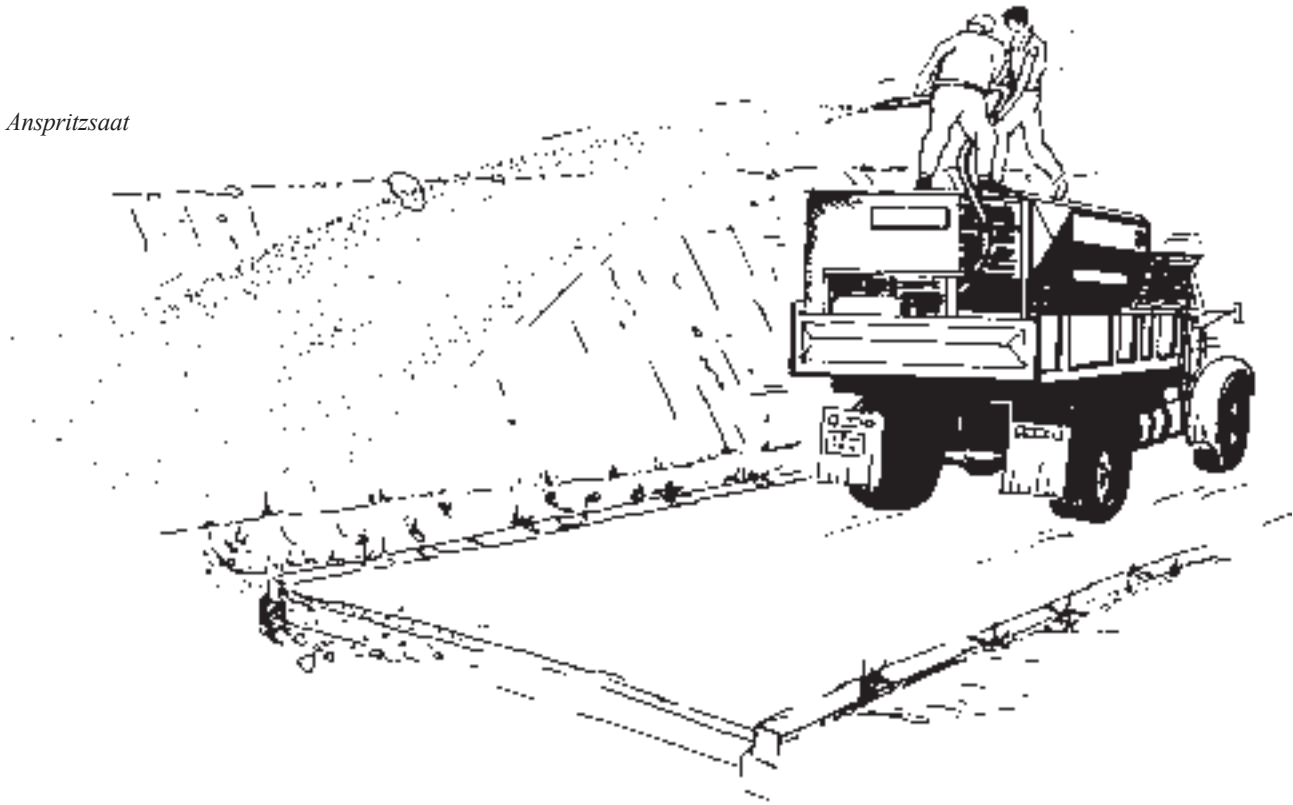
Anwendungsbereiche:

Besonders an Standorten oberhalb der Waldgrenze (Alpregion), wo Handelssaatgut nicht verwendet werden sollte. Dauergrünland im Gebirge, wo eine artenreiche Pflanzengesellschaft das Ziel ist. Bei Wiederbegrünung von Skipisten in Kombination mit Mulchsaaten oder Anspritzsaaten. In Naturschutzgebieten sollte grundsätzlich nur örtliches Saatgut verwendet werden.

1.4 ANSPRITZSAAT



Anspritzsaat



Beschreibung:

Bei der Anspritzsaat (Nass-Saat, Hydrosaat usw.) werden in einem Mischaggregat Saatgut, Dünger, Bodenverbesserungsstoffe, Kleber und Wasser zu einem Brei vermischt und mit einer Pumpe auf humuslose Flächen gesprüht. Die Zusammensetzung, die Auftragsdicke und die Anzahl der Spritzvorgänge variieren je nach firmenspezifischem Verfahren.

Material:

1-30 l/m² fertiges Mischgut, das sich aus Saatgut, Dünger, Bodenbelebungsstoffen, Kleber und Wasser zusammensetzt. Die Materialmenge ist vom Standort abhängig.

Zeitwahl:

Im Mittelland vom April bis Oktober. Im alpinen Raum nur während der schneefreien Zeit.

Wirkungen:

Für das Saatgut wird durch die Beimischung ergänzender Stoffe ein günstiges Keimbett geschaffen. Der Kleber verbindet Saatgut, Dünger und Bodenbelebungsstoffe zu einer erdigen Kruste, die auch auf dem Untergrund haftet. Er verhindert den Zerfall des Samens in der Keimphase und baut sich nach einiger Zeit wieder ab. Das beigemischte Wasser fördert das Quellen des Samens und beschleunigt die Begrünung. Die Ansaaten können auf Jahrzehnte das Eindringen von unerwünschten Pflanzen verhindern.

Vorteile:

Möglichkeit, felsige, grobsteinige oder sehr steile und schwer zugängliche Böschungen rasch zu begrünen.

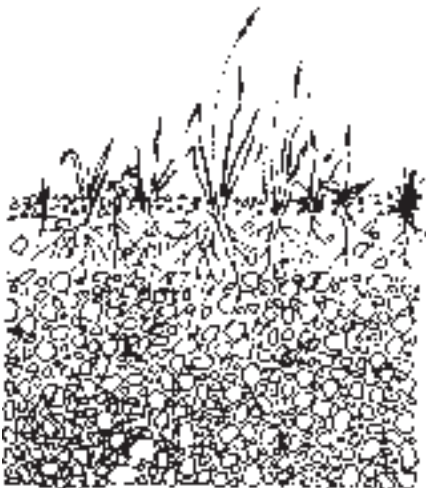
Nachteile:

Die Baustelle muss für Fahrzeuge zugänglich sein. Der Maschinenaufwand ist teuer. Die Reichweite mit Schläuchen beträgt bis 300 m, ohne Schläuche höchstens 40 m. Die Anspritzsaat verleitet zu großflächigen und monotonen Böschungsplanierungen, z.B. Skipisten.

Anwendungsbereiche:

Besonders für steile, felsige und steinige Böschungen, sofern diese mit dem Fahrzeug erreichbar sind. Kombination mit Mulchsaaten. Standfeste Felsen oder geologische Formationen sind dem Ablauf der Sukzession zu überlassen.

1.5 SCHOTTERRASEN



Aufbau	Material	Arbeit
Deckschicht	3 cm Splitt 10/16 mm (Jura) 5/7 mm	Abwalzen Ausbreiten mit der Schaufel
Tragschicht	Samen: 30 g/m ² Dünger: 20 g/m ² Im Jahr der Aussaat	Von Hand ausgestreut
	10-15 cm Humus mit Steinen oder: 85 % Kies 2 und 15 % Humus (Jura)	Lose ausbreiten
Unterbau	Je nach Untergrund 40-50 cm Schotter 16/25 mm (Jura) oder Kies 1	Verdichten



Aufbau	Material	Arbeit
Deckschicht	Gräsermischung nach DIN 18917 10 cm von 80 % Kies 8/45 20 % Kutererde	Säen und walzen Mischen und ausbreiten
Tragschicht	15 cm Kies 16/45 ohne Feinteile, um die Entwässerung und Verwurzelung zu fördern und den Frost zu bekämpfen.	Ausbreiten
Unterbau	Ausgleichen des Geländes Luturerde	Abwalzen Entfernen und ablagern

Beschreibung:

Auf einem festen Untergrund wird eine magere, wuchsfähige Tragschicht aufgebracht. Beim Einbringen von Geotextilien kann weniger Unterbaumaterial verwendet werden. Das artenreiche Saatgut keimt in der Tragschicht und wird durch eine 3 cm dicke Deckschicht vor Erosion geschützt.

Material:

Unterbau: 10-50 cm Schotter 16/25 mm, evtl. Geotextilien als Trennschicht. Tragschicht: 10-15 cm 85 % Kies 2 und 15 % Humus mit 20 g/m² Splittgrasermischung. Deckschicht: 3-5 cm Splitt 3/16 mm.

Zeitwahl:

In der Vegetationszeit, im Mittelland von April bis Oktober.

Wirkungen:

Die Pflanzengesellschaften passen sich den Standorten und Belastungen an. Meist siedeln sich seltene Arten an. Das Befahren und Parkieren schränkt den Bewuchs ein. Die behandelten Flächen sind versickerungsfähig.

Vorteile:

Belastbar, befahrbar, versickerungsfähig, mit Magerwiese bewachsen, pflegeextensiv.

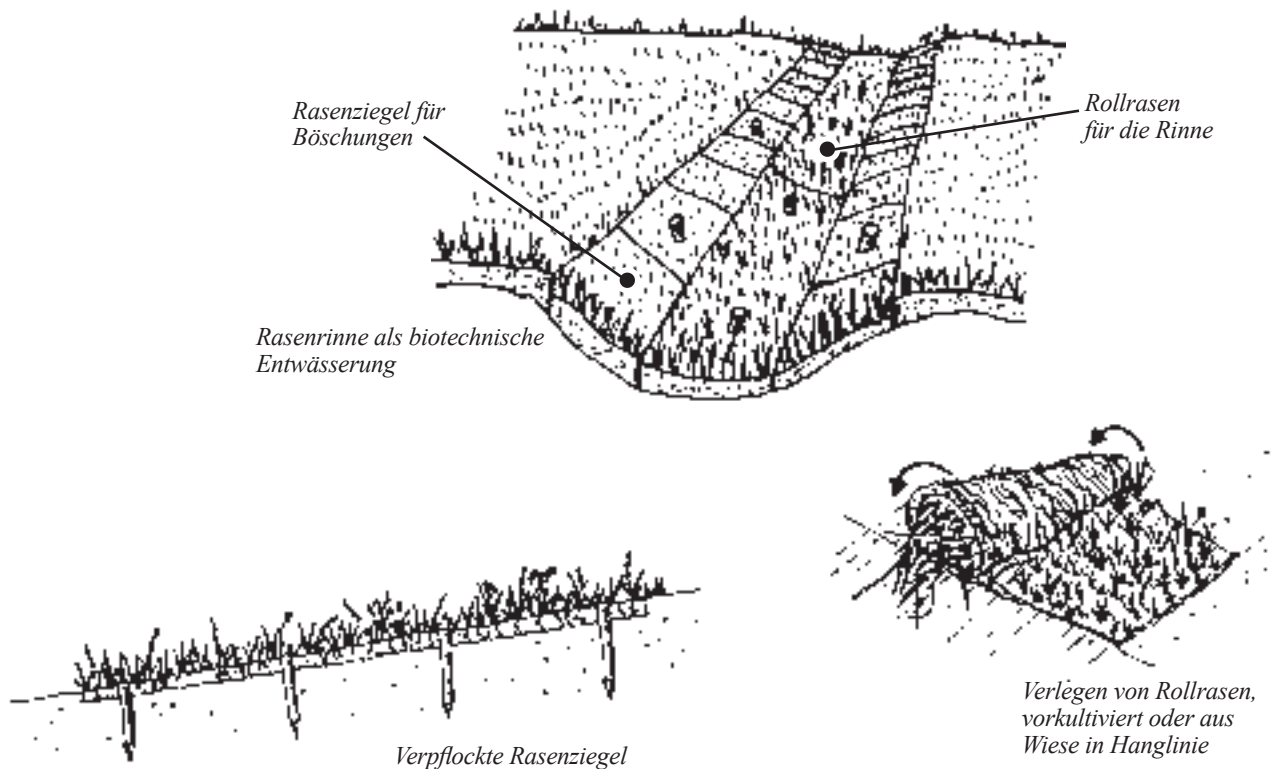
Nachteile:

Schotter wird beim Bremsen verlagert. Es können sich Spurrillen und Pfützen bilden; Treibstoffreste werden von den Pflanzen teilweise abgebaut. Vorsicht beim Schneeräumen. Nicht in Grundwasserschutzgebieten anzuwenden.

Anwendungsbereiche:

Befestigung von Mittelstreifen, Strassenbanketten, nicht dauernd belegte Parkplätze, Rastplätze, Feuerwehrezufahrten, wenig benutzte Wege.

1.6 RASENVERLEGUNG



Beschreibung:

Aus natürlichen Rasen- oder Wiesenflächen werden Stücke von ca. 40 cm Länge entnommen. Sie werden auf ähnliche Böden wie der Wuchsort verlegt und auf steilem Gelände jedes 4. oder 5. mit kurzen Pflocken vernagelt, sodass der Pflock nicht herausragt. Bei Beanspruchung durch Fließwasser kann man Maschendrahtnetze oder Geotextilien darüber spannen. Bei Rollrasen verlegt man die Bahnen vertikal und befestigt sie alle Laufmeter mit einem Pflock. Nach dem Verlegen wird der Rasen festgestampft oder gewalzt.

Material:

Quadratische Stücke von 40 cm Länge aus Wiesen und Grasbeständen, je nach Durchwurzelungstiefe 5-10 cm dick. Wiesen mit hohem Gras sind vorher zu mähen. Bei längerer Lagerung nur Schober von 1 m Breite und 0,6 m Höhe bauen. Bei empfindlichen Rasen Transport und Lagerung auf Paletten; evtl. maschinell abziehen.

Holzpflocke oder Dachlatten, Durchmesser 3-5 cm, ca. 30 cm lang; Maschendraht oder Geotextilien, z.B. grobmaschige Kokosgewebe je nach Bedarf.

Zeitwahl:

Am besten während der Vegetationszeit, bei Lagerung im Winter: Achtung vor Mäusen und Fäulnis.

Wirkungen:

Sofort nach dem Verlegen ist die Oberfläche geschützt und nach einigen Tagen ist der Rasen mit dem Untergrund verwachsen.

Vorteile:

Geschlossene Vegetationsdecke nach dem Verlegen.
Wiederverwendung wertvoller alpiner oder feuchter Pflanzengesellschaften.

Nachteile:

Nur kleine Flächen, da es schwierig ist, Rasenziegel in grösseren Mengen herzustellen; nicht bei Bodenbewegungen verwendbar; teurer als Ansäen.

Anwendungsbereiche:

Alpine Rasenverpflanzungen oberhalb der Baumgrenze bei Strassenbau, Pistenplanierungen, künstlichen Geländeanschnitten und Aufschüttungen; Uferböschungen; zur Auskleidung von Rasenrinnen als biotechnische Entwässerung entlang von Strassen, in feuchten Böschungen, zur Entwässerung von Skipisten. Rasenziegel können zu einer Rasenmauer von geringer Höhe übereinandergestapelt werden, z.B. niedrige Rasenmauer bei übererdeten Durchlässen an Bächen oder Rasenmauer an steilen Strassenkurven.

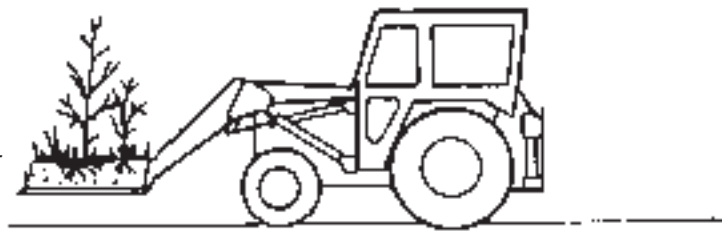
1.7 UMPFLANZEN



*Manuelles Ausstechen von Vegetations-
teilen in einer amphibischen Zone*



*Transport grosser Vegetations-
teile mit Gabelstapler*



Beschreibung:

Alle versetzbaren Vegetationsstücke können an ähnlichen Standorten gepflanzt werden, wo sie gewachsen sind. Sie werden von Hand oder maschinell meist auf Paletten gelagert, transportiert und möglichst direkt verlegt, verpflockt oder mit Geotextilien zugedeckt.

Material:

Erdschollen von Trockenrasen, alpinen Rasen, Ufervegetation, Riedgesellschaften, Wiesen, Hecken. Vorwiegend Material, das direkt eingepflanzt oder schwer durch Saatgut hervorgebracht werden kann. Hochwüchsige Gesellschaften vorher zurückschneiden. (Spaten, Greifbagger, Planierraupe).

Zeitwahl:

Während der Vegetationszeit, sodass die Vegetationsstücke gleich weiterwachsen können.

Wirkungen:

Schwer beschaffbare Lebensgemeinschaften von Pflanzen und Kleinlebewesen (Biotop) werden als inselartige Ökozellen an unbelebten Standorten angesiedelt. Dadurch schreitet die Bodenentwicklung und die Sukzession wesentlich rascher voran als bei Ansaaten.

Vorteile:

Wiederverwendung von wertvollen Biotopen, die sonst auf Bau-
stellen zerstört würden (z.B. jahrhundertealter alpiner Rasen).

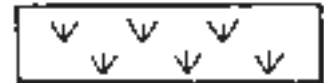
Nachteile:

Nur punktförmige Vegetationsansiedlung, nicht flächendeckend,
daher Erosion möglich.
In Naturschutzgebieten nicht empfehlenswert.

Anwendungsbereiche:

Auf Böschungen, an Ufern, wo die Boden- und Pflanzenentwicklung ausgelöst werden soll. Zum Beispiel: Gehölzumpflanzungen in steinigen Oberflächen oder Erstbesiedlung an neu gestalteten Fließgewässerstrecken mit Vegetationsstücken, die ober- oder unterhalb des Eingriffes entnommen werden.

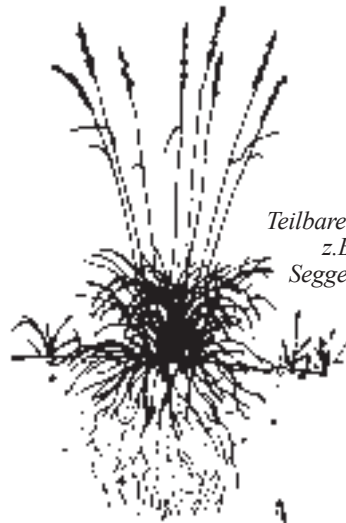
1.8 KRAUTIGE PFLANZUNG



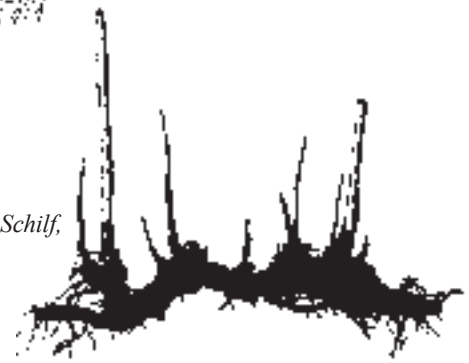
Beispiel eines Standortes, von dem Pflanzen zur Weiterentwicklung entnommen werden können



Teilbare Büschelpflanzen, z.B. Schafschwingel, Seggen, Rasenschmiele



Teilbare Rhizomstücke, z.B. Schilf, Rohrkolben, Pestwurz, Iris



Beschreibung:

Schlecht durch Samen und dafür vegetativ gut vermehrbare Teile von krautigen Pflanzen werden am natürlichen Standort oder in Gärten ausgegraben und in kleine Stücke zerteilt, dass sie weiterwachsen können. (Bei Rhizomen mind. 1 Knoten, bei Wurzelstöcken mind. 5 Halme und deren Wurzeln, bei Grasziegeln einige oberirdische Teile mit Wurzeln). Die Teile werden 3-5 St./m² in Mulden gelegt, in den Boden gesteckt oder ausgestreut und leicht übererdet (evtl. ankleben oder mit Geotextilien überdecken).

Material:

10-15 cm lange Rhizomstücke (= Ausläufer) von z.B. Rohrglanzgras, Rotschwingel, Schafgarbe, Gras- oder Krauthorste, die unterirdisch einen mehrachsigen Wuchs besitzen und sich in mehrere Stücke zerteilen lassen, z.B. Schafschwingel. Grasziegel gewinnt man durch Säuberung von Wegrändern oder beim Grabenputzen, z.B. kriechende Quecke, Huflattich; Erde zum Überdecken; evtl. Kleber, Geotextilien.

Zeitwahl:

Am Anfang der Vegetationszeit.

Wirkungen:

Krautige Pflanzungen durchwurzeln den Boden rascher als Ansaaten und bereichern dadurch die Initialvegetation.

Vorteile:

Die kritische Keimphase von Ansaaten wird durch rasches Verwurzeln der krautigen Pflanzungen überbrückt. Möglichkeit, standortentsprechende, im Handel nicht erhältliche Pflanzen einzubringen.

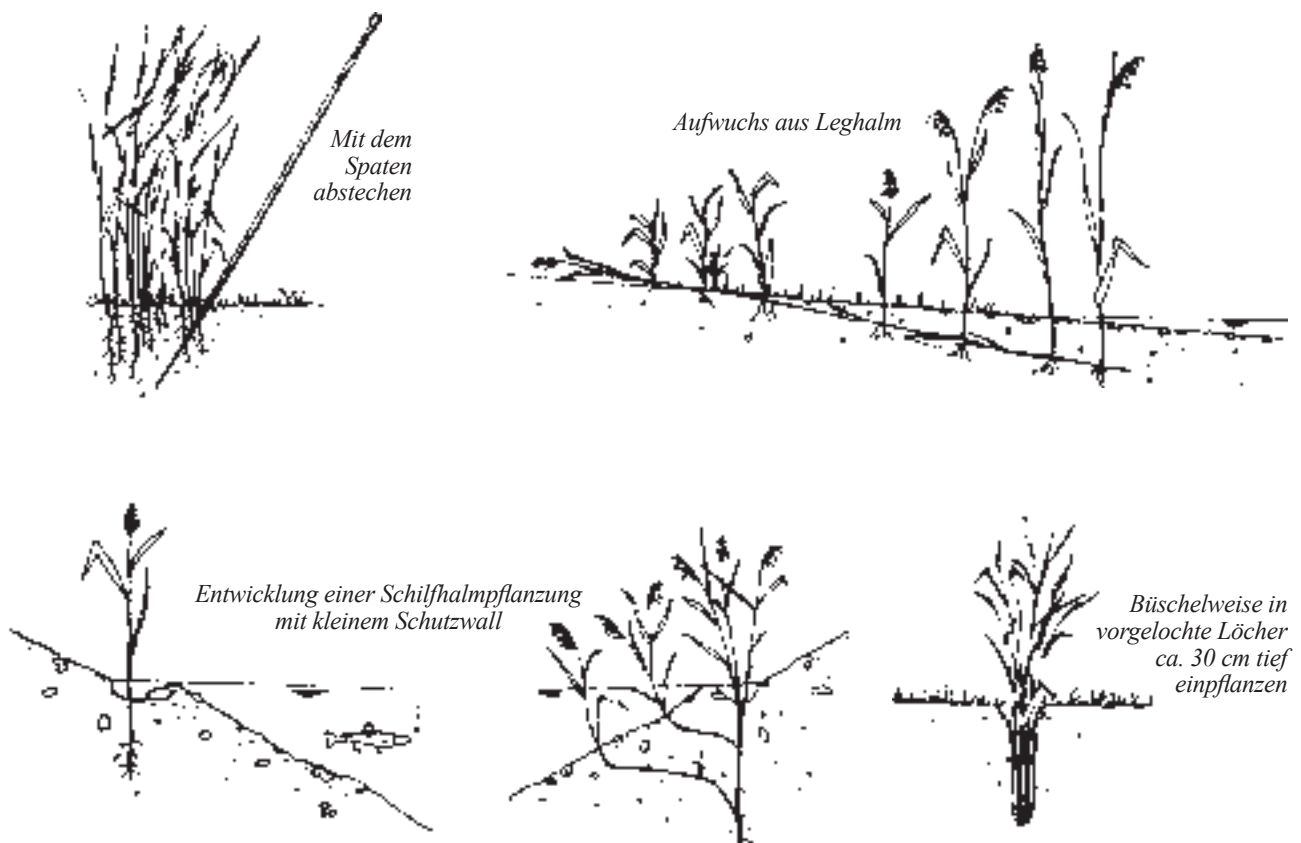
Nachteile:

Materialaufwendig und arbeitsintensiv.

Anwendungsbereiche:

An extremen Standorten, bei denen wenig Arten leben können, z.B. hochalpine Böschungen mit kurzer Vegetationszeit; an Fließgewässern, wo krautige Pflanzenteile sinnvoll wieder verwendet werden können; in artenarmen Gebieten, wo Pflanzen verwendet werden müssen, die nicht als Saatgut erhältlich sind.

1.9 SCHILFHALMPFLANZUNG



Beschreibung:

Aus Schilfbeständen werden junge, kräftige, ca. 80-100 cm lange Halme dicht unter der Bodenoberfläche abgestochen. Sie sollten möglichst 2-3 (max. 5) entfaltete Blätter haben. Die Schilfhalme müssen zugedeckt und kurz gelagert und transportiert werden. Sie werden in Büscheln zu 3-5 Stück senkrecht in vorgebohrte Löcher ca. 30 cm tief, 5-9 Büschel/m² gesteckt und angetreten. Sie können auch in 50-100 cm Reihenabstand in Gräben gepflanzt und mit Kies zugedeckt werden.

Material:

Schilf (Wasserschwaden, Rohrglanzgras), 80-100 cm lange Halme bei senkrechter Pflanzung; 200 cm ausgereifte Halme bei flächiger Ausbreitung über dem Ufer; (Werkzeug: Spaten, Locheisen, bei Erosionsgefahr in der Anwuchsphase vorher Geotextil ausbreiten).

Zeitwahl:

Halmpflanzung zur Zeit der Apfelblüte (Anfang Mai bis Ende Juni); Halmausbreitung nur mit ausgereiftem Schilf (ca. August - September).

Wirkungen:

Rasche Ansiedlung in der Schilfzone, hohe wasserpumpende Kraft: 1 m² Schilf verbraucht jährlich 500-1500 Liter Wasser; Rhizome und Wurzeln festigen in mehreren Etagen den Boden, sodass Durchwurzelungsbereiche bis zu 2m Tiefe entstehen; Förderung der Sedimentation und der Gewässerreinigung.

Vorteile:

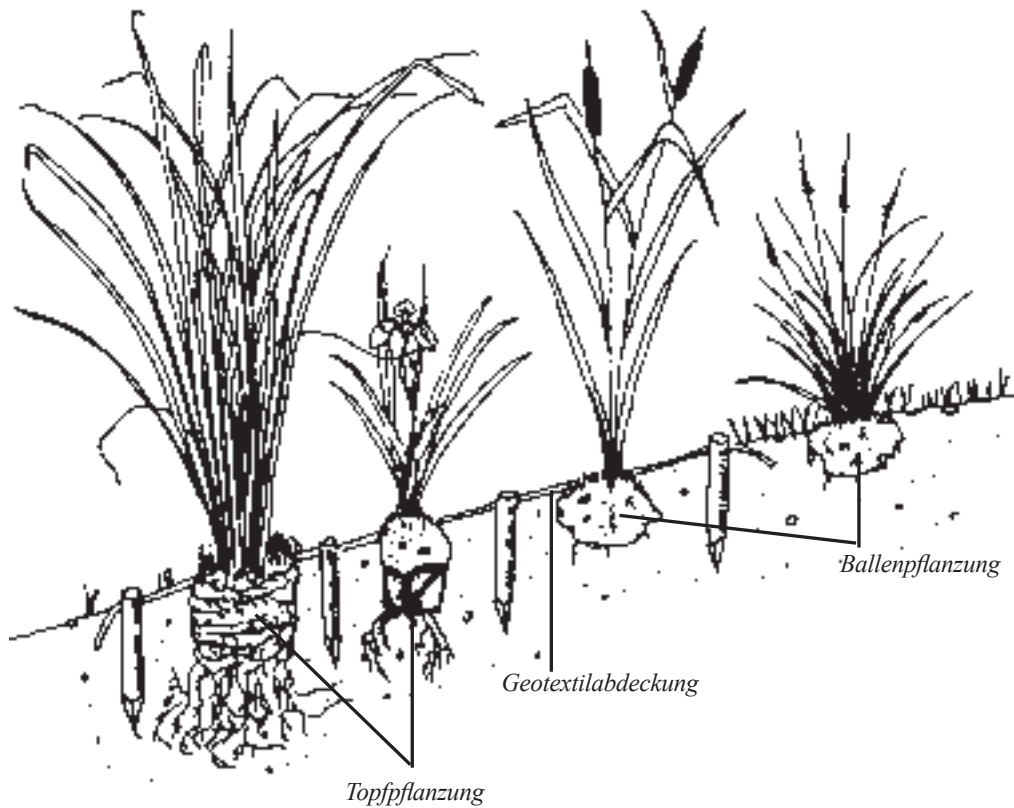
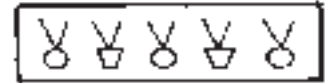
Mit relativ geringem Materialaufwand können in kurzer Zeit auf ausgedehnten Uferflächen Schilfbestände geschaffen werden.

Nachteile:

Optimale Wirkung erst im 2. Jahr, Sedimentation im Schilf an Gleitufeln führt zu Querprofilverengungen. Nur bei stehenden oder langsam fließenden Gewässern.

Anwendungsbereiche:

An unbefestigten Ufern aus Feinsand oder Schlamm, Schilfzone an Fließ- und Stillgewässern, als biotechnische Entwässerung an nassen Böschungsteilen. Schilfpflanzungen evtl. mit Geotextilien oder Kies kombinieren.



Beschreibung:

Seltene Pflanzenarten der alpinen Zone oder von Feuchtstandorten, deren Samen nicht zu erhalten sind, werden in Gewächshäusern vermehrt und als Ballen- oder Topfpflanzung an ihrem zukünftigen Wuchsort gepflanzt, oder man sticht Ballen in geschlossenen Vegetationsbeständen aus, ohne den Bestand zu gefährden. Werden die Pflanzen im Wellenschlagbereich gesetzt, empfiehlt es sich, die Ballen in ein organisch abbaubares Gewebe zu verpacken und die Ballen anzupflocken. Sollen Topfpflanzen vor Ausspülung geschützt werden, können sie mit einer Geotextilfläche überdeckt werden. Je nach Pflanzenart sind sie in der richtigen Zone anzupflanzen.

Material:

Bodenfestigende Gras- und Krautarten der alpinen Zonen. Ballen von Rohrkolben, Schilf, Binsen usw., soweit als möglich aus natürlichen Beständen oder vorkultiviert.

Zeitwahl:

Anfangs der Vegetationszeit bei direkter Pflanzung; Saatgut im Herbst einsammeln, in Aufzuchtgärten in Töpfen vorkultivieren und zu Beginn der nächsten Vegetationszeit auspflanzen.

Wirkungen:

Im hochgelegenen Berggebiet mit nur kurzer Vegetationszeit (ca. 2-3 Monate) stabilisieren Initialpflanzungen aus Töpfen am wirkungsvollsten offene Böden. Ballenpflanzungen breiten sich rasch unterirdisch aus und schützen als geschlossener Bestand das Ufer vor Erosion. Sie besitzen eine hohe biologische Reinigungskraft und sind Lebensraum für viele Tiere.

Vorteile:

Die kritische Keim- bzw. Anwuchsphase wird durch Vorkultur überbrückt. Ballen wachsen schneller am neuen Standort an als Saaten oder Schilfhalm-pflanzung.

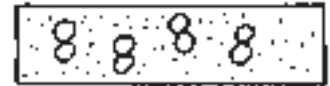
Nachteile:

Nur bei kleinen Flächen, da arbeits- und materialaufwendig.

Anwendungsbereiche:

Hochlagebegrünungen an exponierten Stellen. Feuchtstandorte, Ried, Fließgewässer, Wiederansiedlung von Schilfgesellschaften an Seeufern.

2.1 GEHÖLZSAAT



Stieleiche



Buche



Sommerlinde

Beschreibung:

Die vielen Misserfolge mit Gehölzsaaten beschränken ihre Anwendung. Heute mischt man zweckmässig Gehölzsamen mit den anderen Saatverfahren oder man bereitet spezielle Plätze oder Rillen vor, in die man das Saatgut für das spätere Verpflanzen einarbeitet. Die Gehölzsaat ist auch im Anspritzsaatverfahren oder als Löchersaat möglich. Bei der Löchersaat werden 1-5 Samen in ein 10 cm tiefes Loch gesteckt und mit 2-3 cm Erde bedeckt.

Material:

Herkunftsgebiet des Handelssaatgutes beachten. Saatgut von Gehölzen in Mengen, die von der Grösse der Samen abhängen (Eichen ca. 20-40 Samen/m²). Vor dem Säen sollen die Samen mit ihren vergesellschafteten Bakterien oder Pilzen geimpft werden (siehe Firmenkataloge).

Zeitwahl:

Immer werden sie am Ende der Vegetationszeit gestreut. Sie bleiben unverändert liegen, bis sie keimen können. Samen mit harter Schale müssen stratifiziert werden.

Wirkungen:

Im Schutz der Anfangsgesellschaften kann sich eine standortgerechte Waldgesellschaft ungestört entwickeln. Die Gehölze können sich schon als Keimling dem spezifischen Standort anpassen.

Vorteile:

Tiefere Wurzelbildung und weniger Erosionsgefahr.
Gute Auslese höherer Individuenzahl. Einziges Verfahren zur Waldbildung auf steinigen, sandigen, felsigen Hängen und auf Steilböschungen.

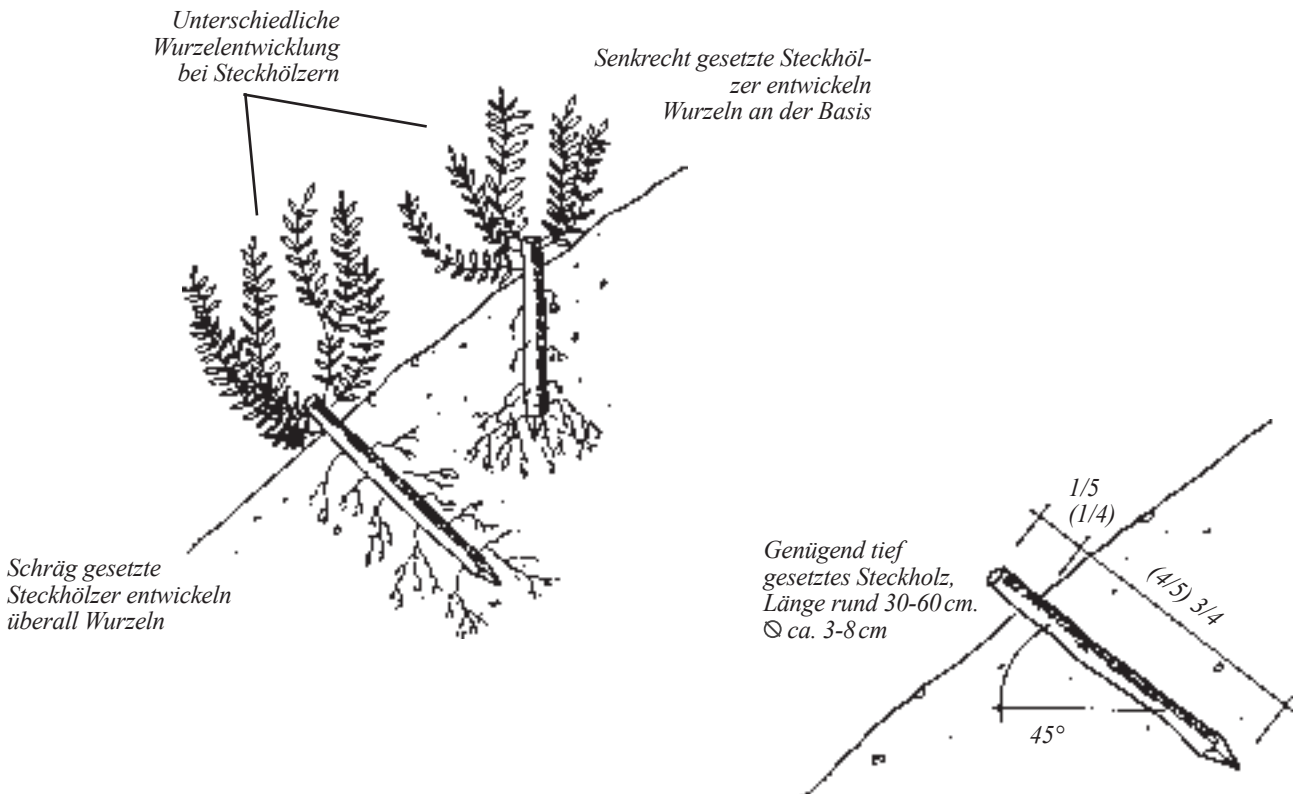
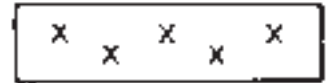
Nachteile:

Langsameres Aufkommen und grösseres Risiko im Vergleich zur Gehölzpflanzung. Auswaschgefahr vor dem Keimen, kaum mechanisierbar ohne Qualitätsverlust.

Anwendungsbereiche:

Extremstandorte, deren Gesellschaft Wald sein soll und die wegen Erosionsgefahr nicht bepflanzt werden können. Sandige, steinige, felsige Steilböschungen. Kombination mit Mulchsaat.

2.2 STECKHÖLZER



Beschreibung:

Ein lebendes Aststück einer Weide wird in den Boden gesteckt, sodass es zu einer neuen Weide heranwachsen kann. Mit einem Loch-eisen werden pro m² Böschungfläche 1-2 Löcher in einem Winkel von 45° vorgebohrt. In diese Löcher steckt man die unten schräg angeschnittenen Weidensteckhölzer und tritt sie rundherum an. Die Knospen müssen unbedingt nach oben zeigen. Anderenfalls brechen die entgegengesetzten Triebe leicht am Stamm ab. Vom armstarken Steckling sollen nur 3 Knospen oder 10 cm aus dem Boden ragen. Zwischen den Steckhölzern werden einheimische Sträucher und Bäume gepflanzt.

Material:

Unverzweigte, gesunde ein- und mehrjährige Triebe von 3-10 cm Durchmesser und je nach Einschlagtiefe 30-60 cm Länge. Je dicker der Zweig, desto weniger leicht vertrocknet er. Es sind alle Weidenarten bis auf *Salix caprea* geeignet. Mit anderen Gehölzarten werden nur sporadisch Erfolge erzielt.

Zeitwahl:

Nur während der Vegetationsruhezeit.

Wirkungen:

Rasche Bebuschung von Böschungen: schnelle Bildung von Humus; einfachste Pionierbegrünung, die in Bewaldung überleitet; die Bodenstabilisierung erfolgt erst nach der Wurzelbildung; Entwässerungswirkung durch den hohen Wasserbedarf der Weiden.

Vorteile:

Örtliche, einfache und billige Pionierbegrünung, die sich nach dem Verwachsen ausbreitet.

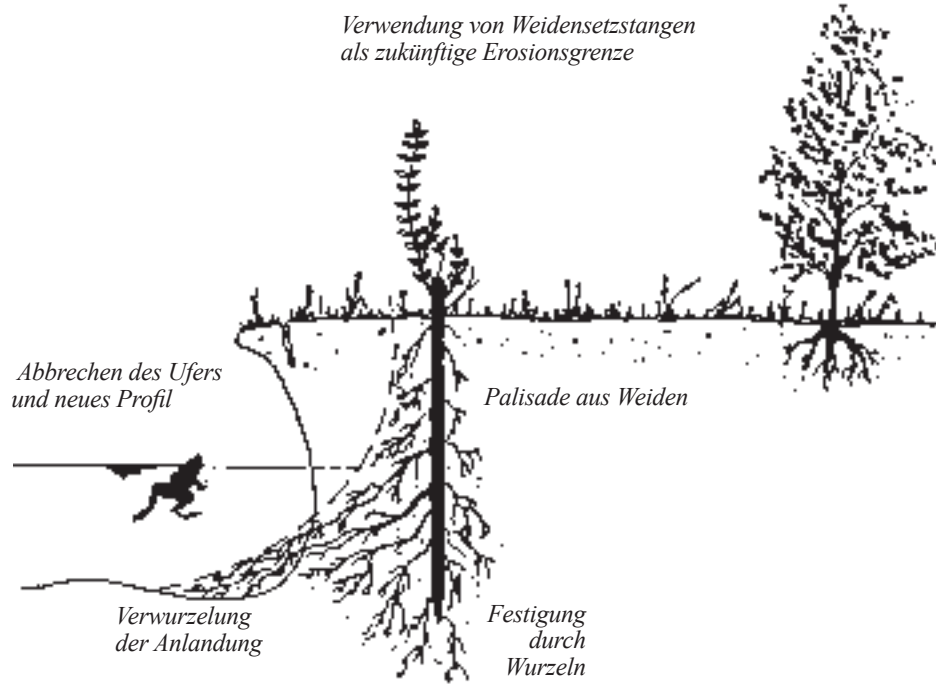
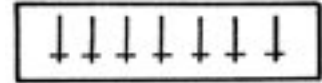
Nachteile:

Böschungsstabilität und Sicherung der Bodenoberfläche sind anfänglich klein; nur so tief wirkend wie die Steckhölzer verwurzeln.

Anwendungsbereiche:

Pionierbewuchs von Ufern und Böschungen; billige Bepflanzung feuchter Hangteile; rasche und dauernd wirksam bleibende Bekämpfung der Winderosion; schnelle und flächenhafte Beschattung.

2.3 PALISADEN, LEBENDE BÜRSTEN / KÄMME



Beschreibung:

Lebende, unten zugespitzte, oben gerade geschnittene, möglichst gleichmässig gewachsene Pfähle schlägt man nebeneinander in den Boden und tritt sie fest. In der Böschung werden die Palisaden gegeneinander versetzt in erosionsgefährdete Nassstellen eingeschlagen, sodass nur 2/3 ihrer Länge im Boden stecken. An abbruchgefährdeten Steilufern werden die grossen, starken Steckhölzer unmittelbar hinter der Abbruchkante oder der Böschungskrone in vorgebohrte Löcher zu 2/3 ihrer Länge eingeschlagen. Pflanzenabstand 60-100 cm. Bei lebenden Bürsten oder Kämmen werden Steckhölzer und Äste ausschlagfähiger Gehölze dicht nebeneinander in Reihen versetzt, sodass die Hälfte herauschaut. Die Kämmen müssen annähernd quer zur Fliessrichtung mit einem Winkel von 10-30° zur Querachse geneigt sein und einen Abstand von 100 cm haben.

Material:

Stangenartige, geradschäftige Weidenhölzer von 1-2 m Länge und 3-8 cm Durchmesser.

Zeitwahl:

Nur während der Vegetationsruhezeit.

Wirkungen:

Punktuelle bis lineare Sicherung. Die Palisaden durchwurzeln tief und intensiv die erosionsgefährdeten Böden. Am Steilufer schützen Palisaden vor weiteren Abbrüchen. Bürsten oder Kämmen halten Geschiebe des Fliessgewässers auf und fördern so die Verlandung an Rutschufem.

Vorteile:

Rasch und einfach herzustellen. Prophylaktischer Uferschutz. Verlandung mit der natürlichen Kraft des Wassers.

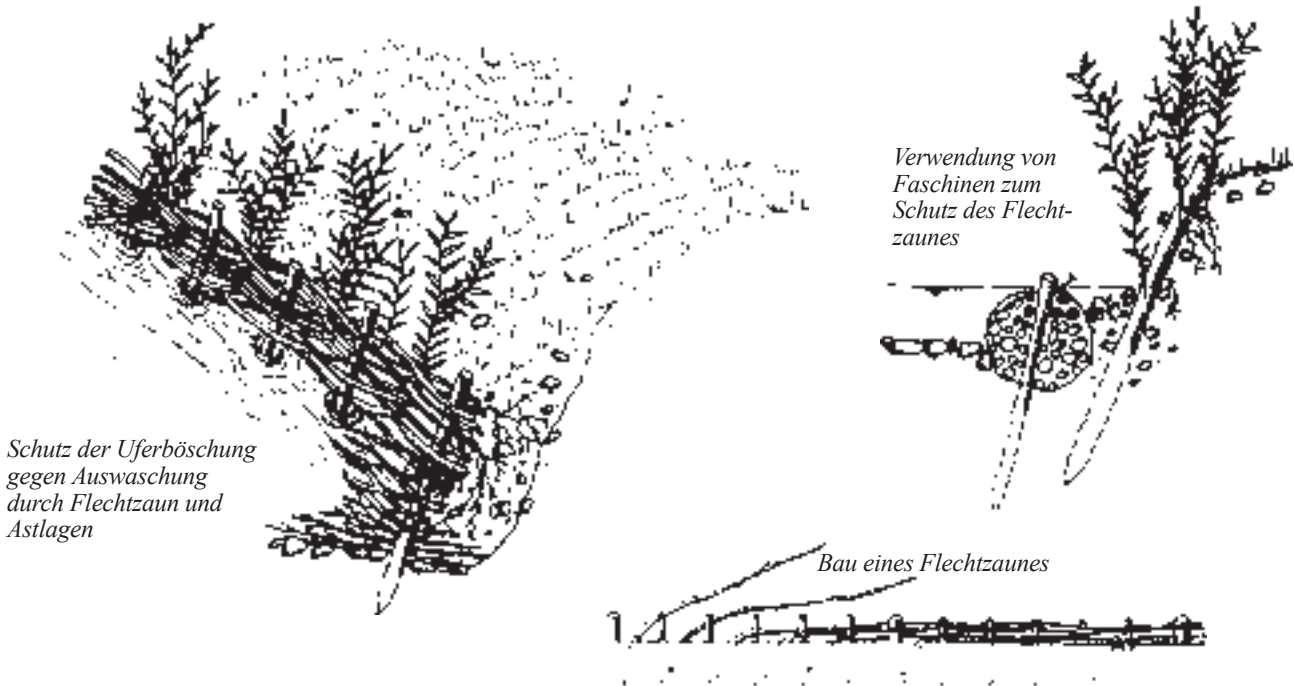
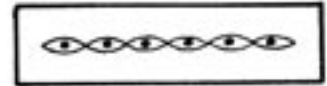
Nachteile:

Punktuelle bzw. lineare Sicherung; nur bedingt in steinigem Grund; Querprofileinengung bei lebenden Bürsten.

Anwendungsbereiche:

An Nassstellen in Böschungen. Am steil abfallenden Strassenbord ersetzen Palisaden Leitplanken. Einzige Arbeitsweise für Querschwellen in Moorgräben. An steilen Uferabbrüchen dürfen die Palisaden nur bis max. 100 cm unter die Mittelwasserlinie ragen, da sie sonst verfaulen. In flachen Überflutungsbereichen, Bermen, Schwemmlagerungen und Flutmulden führen die Kämmen nach erfolgter Verlandung auf dem Wege der natürlichen Pflanzensukzession zu einem Auwald über.

2.4 FLECHTZAUN



Beschreibung:

Lange Pfähle aus Holz oder Stahl werden in 100-300 cm Abständen schräg gegen das Ufer oder in die Böschung geschlagen. Dazwischen setzt man in Abständen von ca. 30 cm kurze, lebende Steckhölzer. Danach sind lange, biegsame Ruten ausschlagfähiger Weiden mit dem dicken Ende in den Boden zu stecken und nach Korbmacherart um die Pfähle zu flechten. Der Flechtzaun ist mit Erde zu hinterfüllen, damit die lebenden Äste anwurzeln und ein dichtes Buschwerk bilden können. Ganz in den Boden versenkte Flechtzäune wachsen besser an als die, die über den Boden herausragen. Die am Boden liegenden Äste trocknen aus und sterben ab. Flechtzäune können in horizontalen Reihen als Diagonal- oder Kammergeflecht (Rauten) ausgeführt werden. An Ufern beugt man der Unterspülung mit einem Fusschutz aus Astlagen oder Faschinen vor.

Material:

Elastische, lebende Zweige ausschlagfähiger Holzarten (vor allem Weiden) von mindestens 120 cm Länge; lebende Holzpfähle von 30-80 cm (Spieker); lebende Holzpfähle oder Stahlstäbe mit einer Länge von 100 cm; Hinterfüllungsmaterial.

Zeitwahl:

Nur während der Vegetationsruhezeit; bei Verwendung nicht austriebsfähiger Ruten beliebig.

Wirkungen:

Konsolidierend für lose Oberbodenschichten; nur geringe Tiefenwirkung; nach Bewurzelung bodenbindend, mit Astlage oder Faschine auswaschungssichere Uferbefestigung; ökologisch wertvolles Wurzelgeflecht. Damit sich die Austriebe nicht selbst beschatten, sollten Flechtzäune stets zum Hang geneigt sein.

Vorteile:

Sofortiger Bodenrückhalt an Böschungen in Verbindung mit Abstufung; gute Anpassung an bestehende Geländeverhältnisse.

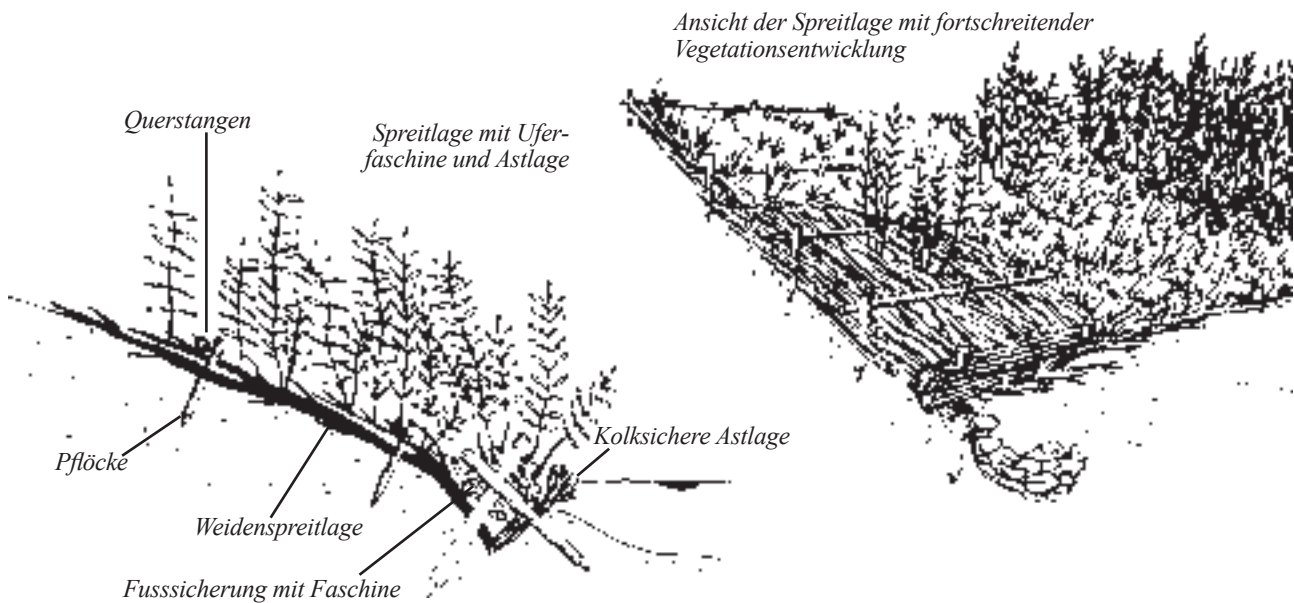
Nachteile:

Geringe Bewurzelung bei hohem Materialverbrauch. Nur lange, gut flechtbare Äste sind geeignet; sehr arbeitsaufwendig; unbrauchbar in steinigem und felsigem Gelände; Einengung des Querprofils und daher pflegebedürftig.

Anwendungsbereiche:

Fusssicung an kleineren Flussgewässern; für kleinere Instandstellungen auch Abstufung möglich, bei Unterspülungen von lückenhaft stehenden Ufergehölzen; als Fusschutz in Verbindung mit Spreitlage verwendbar. Im Erdbau in Verbindung mit Entwässerungsmulden, aber häufig durch Hangfaschinen ersetzt.

2.5 SPREITLAGE



Beschreibung:

Auf einem zu schützenden Ufer, das vorher auf eine begehbare Neigung abgeflacht wurde, legt man lebende Äste so dicht aus, dass die Fläche bedeckt wird. Das untere Ende steckt man in den Boden, bzw. in die Bachsohle. Das obere Ende überragt das Fussende der nächsthöheren Reihe. In Reihen von 80-100 cm Abstand befestigt man die Spreitlage mit Pfählen, quergelegten Ruten und Draht fest am Boden. Dazu schlägt man, vor dem Auslegen der Ruten, in 60-150 cm Abständen Holzpfähle bis auf 20 cm in den Boden. Nach der Fertigstellung deckt man alles leicht mit Erde zu, sodass die Äste kaum sichtbar sind. Die Ruten und Äste werden sich dann im Boden anwurzeln. Damit die Spreitlage unten nicht ausgespült wird, kann man sie mit Steinen beschweren oder mit einer Faschine befestigen (Fussschutz).

Material:

Triebfähige, möglichst lange und gerade Äste und Ruten. Die Länge darf nicht unter der Buschhöhe von wenigstens 150 cm liegen. Je nach Stärke werden 10-30 Äste je Laufmeter an der Böschung verwendet. Hat man zu wenig lebendes Material, kann man auch tote Äste darunter mischen. Baut man ganz aus totem Material, muss die Spreitlage mit Junggehölzen (Forstware) durchpflanzt werden. Befestigungsmaterial: Pfähle, Draht, bindiges Material zum Übererden.

Zeitwahl:

Meist nur während der Vegetationsruhezeit. Im Sommer muss das lebende Weidenmaterial noch am Tage des Schnitts wieder eingesetzt werden.

Wirkungen:

Die Lagen von triebfähigen Weidenästen decken die Bodenoberfläche sofort nach dem Einlegen ab. Sie schützen sie gegen Erosion durch Wellenschlag. Je tiefer die Wurzeln in den trockenen Boden eindringen, desto besser wird das Gelände in die Tiefe stabilisiert. Diesbezüglich sind die Stecklingslagen wirksamer.

Vorteile:

Einfache Materialien, meist vor Ort vorhanden: Spreitlagen wirken sofort, treiben dicht aus und bewurzeln dicht. An Fließgewässern bilden sie einen dauernd elastischen Buschgürtel, der das Pionierstadium des neuen Uferwaldes darstellt.

Nachteile:

Spreitlagen benötigen viel Material und sind arbeitsaufwendig. Sie müssen lange gepflegt werden, weil der Rutenwuchs sehr dicht ist und die nachfolgenden Pflanzen sonst nicht wachsen können. Tendenz zu Weidenmonokulturen.

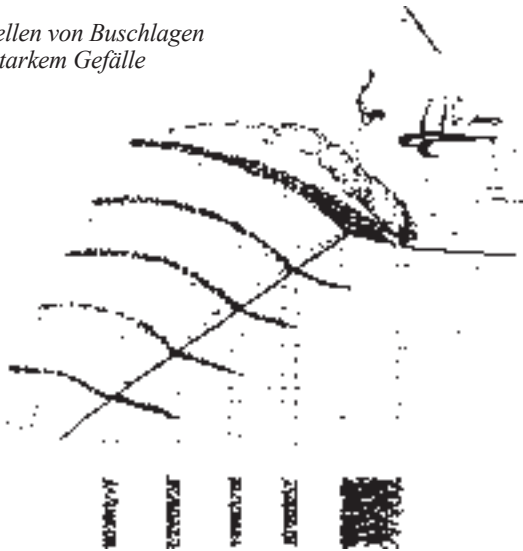
Anwendungsbereiche:

Uferböschungen, die durch die Strömung wesentlich gefährdet sind. Oberhalb der Mittelwasserlinie in Verbindung mit Flechtzaun und anderen Fusssicherungen. Erodierende Böschungen, die an der Oberfläche stabilisiert werden müssen. Die Spreitlage sollte mit Bepflanzungen ergänzt werden.

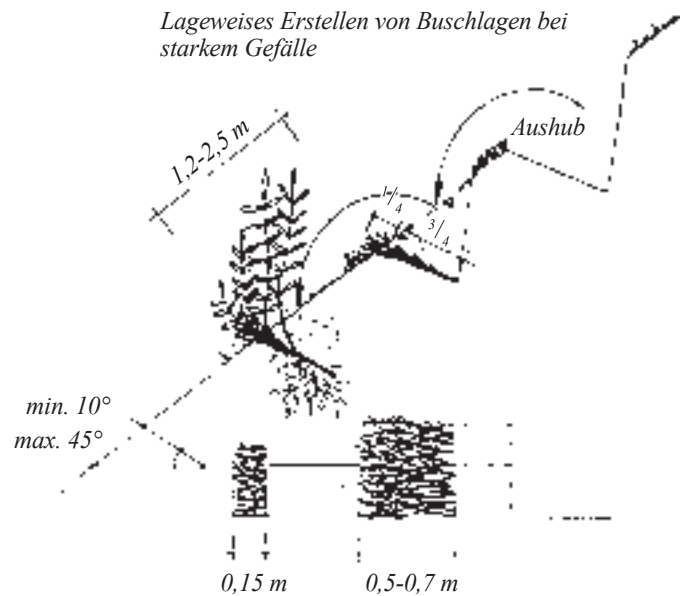
2.6 BUSCHLAGE



Erstellen von Buschlagen bei starkem Gefälle



Lageweises Erstellen von Buschlagen bei starkem Gefälle



Beschreibung:

Beim Erstellen einer Böschung werden von unten nach oben auf kleinen Bermen dicht nebeneinander kreuzweise Weiden gelegt und mit dem Aushub der nächsthöheren Berme zugedeckt. Bei Aufschüttungen legt man 2-4 m lange Weidenäste auf die leicht nach hinten geneigte Fläche und lässt vorne nur ca. 20 cm überragen; dann fährt man mit der Aufschüttung und Verdichtung bis zur nächsten Reihe fort. Der Reihenabstand richtet sich nach dem Aufschüttmaterial, der Hangneigung, der Standfestigkeit und der Höhe des Dammes, jedoch nie weniger als 150 cm. Die Reihen werden bei trockenen Hängen horizontal und bei vernässten Böschungen schräg verlegt.

Material:

Äste triebfähiger Holzarten, vorwiegend Weiden, 10-20 Stück je Laufmeter mit allen Nebenästen. Die Lage der Äste richtet sich nach dem Boden: in dichten Böden eher kurze Äste (ca. 60 cm), in lockeren, aufgeschütteten Böden eher lange Äste (2-4m).

Zeitwahl:

Nur während der Vegetationsruhezeit. Muss ausnahmsweise während der Vegetationszeit gearbeitet werden, können die Weidenzweige in der Ruhezeit geschnitten und bis zur Verwendung in Kühlhäusern bei 5°C gelagert werden. Sie können jedoch auch ab Spätsommer am Vortag der Verwendung geschnitten werden.

Wirkungen:

Tiefenwirkung bereits beim Einbau, der sich mit der Bewurzelung erhöht. Abgerutschtes Material wird von den Ästen aufgefangen und durchwurzelt. Buschlagen verringern die Abflussgeschwindigkeit des Wassers im Boden und weitgehend die Rillenerosion. Sie bringen Bodenbewegungen, Erosion und Verschüttungen allmählich zum Abklingen. Auch abgerutschte Buschlagen wachsen weiter.

Vorteile:

Einfache und beste Methode für grosse Tiefenwirkung. In Aufschüttungen noch einfacher und billiger, weil alle Arbeitsgänge bis auf das Legen der Äste mechanisiert ausgeführt werden. Hohe Regenerationsfähigkeit Rückschnitt.

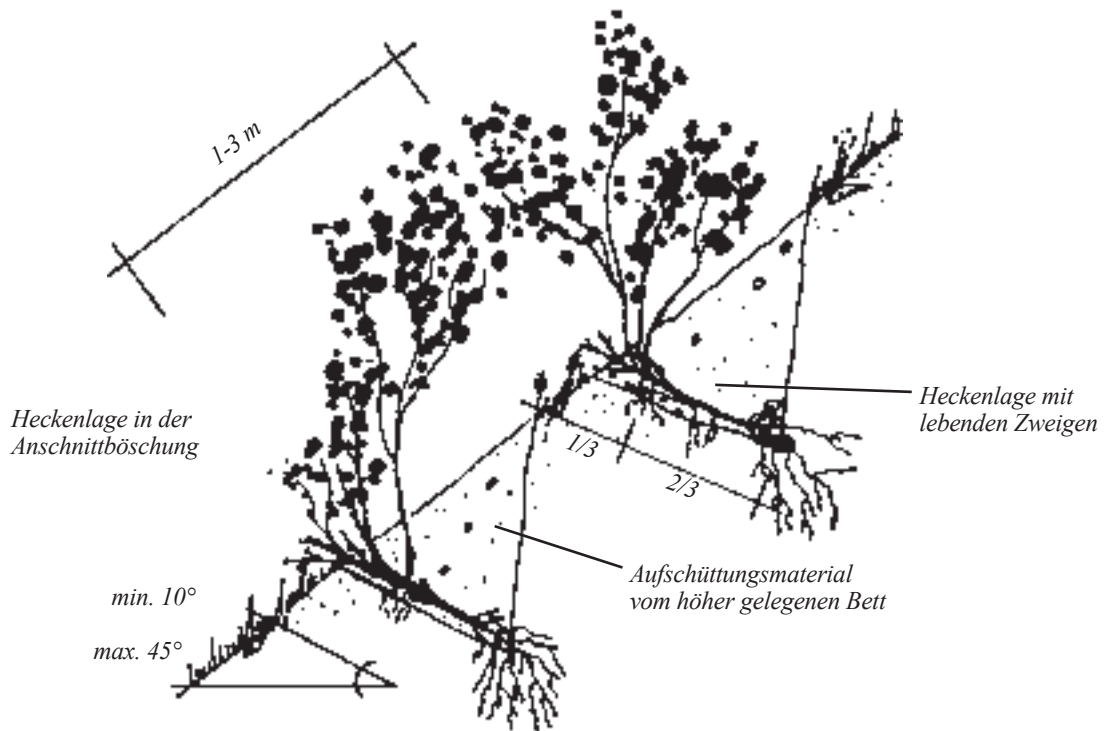
Nachteile:

Ungeeignet für Mutterbodenrückhalt. Wegen der Kurzlebigkeit von Weiden nur vorübergehende Sicherung. Bei Rückschnitt schlagen Weiden immer wieder aus.

Anwendungsbereiche:

Wirksamste Bauweise zur raschen Sicherung extremer Lagen, besonders auf labilem erosions-, steinschlag- und rutschgefährdetem Gelände. Einzige armierende Bauweise für Dämme während der Aufschüttung. Im Flussbau zur Kolkssicherung und Verstärkung von Faschinen. Häufig in Verbindung mit technischen Hilfsmitteln. Pionierv egetation für nachfolgende Pflanzengesellschaften.

2.7 HECKENLAGE



Beschreibung:

Auf einer ca. 60 cm tiefen, schräg nach hinten fallenden Berme werden bewurzelte Pflanzen dicht nebeneinander verlegt. Bei nährstoffarmen oder trockenen Böden gibt man Stroh oder Humus über die Heckenpflanzen. Nun deckt man die Heckenlage mit dem Aushub der nächsthöheren Berme zu. Die Heckenlagen werden bei trockenen Hängen horizontal und bei nassen Hängen schräg in 1-3 m Abstand über die ganze Hangfläche eingebaut.

Material:

Je nach Art 5-10 Pflanzen je Laufmeter verschüttungsresistente Laubgehölze, welche Wurzeln bilden können, z.B. Schwarzerle, Liguster. Am Besten eignen sich Jungpflanzen oder Keimlinge mit kräftigen Wurzeln. Die Arten sind aufeinander und beim Standort abzustimmen.

Zeitwahl:

Nur in der Vegetationsruhezeit.

Wirkungen:

Sofort nach Einbau bodenfestigend; Bodenbindung durch Wurzelbildung an der gesamten Länge. Pflanzen festigen den Boden, verbessern, beschatten und aktivieren ihn. Erlen mit Wurzelknöllchen und leicht verrottetem Laub haben einen besonders hohen ökologischen Wirkungsgrad.

Vorteile:

Möglichkeit, ohne Vorkultur ein dichtes Laubwerk zu begründen, bessere Tiefenwirkung als bei der Pflanzung.

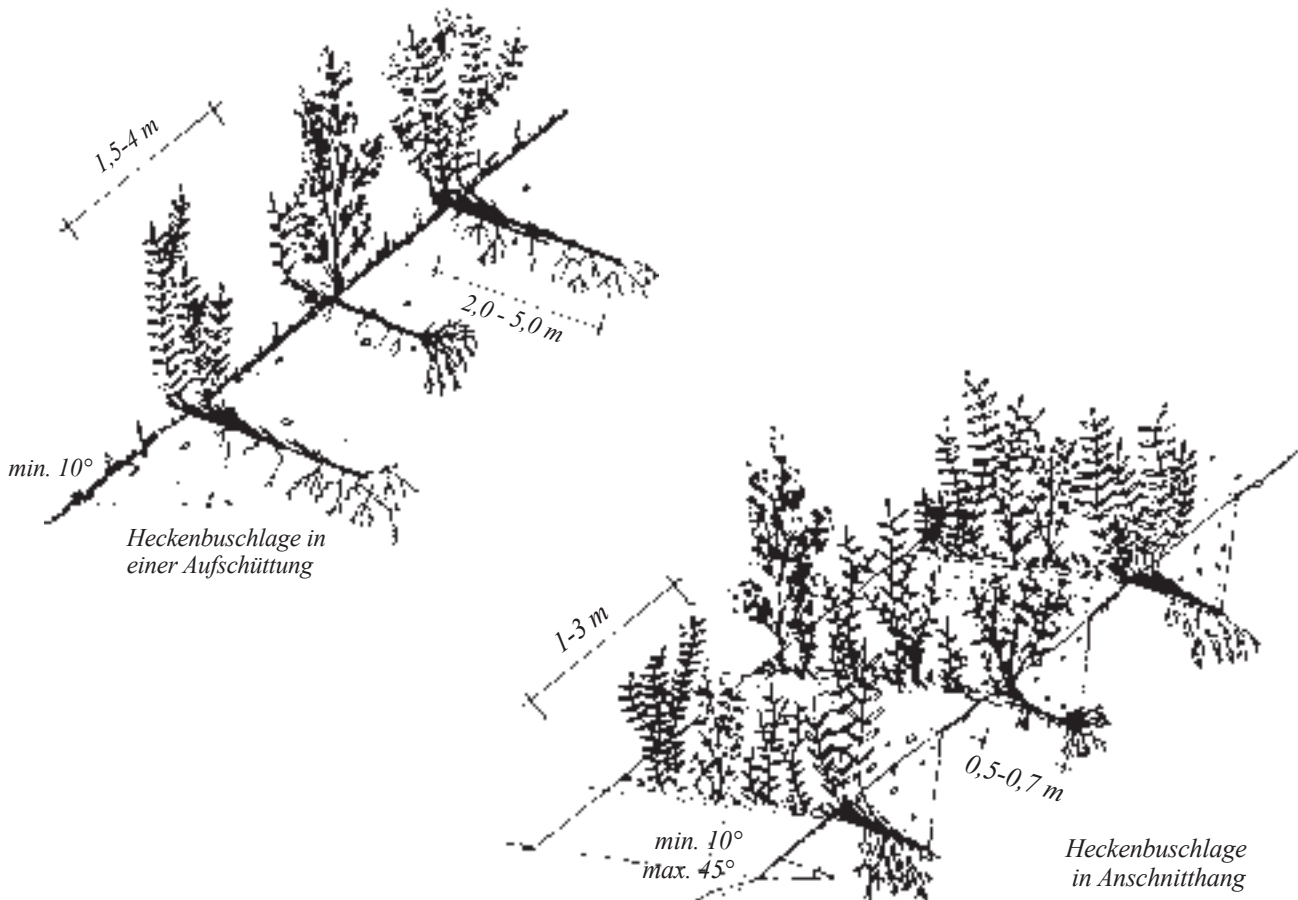
Nachteile:

Hoher Pflanzenbedarf, teuer, nur auf günstigen Standorten, langsamer wachsend als Buschlagen.

Anwendungsbereiche:

Auf guten Böden, steinig und nährstoffreich, mit Sand und Mergel, wo das Pionierstadium durch die Weiden vermieden werden kann, auf kalkarmen Substraten und wo pflanzensoziologisch Weiden nicht in Frage kommen. Vielfach durch billigere Bauweise ersetzbar.

2.8 HECKENBUSCHLAGE



Beschreibung:

An Anschnittböschungen werden von unten nach oben auf kleinen Bermen dicht nebeneinander kreuzweise Weiden und bewurzelte Pflanzen gelegt und mit dem Aushub der nächsthöheren Berme zugedeckt. Bei wiederherzustellenden Aufschüttungen legt man 2-4 m lange Äste und eine bewurzelte Pflanze je Laufmeter auf eine nach hinten geneigte Fläche und lässt vorne ca. 20 cm herausragen. Dann wird die Aufschüttung fortgesetzt. Der Reihenabstand richtet sich nach dem Schüttmaterial, der Hangneigung, der Standfestigkeit und der Höhe der Böschung.

Material:

10-20 Weidenäste mit allen Nebenästen und 1-2 Büsche je Laufmeter.

Zeitwahl:

Nur in der Vegetationsruhezeit.

Wirkungen:

Tiefe und rasche Bodendurchwurzelung labiler Böden; Verhinderung von Rillenerosion und Bodenbewegungen; wirkt dränierend. Die Heckenbuschlagen leiten eine artenreiche und dauerhafte Pflanzengesellschaft ein. Im fließenden Wasser werden Wurzelvorhänge gebildet, welche die Standsicherheit erhöhen und vielfältige Lebensräume entwickeln.

Vorteile:

Von Hand oder maschinell ausführbar; tiefe Durchwurzelung. Mit der Pioniervegetation werden in einem Arbeitsgang die standortgerechten Gehölze gleich miteingebracht.

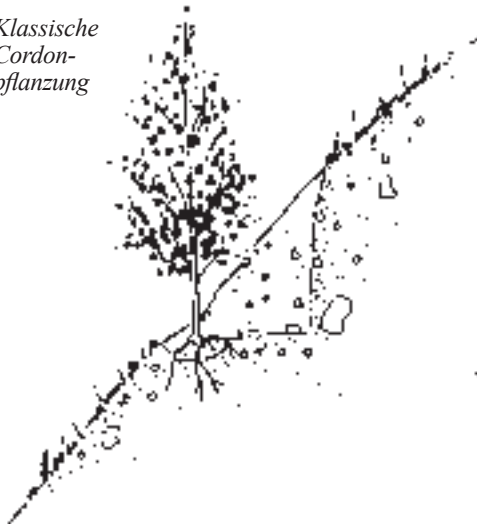
Nachteile:

Anfangsstabilität zwischen den Reihen gering; Gehölze können zwischen den Buschlagen ersticken, weshalb eine Pflanzung zwischen den Reihen sicherer wäre.

Anwendungsbereiche:

Hohe, steile Anrisse; lose erdige Ufer und Hänge, die tief stabilisiert werden müssen; vernässte Böschungen und Rutschhänge.

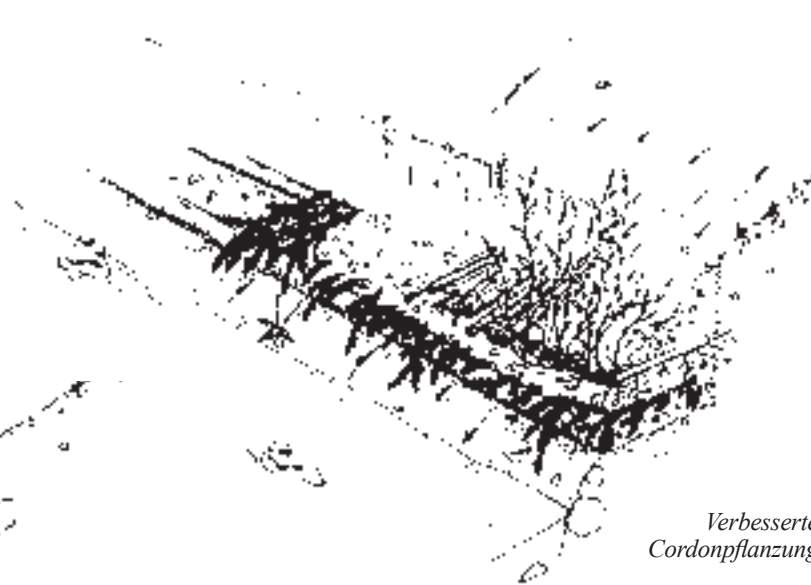
*Klassische
Cordon-
pflanzung*



*Verstärkte
Cordon-
pflanzung*



*Verbesserte
Cordonpflanzung*



Beschreibung:

Bei der einfachen Cordonpflanzung werden junge Pflanzen in kleine Vertiefungsrinnen gestellt und hernach zugeschüttet. Bei der verstärkten Cordonpflanzung werden auf ein Querbankett Längsstangen mit einer Reisigbettung verlegt. Darüber schüttet man ca. 10 cm Erde und verlegt dann Weidenstecklinge dicht nebeneinander, welche sich nach der Überschüttung entwickeln. Arbeitsfortgang von unten nach oben, in horizontalen Reihen mit ca. 3 m Abstand.

Material:

Bei der einfachen Cordonpflanzung: 2-3 unverpflanzte Gehölzpflanzen je Laufmeter; bei der verbesserten Cordonpflanzung 1-2 lebende Pfähle bis zu 12 cm Durchmesser; Nadelholzäste zum Auslegen; 10-25 Steckhölzer je Laufmeter, mindestens 60 cm lang.

Zeitwahl:

Nur während der Vegetationsruhezeit.

Wirkungen:

Standortverbesserung durch Wasserrückhalt und flaches, gestuftes Pflanzenbett. Stabilisierung labiler Hänge durch steife Reisigunterlage, gute Bodendurchwurzelung durch Stecklinge. Durch das Pflanzen in Reihen schützen sie sich gegenseitig vor Wasser- und Winderosion. Zusammen mit dem Laubfall wird der Zwischenraum für die folgenden Pflanzengesellschaften vorbereitet.

Vorteile:

Mit in den Hang geneigten Bermen guter Wasserrückhalt in Trockengebieten; Verstärkung im Rutschterrain.

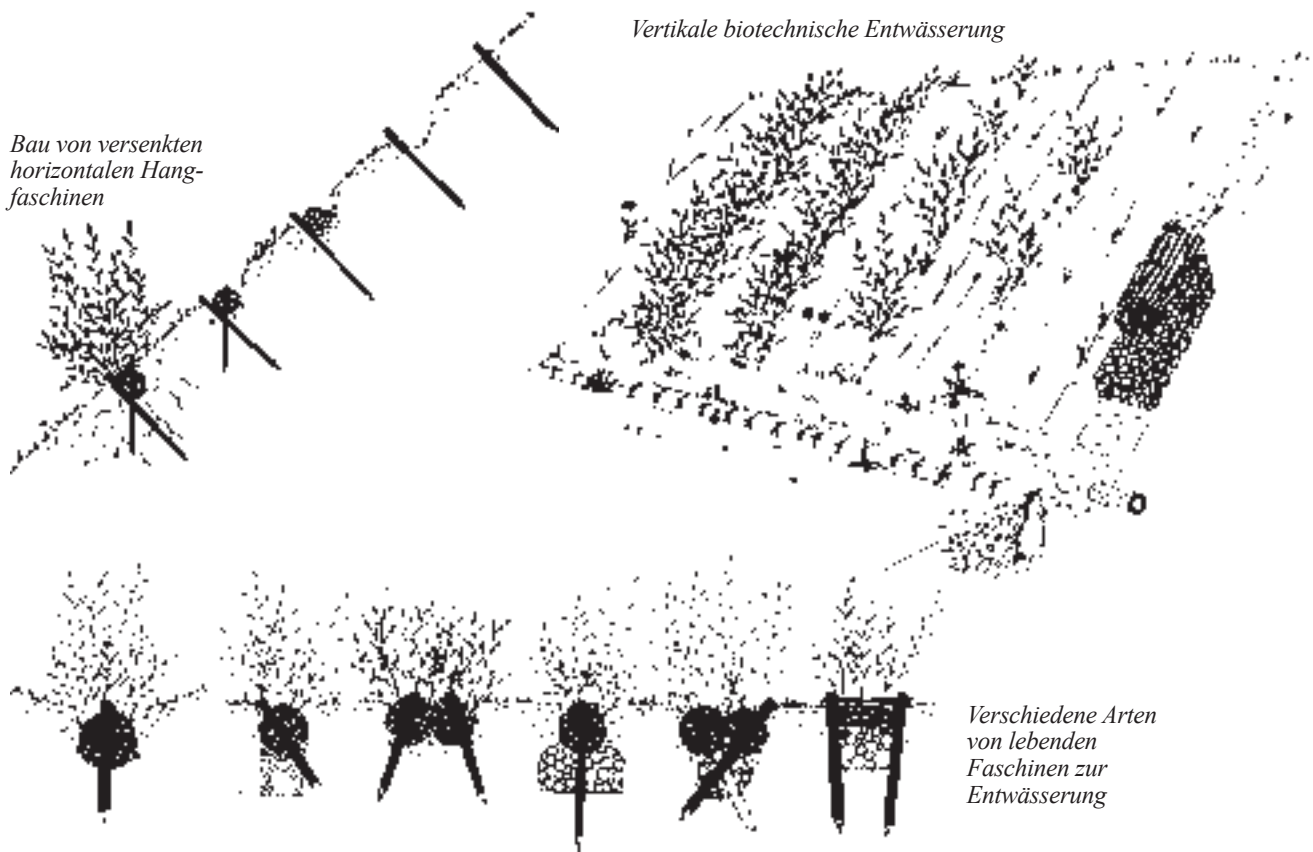
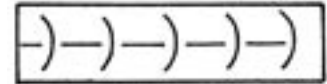
Nachteile:

Vorsicht: das Wasser auf Banketten darf sich nicht stauen; Bedarf an Reisig sollte umgebende Wälder nicht beschädigen.

Anwendungsbereiche:

Zur Aufforstung von Trockengebieten; Stabilisierung feuchter Hänge in tonigen, mergeligen und schiefrigen Böden. Zunehmend von wirtschaftlicheren und wirksameren Bauweisen abgelöst.

2.10 HANGFASCHINE



Beschreibung:

Hangfaschinen werden aus lebenden Ästen und/oder toten Ruten zu 20-40 cm dicken Walzen zusammengebunden. In der Grabensohle verlegt man die Faschinen (einzeln oder zu mehreren) entlang wasserführender Schichten im Hang, horizontal, schräg, senkrecht oder Y-förmig. Die Faschinen werden mit Pfählen aus Holz oder mit Stahlstäben im Abstand von 80 cm befestigt und leicht mit Erde überdeckt, sodass sie anwachsen können.

Material:

Weidenäste und tote Äste, Durchmesser 2-4 cm, Länge 2-6 m; geglühter Draht, Durchmesser 2-3 mm; je Laufmeter 1 Pfahl, Durchmesser 3-5 cm, Länge 30-60 cm; oder 1 Stahlstab, Durchmesser 10-20 mm.

Zeitwahl:

Während der Vegetationsruhezeit, evtl. auch in der Vegetationszeit.

Wirkungen:

Bei horizontaler Anordnung wasserspeichernd; bei geneigter oder vertikaler Anordnung entwässernd wegen der Leitwirkung der längsgerichteten Äste. Durch den hohen Wasserverbrauch der Pflanzen wird nach dem Anwachsen dem Boden Wasser entzogen und damit die Erosion verhindert. Erster mechanischer Schutz für Saaten und Pflanzungen.

Vorteile:

Rasche und einfache Ausführung im Boden bei geringen Wurzelaktivitäten, verhindert ein Verstopfen der Entwässerung, die deshalb nie gereinigt werden muss.

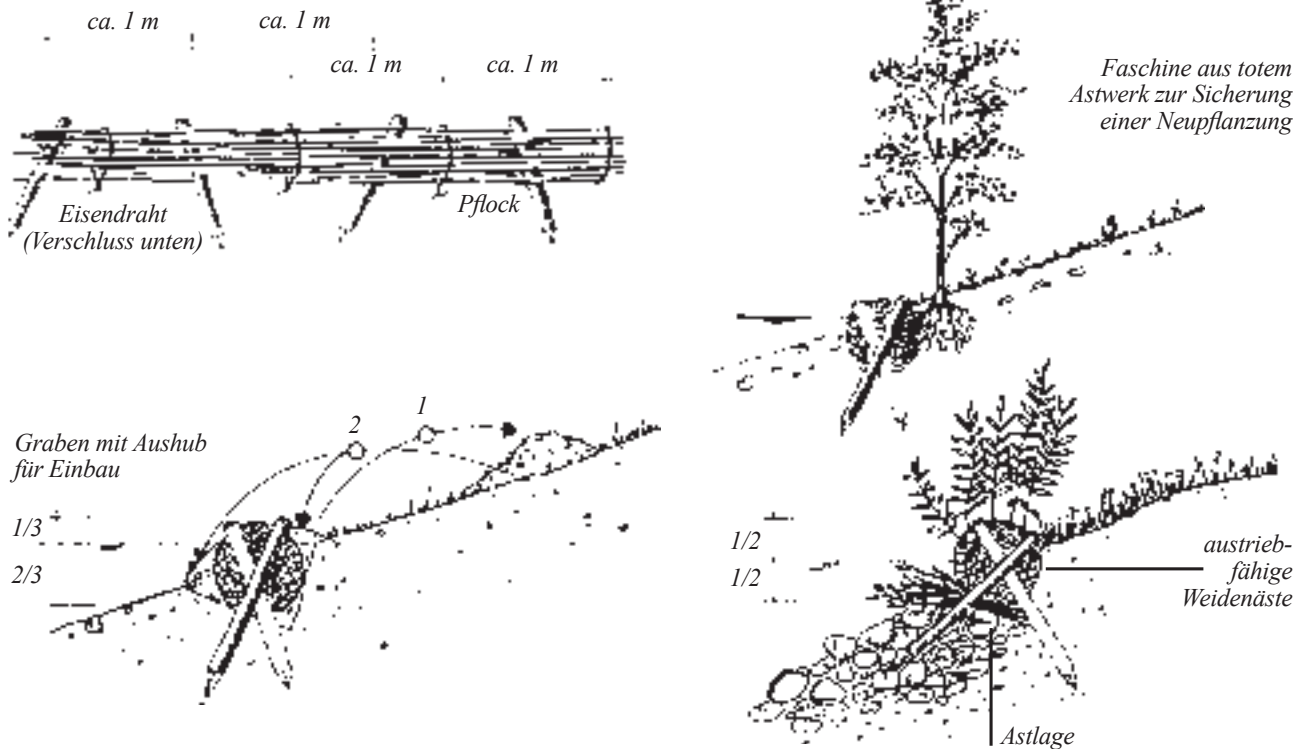
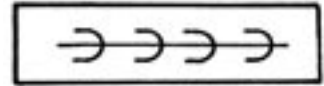
Nachteile:

Geringe Tiefenwirkung, empfindlich gegen Bewegung, Steinschlag und Lawinen.

Anwendungsbereiche:

Steile Böschungen, in leichtem Boden und in tiefwüchsigen Lagen. Zur flächenhaften Entwässerung von längeren Hängen. Die Hangfaschine wird auch bei Ufersicherungen verwendet. Bei tiefen und wasserundurchlässigen Verhältnissen kombiniert man die Hangfaschinen mit Totfaschinen, Ast- und Stangenpackungen, Kies- oder Steinpackungen oder mit Dränröhren. Oberhalb der Hangentwässerung muss das Oberflächenwasser abgeführt und unterhalb muss die entwässernde Hangfaschine an den Vorfluter angeschlossen werden.

2.11 UFERFASCHINE



Beschreibung:

Man schneidet lange Weidenäste, schichtet sie einmal rechts und einmal links mit der Basis in einen Reisigbündelbock und zieht sie mit einem Seil eng zusammen. Alle Laufmeter bindet man einen Draht oder ein Metallband. Die Faschine kann zu 30-80 % aus totem Astwerk bestehen. Nun werden entlang der mittleren Wasserlinie kleine Mulden ausgehoben, in welche man die Faschinen an den Stößen ineinandergeschoben verlegt. Die Faschinen werden alle Laufmeter je nach Untergrund mit Holzpfählen oder Stahlstäben verpflockt. Man hinterfüllt die Faschine, sodass sie anwachsen kann. Zum Schutz gegen Wellenschlag und Unterspülung kann man die Faschine auf eine Astlage legen, deren Zweigspitzen 20-50 cm über die Faschine in das Gewässer hinausragen.

Material:

2-6 m lange Weidenäste mit Seitenzweigen und/oder Ruten ausschlagfähiger Holzarten; Holzpfähle, Durchmesser 4-8 cm lang und länger oder Stahlstäbe bei kiesigem Untergrund, Durchmesser 14-20 mm oder Stahlbänder; Reisigbündelbock zum Zusammenziehen, Zangen.

Zeitwahl:

Während der Vegetationsruhezeit, im Sommer: nur bei sofortigem Einbau des geschnittenen Materials.

Wirkungen:

Wirkungsvolle Fuss- und Längssicherung. Der Aufwuchs aus Faschinen ist das Pionierstadium des neuen Uferwaldes. Die zahlreichen Äste vermindern durch ihre Elastizität die Strömungsgeschwindigkeit bzw. den Wellenschlag und verhindern damit eine Schädigung des Ufers. Nach der Bewurzelung und dem Austrieb erhöht sich diese Wirkung. Ausserdem durchwurzeln Faschinen den Uferbereich und festigen die Uferböschung. Eingeschnittene Weiden erhöhen die Wirkungsweise der Faschine.

Vorteile:

Sofortiger Uferschutz, rasch und einfach zu erstellen; Länger wirksam als tote Faschinen, da sie sich selbst regenerieren; Material meist vor Ort vorhanden; billig.

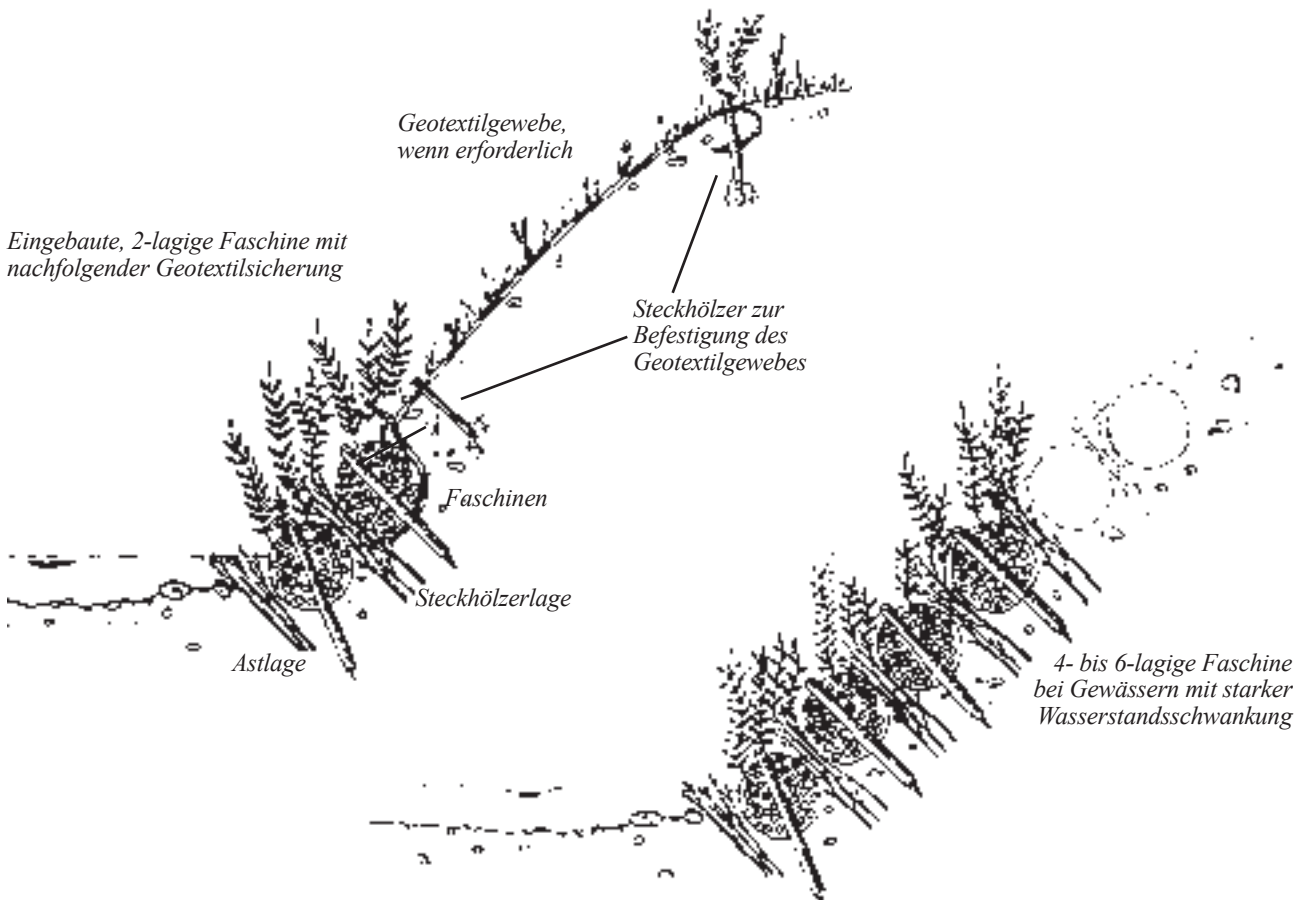
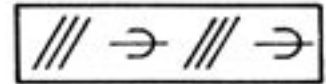
Nachteile:

Meist nur in der Vegetationsruhezeit zu realisieren; pflegeintensiv, da Rückschnitt erforderlich; Einengung des Querprofils, daher mehr Platz für das Fließgewässer vorsehen.

Anwendungsbereiche:

Zum Uferschutz in Fließgewässern, die in der Vegetationszeit mindestens drei Monate Wasserfreiheit an den Uferfaschinen erlauben. Vor allem in Verbindung mit anderen Ufersicherungen (Berasungen, Spreitlage, Weidenschutz, Senkfaschine, Totfaschine, Böschungsschutzmatte, Bepflanzungen).

2.12 FASCHINEN UND STECKHÖLZER (WEIDENSCHUTZ)



Beschreibung:

Steckhölzerlagen werden 10-20 cm dick ausgelegt und darüber Längsfaschinen an der Böschungsvorderkante versetzt, verflocht und hinterfüllt. Das wechselt man so oft übereinander ab wie nötig. Unter Wasser oder weit in den Boden reichende Faschinen sind aus totem Astwerk herzustellen. Am Fusse der mit Auswaschung gefährdeten Ufern werden unter der Mittelwasserlinie Steine verlegt.

Material:

Weidenäste und totes Astwerk mit sämtlichen Seitenzweigen und in beliebigen Längen; geglühter Draht, Durchmesser 2-3 mm; Pfähle, Durchmesser 3-8 cm, Länge 60-120 cm; Steine unterhalb der Mittelwasserlinie.

Zeitwahl:

Während der Vegetationsruhezeit.

Wirkungen:

Die Faschine wippt auf der Steckhölzerlage. Die Faschine lenkt das Wasser und verhindert eine Ausspülung in der Längsrichtung. Die Steckhölzerlage bremst die Fließgeschwindigkeit und verankert die Verbauung im Böschungsbereich. So hält der Weidenschutz selbst an Ufern mit Aushöhlungen dem Hochwasser stand.

Vorteile:

Wesentlich günstiger als Hartbauweise. Sofort wirksame, natürliche Bauweise, vollkommen widerstandsfähig gegen grosse Schubkraft.

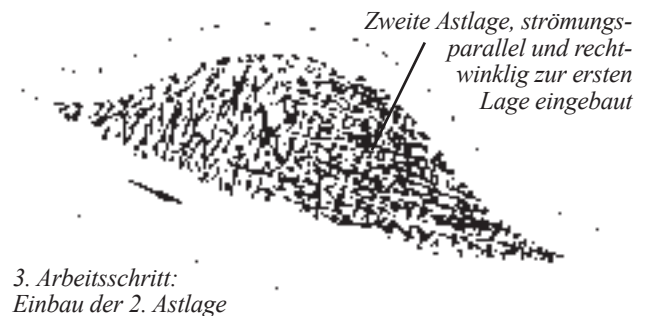
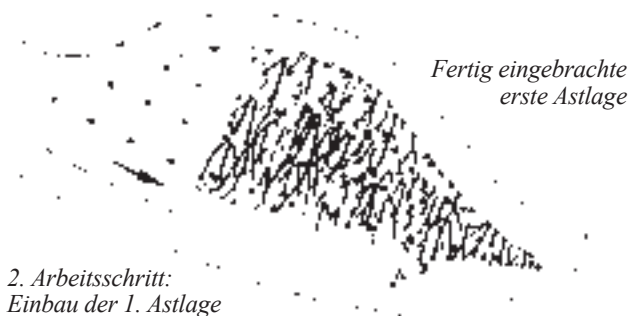
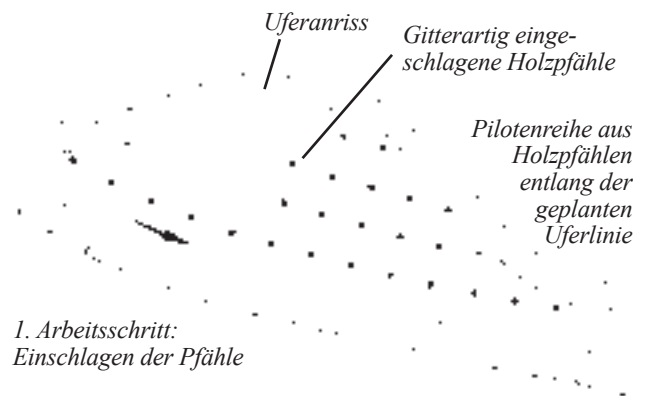
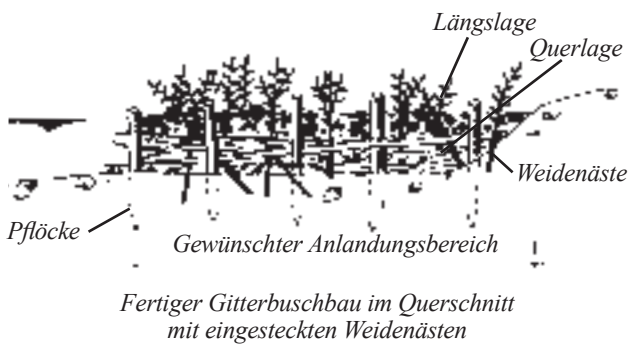
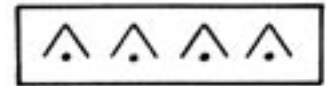
Nachteile:

Arbeitsintensiv, nur in der Vegetationsruhezeit durchführbar. Hoher Weidenbedarf, Einengung des Querprofils durch Bewuchs.

Anwendungsbereiche:

Sanierung tiefer Ufererinnisse bei grosser Wassertiefe. Zur Sicherung von ausgewaschenen Ufern in Verbindung mit Steinlagen oder Senkfaschinen. Verfestigung von nicht weiter abflachbaren Böschungen oder wertvollem Holzbestand.

2.13 GITTERBUSCHBAU



Beschreibung:

An der zu verbauenden Uferlinie wird eine Reihe Holzpfähle eingeschlagen. Im dahinter liegenden Anrissbereich packt man nun totes und lebendes Buschmaterial quer und längs zu einem Gitter. Triebfähige Äste werden in den Boden gesteckt. Zuunterst können auch ganze Bäume verlegt werden. Fehlt geeignetes Füllmaterial, ist ein Verdrahten des Astwerkes notwendig.

Material:

Holzpfähle, Durchmesser 5-10 cm, je nach Anrissstiefe 120-300 cm lang und 1 Stück pro Laufmeter an der ehemaligen Uferlinie. Buschmaterial aller Art, lebende Weidenäste mit Seitenzweigen; evtl. Steine oder Schotter zum Beschweren oder geglühter Draht von 3 mm zum Festbinden des Astwerkes.

Zeitwahl:

Jederzeit; Weiden in der Vegetationsruhezeit einstecken.

Wirkungen:

Äste, die quer und längs verlegt werden, ergeben ein dichtes, stabiles Gitter. Das Wasser, welches bei Hochwasser über den Gitterbuschbau reicht, verlangsamt dermassen seine Geschwindigkeit, dass es sein mitgeführtes Material ablagert und so allmählich den Uferanriss auffüllt. Die Weiden übernehmen die Pionierbegrünung, weitere Gehölze wachsen von selbst und stabilisieren mit ihrem Wurzelwerk den ehemaligen Uferanriss.

Vorteile:

Einfache und billige Sofortmassnahme bei Anrissen.
Unterschlupf für Fische.

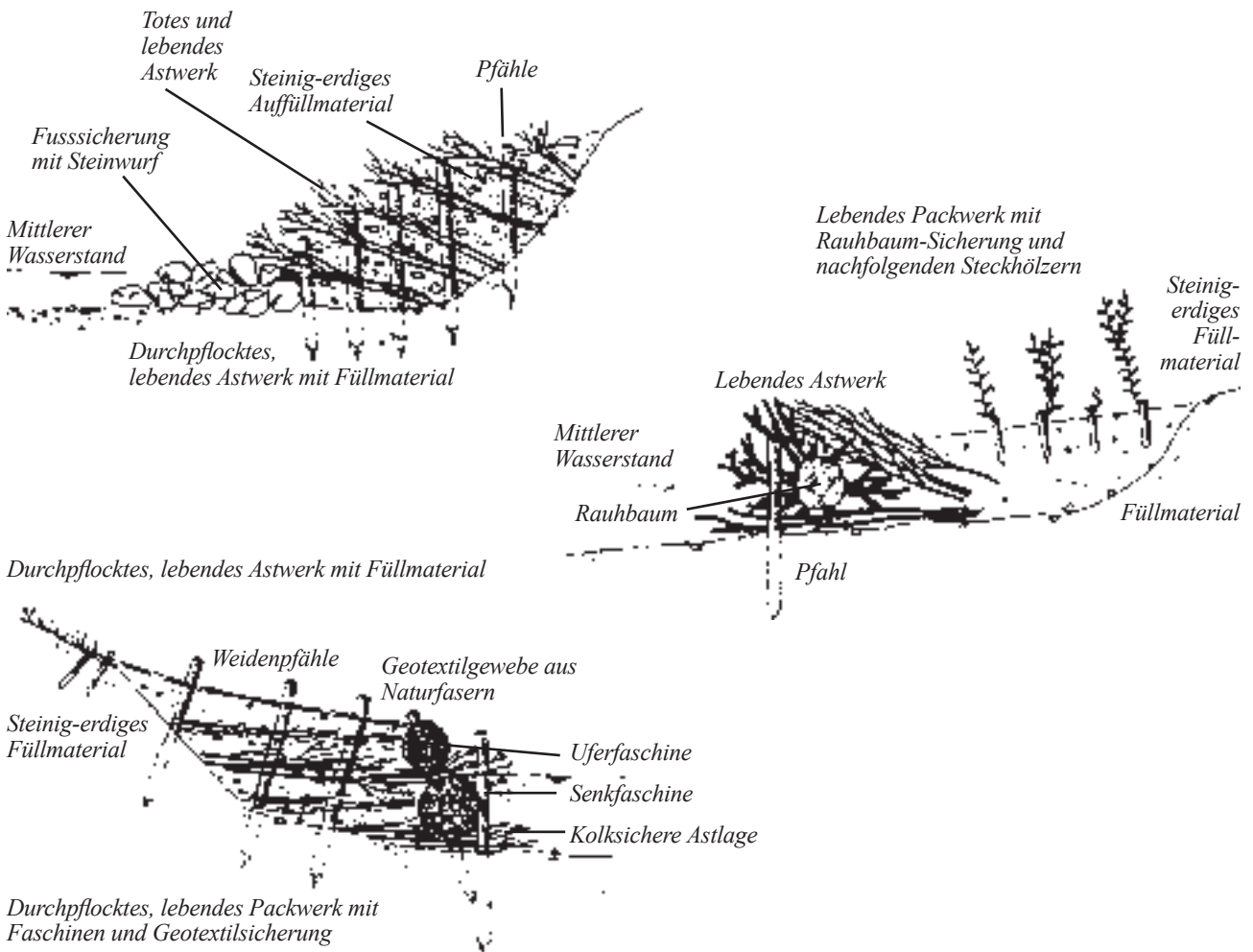
Nachteile:

Nicht jeder Uferanriss soll verbaut werden, um vielfältige Lebensräume zu erhalten. Da das Astwerk unordentlich aussieht, wird dieses nicht als solches erkannt und deshalb oft wegeräumt oder verbrannt.

Anwendungsbereiche:

Ausladende Anrisse von geschiebeführenden Gewässern können mit der eigenen Kraft des Wassers stillgelegt und begrünt werden. Bei größeren Anrissen reicht der Gitterbuschbau am Anfang des Uferanrisses aus. Flussabwärts können leichtere Buschbautraversen oder leben Bürsten folgen. Die Pilotenreihe kann durch eine zusätzliche Steinlage geschützt werden.

2.14 PACKWERK



Beschreibung:

An einem wiederherzustellenden Ufer wird quer zur Fließrichtung lebendes Astwerk mit Füllmaterial gepackt und verdichtet. Um ein Wegtreiben zu verhindern, werden die Astpackungen mit Pfählen verpflockt. Um die Rauigkeit am Fuss zu erhöhen und die Unterspülung zu verhindern, verlegt man zuunterst einen Rohbaum in Fließrichtung.

Material:

Rauh bäume, Länge 3-10 m; gemischtes Astwerk (50 % Weiden), Länge 2-4 m mit sämtlichen Seitenzweigen; geeignetes Füllmaterial für das Ufer.

Zeitwahl:

Jederzeit, Stechhölzer und lebende Weidenäste in der Vegetationsruhezeit.

Wirkungen:

Packwerkverbauung wirkt wegen ihrer grossen Rauigkeit stark bremsend auf die Abflussgeschwindigkeit und dadurch anlandend. Es können auch radikale Änderungen der Abflussrichtung erreicht werden. Die Weiden verwurzeln die Verbauung dauerhaft. In den vielen Nischen und den späteren Wurzelvorhängen finden viele Wassertiere Schutz und Unterschlupf.

Vorteile:

Anlandend, anrisswirksam, elastisch, billig.

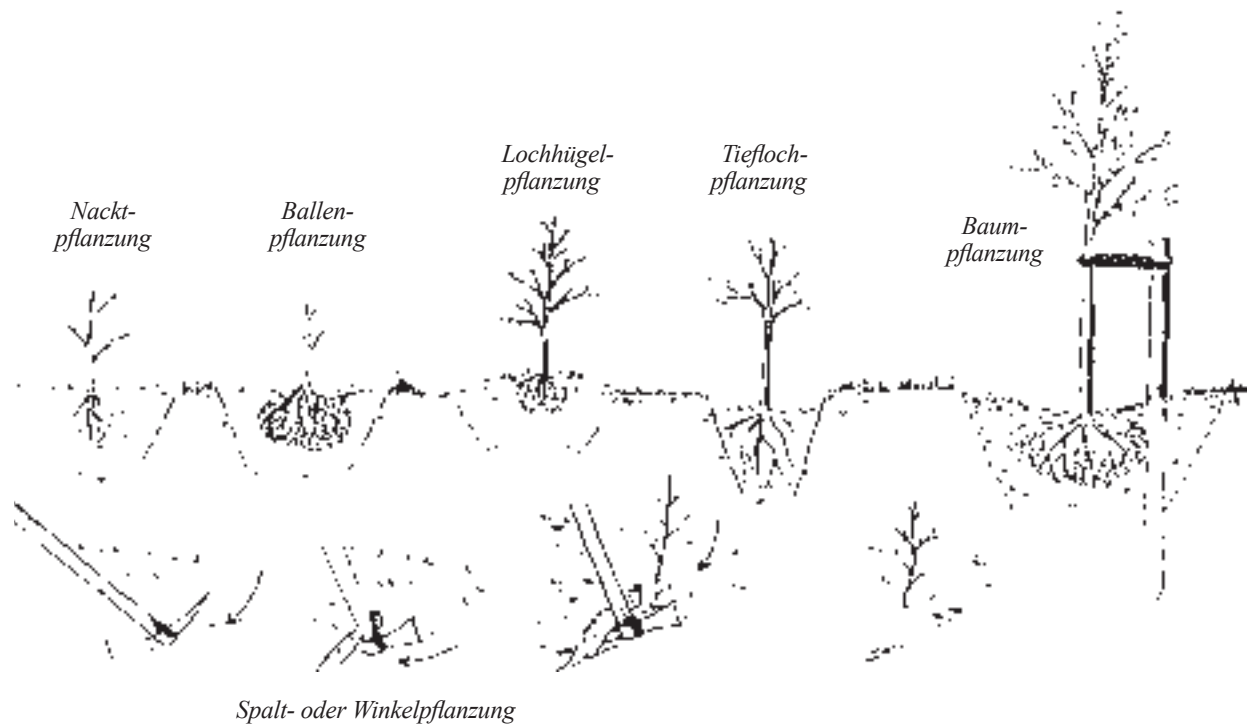
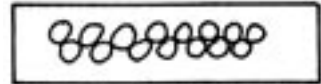
Nachteile:

Bei ausgespülten Ufern in der Anwuchsphase nicht anrissicher.

Anwendungsbereiche:

Sofort wirkende sehr stabile Bauweise für Auffüllungen, tiefe Kolke, Sanierungen von Uferabbrüchen. Auch in einem See oder Fluss als hinausragende Verbauung oder Filtrierpalisade geeignet.

2.15 GEHÖLZPFLANZUNG



Beschreibung:

Vorkultivierte Gehölze, meist aus Forstbaumschulen werden je nach Art und Menge sowie Standortverhältnissen nach obigen Zeichnungen gepflanzt. Der Pflegeabstand richtet sich nach der Grösse der Pflanzware, in der Regel 1 Stück/m². Grosse Bäume müssen an einen Pfahl angebunden werden

Baumaterial:

Sämlinge oder mehrmals verschulte Sträucher oder Bäume standortheimischer Arten, meist Forstware, 60-100 cm Grösse, Laubgehölze als Nacktware, empfindliche Gehölze im Topf oder Container. (Werkzeug: Schaufel oder Spaten, ev. Pickel, Schere, Pfähle, Kokosstrick, Schlegel).

Zeitwahl:

In der Vegetationsruhezeit, Ballen und Container das ganze Jahr.

Wirkungen:

Zunächst nur punktförmige Wirkung, mit dem Kronenschluss Beschattung des Bodens und standortverbessernd durch Laubfall. Als Nacktpflanzung werden alle Gehölze gepflanzt, die auf unproblematischen Standorten in die Schlussgesellschaft überführen. Bei der Ballenpflanzung werden die Wurzelballen vor allem beim Transport vor Austrocknung geschützt und der Pflanzschock gemildert. Die Büschelpflanzung (2-3 Gehölze in ein Pflanzloch) garantiert bei Erosionssicherungen, dass wenigstens 1 Stück pro Pflanzloch anwächst. Die Container- oder Topfpflanzung erlaubt das ganze Jahr zu pflanzen. Die Spalt- oder Winkelpflanzung erlaubt mit einer Wiedehopfhacke schnell grosse Mengen zu verpflanzen und verletzt die Bodenoberfläche nur gering. Bei der Lochpflanzung werden je nach Standort die konkurrenzierende Bodenvegetation entfernt, Löcher ausgehoben und der Boden gelockert. In Feuchtgebieten Lochhügelpflanzung, in Trockengebieten Tieflochpflanzung. Die Baumpflanzung kommt nur für entsprechend verschulte Grossbäume in Frage.

Vorteile:

Durch die Gehölzpflanzung wird die Schlussgesellschaft eingeleitet. Ziel der Verbauung ist ein Wald.

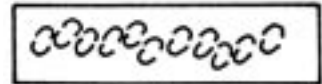
Nachteile:

Die natürliche Sukzession kann durch falsche Artenwahl verhindert werden. Nicht auf Rohböden ohne Humus.

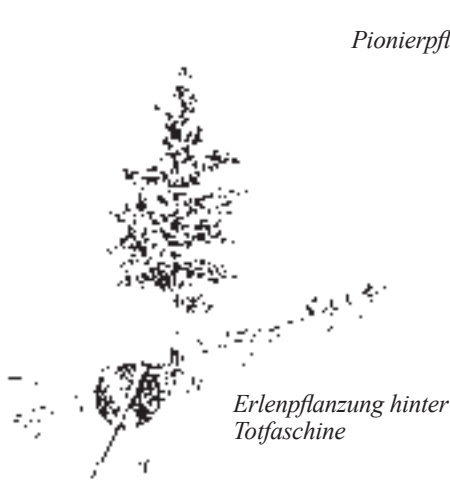
Anwendungsbereiche:

Ergänzung von ingenieurb biologischen Bauwerken aus Pioniergesellschaften. Anpflanzung extremer Standorte, die sich nicht selbst bewalden. Zur Landschaftsgestaltung, für Ufergehölze, zur Eingliederung von Bauwerken.

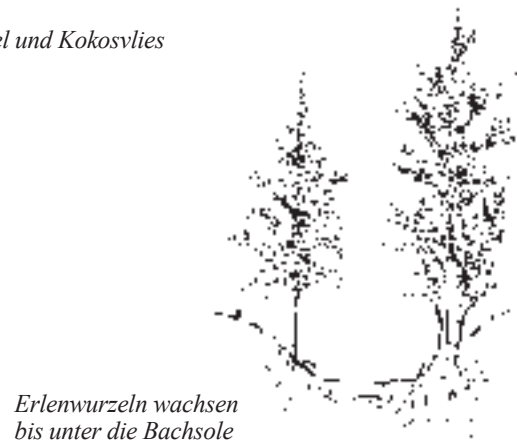
2.16 PIONIERPFLANZUNG



Pionierpflanzung mit Mulch, Holzhäcksel und Kokosvlies



Erlenpflanzung hinter Totfaschine



Erlenwurzeln wachsen bis unter die Bachsole

Beschreibung:

Auf Rohböden (ohne Humus) pflanzt man Pioniergehölze (Rohbodenbesiedler) als Erstbesiedler, um den Boden für nachfolgende Arten vorzubereiten. Um die Pflanzen (1 Stück/m²) vor Austrocknung zu schützen, setzt man sie in gelockerte Löcher und deckt sie mit feuchtem Stroh oder ähnlichem Mulchmaterial. Die Materialien sollen nicht die Wurzel berühren. Sie schützen das Pioniergehölz vor übermäßiger Verkräutung.

Material:

1-2-jährige Setzlinge folgender Pionierarten: Erlen, Weiden, Birken, Pappeln, je nach Standortbedingungen; Mulchmaterial: Stroh, Schilf, Zellulose, Holzhäcksel, Kokosmanschetten usw.

Zeitwahl:

Während der Vegetationsruhezeit, am besten zu Beginn der Vegetationszeit.

Wirkungen:

Pionierpflanzungen wirken bodenverbessernd durch Laubfall und Stickstoffanreicherung mittels Bakterien. Dadurch werden die Lebensbedingungen für nachfolgende Pflanzengesellschaften verbessert. Erlen sind die einzigen Gehölze, die in sandigen Böden noch unter der Sohle hindurchwurzeln und Sohlenbefestigungen erübrigen.

Vorteile:

Im Bereich der Mulchung ist der Graswuchs reduziert und es muss nicht gemäht werden.

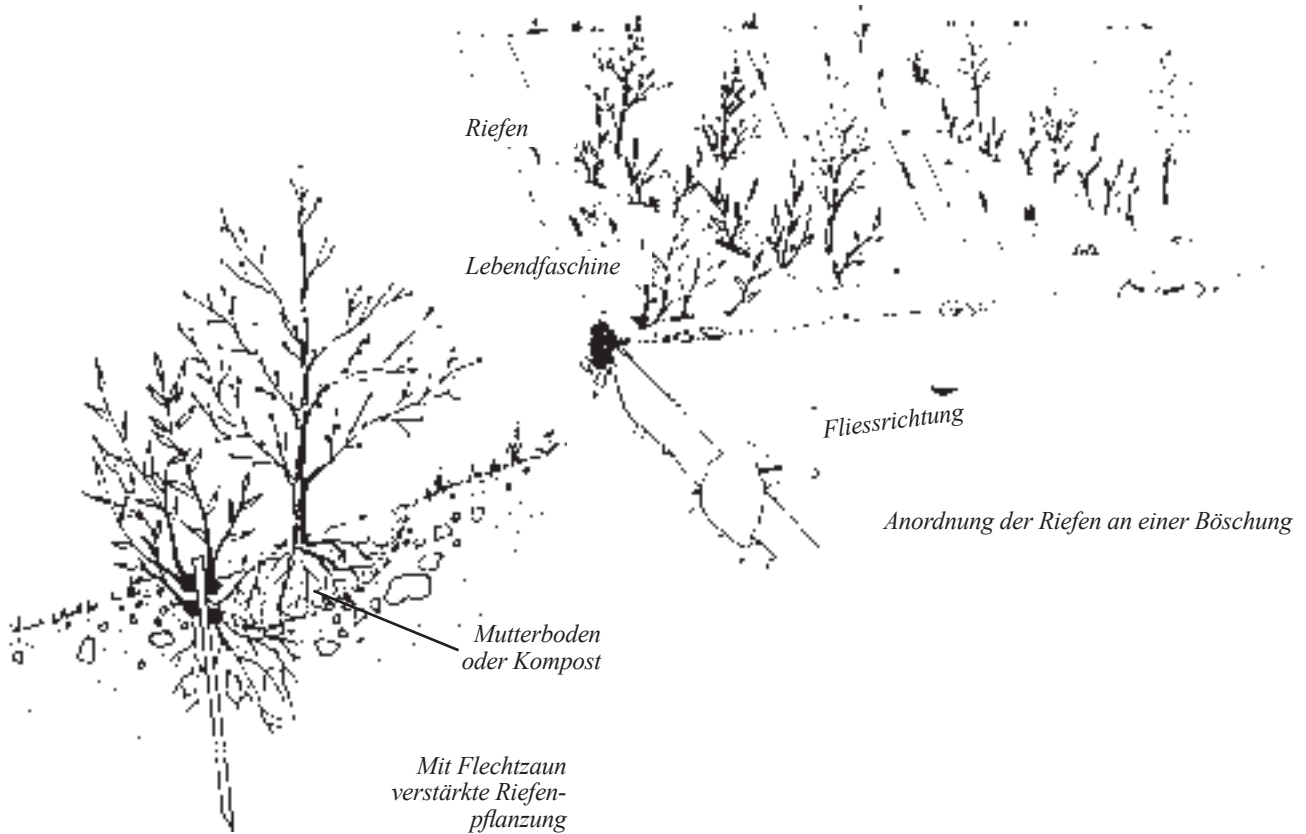
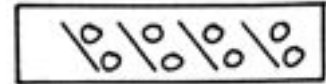
Nachteile:

Zur Bodenstabilisierung nur in Ergänzung zu anderen Bauweisen oder Bepflanzungen.

Anwendungsbereiche:

Auf humuslosen Böschungen, Aufschüttungen, Rutschungen, Ufern, z.B. Erlen entlang der Mittelwasserlinie in 1 Meter-Abständen hinter toten Faschinen. Als Ergänzung zu anderen Bauweisen, z.B. Buschlagen, Ansaaten.

2.17 RIEFENPFLANZUNG



Beschreibung:

In der zu bepfanzenden Böschung zieht man «Riefen», also Gräben von 30-60 cm Breite und etwa von einer Spatentiefe schräg über den Hang. An der Unterseite der Gräben kann man Hangfaschinen oder Flechtzäune versetzen, sodass der danach eingefüllte Humus nicht abrutscht. Darin pflanzt man standortgerechte Gehölze.

Material:

Standortgerechte Gehölze, meist junge Forstsetzlinge, 1-2 Stück pro Laufmeter. Bei Rutschgefahr zusätzlich Hangfaschinen oder Flechtzäune, Humus rund $0,05 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

Zeitwahl:

Vegetationsruhezeit oder zu Beginn der Vegetationszeit.

Wirkungen:

Die Gehölze gedeihen am Anfang im Humus besser als im Rohboden. Bei schräger Anordnung wirken die Riefen entwässernd und gleichzeitig sammelt sich das Wasser in den Riefen. Weidenfaschinen festigen die Riefe. Die Gehölze legen sich bei Hochwasser in der Fließrichtung, das Strauchwerk reduziert die Fließgeschwindigkeit.

Vorteile:

Gute Kombination von Bewässerung und Entwässerung, wenig Humusverbrauch, da nicht die ganze Böschung humusiert wird. Gleichzeitiger Arbeitsgang vom Anfang bis zum Abschluss.

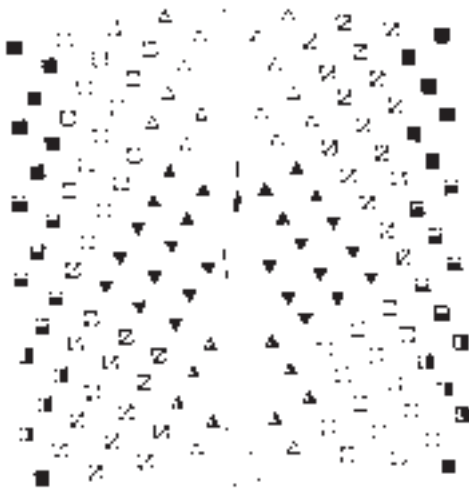
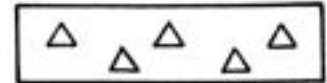
Nachteile:

Nur auf flachen Hängen, nicht auf steinigen Böschungen.

Anwendungsbereiche:

Für flache, feuchte Hänge, vor allem auf erosionsgefährdeten, tiefgründigen Böden: Uferböschungen, Strassenborde.

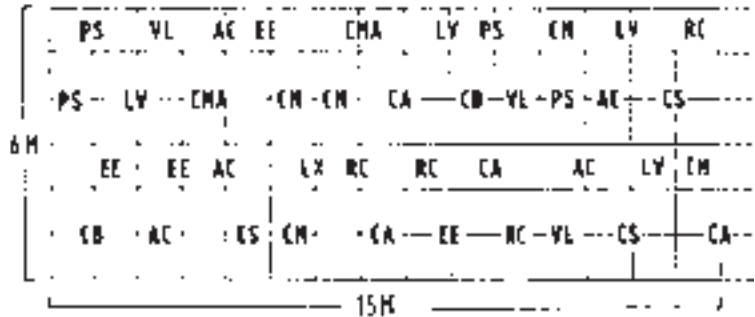
2.18 AUFFORSTUNG



■ Eiche	10%	▲ Schneeball	11%
■ Kirsche	8%	▼ Weissdorn	12%
■ Bergahorn	6%	▲ Pfaffenhütchen	5%
■ Schwarzerle	23%	▲ Purpurweide	5%
■ Bruchweide	20%		

Pflanzschema: Artenkombination entlang von Fließgewässern

Pflanzschema: Engbestockung der Sträucher



AC	Acer campestre	12%	LV	Ligustrum vulgare	10%
CA	Corylus avellana	10%	LX	Lonicera xylosteum	2%
CB	Carpinus betulus	5%	PS	Prunus spinosa	10%
CMA	Cornus mas	5%	RC	Rosa canina	10%
CS	Cornus sanguinea	7%	VL	Viburnum lantana	7%
CM	Crataegus monogyna	12%			
EE	Euonymus europaeus	10%	CV	Clematis vitalba	Zusätzlich

Beschreibung:

Sämtliche Vegetationsflächen können sich zu einem Gehölz entwickeln. Um den Bewaldungsprozess zu beschleunigen, werden die standortgerechten Bäume gleich nach der Stabilisierung gepflanzt. An den Uferzonen ist ein genügender Abstand zwischen Pflanzen und Wasser einzuhalten.

Material:

Einheimische, standortgerechte Sträucher und Bäume aus Baumschulen, möglichst junge Setzlinge mit kräftigem Wurzelwerk, 0,5-1 Stück/m². Sträucher: Hartriegel, Liguster, Pfaffenhütchen, Heckenkirsche, Hasel, Johannisbeere, Holunder, Faulbaum, Schneeball, Weissdorn, Schwarzdorn, Rosen, Strauchweiden usw.; Bäume: Eiche, Ahorn, Linde, Buche, Esche, Erle, Birke, Vogelbeere, Lorbeer, Traubenkirsche, Hainbuche, Pappel, Lärche, Rottanne, Föhre, Baumweide usw.

Zeitwahl:

Nur in der Vegetationsruhezeit.

Wirkungen:

Rasches Wachstum der potentiellen natürlichen Vegetation, anschliessend nur punktförmige Wirkung, später vollständige Ausdehnung auf die gesamte Fläche. Am Wasser Wurzelvorhänge bildend, die das Ufer vor Erosion schützen. Der Blätterwuchs bildet eine bessere Beschattung des Fließgewässers und führt somit zur Temperaturverminderung: Der Graswuchs im Wasser und unter den Gehölzen wird verhindert.

Vorteile:

Rasche Überführung in Wald oder Ufergehölz, Beschattung des Fließgewässers, wenig Graswuchs, Mäharbeiten entfallen. Tiefere Wassertemperatur für Fische.

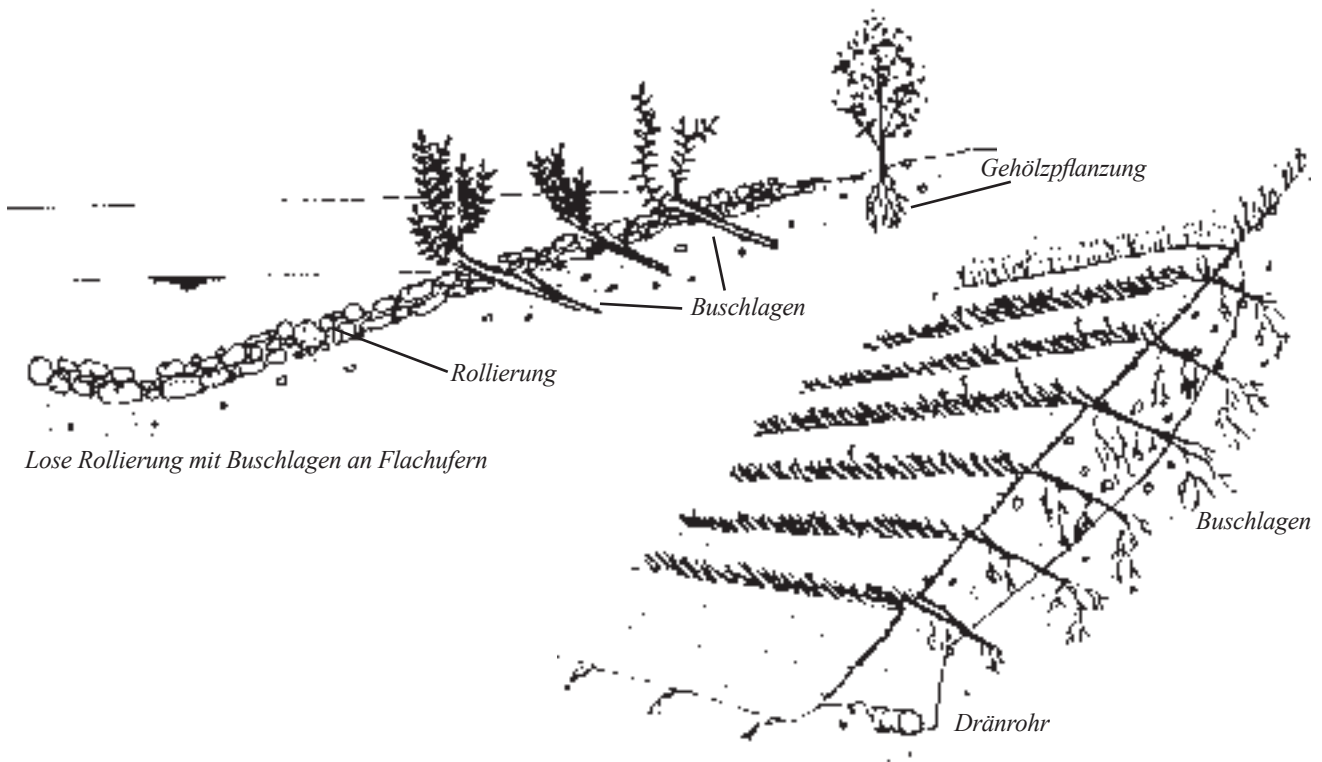
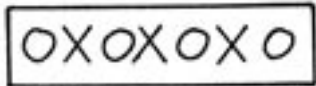
Nachteile:

Zu schnelle Waldbildung, viel Platz für Ufergehölz. Abfluss-einschränkung bei engen Gerinnen.

Anwendungsbereiche:

Bestockung kahler Flächen nach der Stabilisierung oder nach der Uferbefestigung oberhalb der Mittelwasserlinie. Aus Naturschutzgründen nicht alle trockenen oder feuchten Sonderstandorte aufforsten. Magerflächen auch der Sukzession überlassen. Am Rande von Aufforstungen und Hecken einen Waldmantel und Saum anlegen.

3.1 BEGRÜNTE STEINSCHÜTTUNG / FILTERKEGEL



Lose Rollierung mit Buschlagen an Flachufern

Beschreibung:

Auf feinkörnigen erosiven Böden können gröbere Kiese oder Steine zur Abdeckung und Dränierung flächig verteilt werden. Die Vegetation festigt die Steine und verbindet die Schüttung mit dem Untergrund. Steine (2-10/10-30 cm) werden ca. 20-30-50 cm mächtig an die Ufer- oder Dammböschung geschüttet, wenn nötig mit einer Fussicherung. Steingröße, Schüttneigung und Festigkeit der Schüttung müssen durch Spezialisten berechnet werden. Filterkriterien sind einzuhalten. Buschlagen werden mit der Schüttung hochgezogen, Röhrichtballen, Steckhölzer und Gehölzpflanzungen können nachträglich eingebracht werden, müssen aber in den durchwurzelnbaren Untergrund reichen. Die Vegetation am Gewässer darf erst oberhalb der Mittelwasserlinie eingebracht werden.

Material:

Kiese (2-10 cm) und Steine (10-30 cm) entsprechend der Geologie des Ortes, wo der Damm erstellt wird oder bei einem Fluss entsprechend der Geologie des Einzugsgebietes (kein Granit im Jura). Steckhölzer, Buschlagen, Gehölze, Röhrichtballen.

Zeitwahl:

Jederzeit für Steinschüttungen, die der Selbstbesiedelung überlassen werden, Steckhölzer, Buschlagen und Bepflanzungen in der Vegetationsruhezeit.

Wirkungen:

Schutz vor Oberflächenerosion, sofort abstützend und dränierend. Steine schützen das Anwachsen der Pflanzen bei Wellenschlag, die mit der Zeit vollständig durch- und überwachsen. Die Oberflächenrauigkeit filtert Feinmaterial aus dem Fließgewässer und fördert die Durchwurzelnung. Lebensraum für Lückenbewohner.

Vorteile:

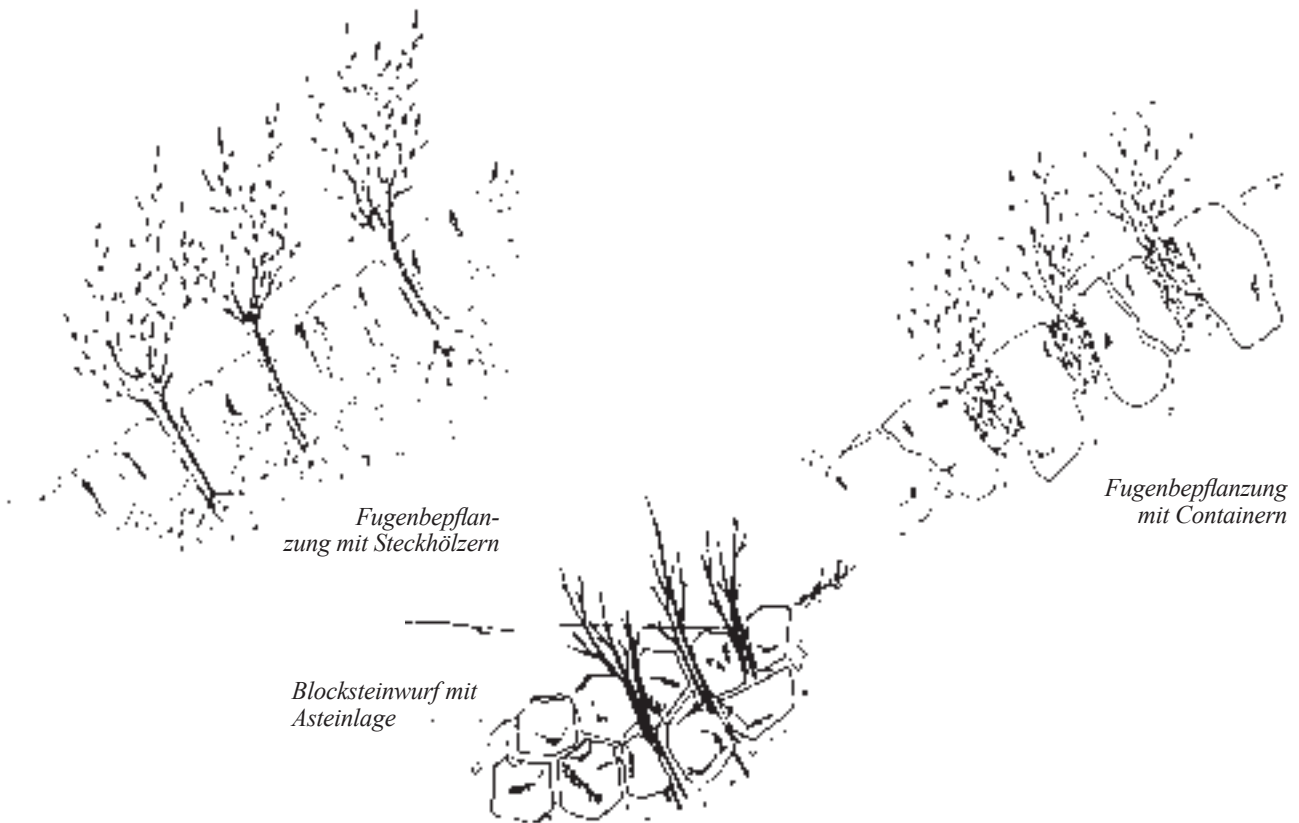
Sofortiger Oberflächenschutz, der die dauerhafte Begrünung sichert.

Nachteile:

Nur anwendbar, wo Kies und Steine vorhanden sind.
Nicht an Lehmächen und ähnlichen.

Anwendungsbereiche:

Verbauung und Begrünung von Grasböschungen, Erddämmen und Uferböschungen. Filterkeile zur sofortigen Sanierung von Rutschungen und auch sehr gut zum frostsicheren Abfangen von Hangwässern am Hangfuß geeignet. Filterkegel können auch bis 3 m Mächtigkeit zur Entwässerung grosser Hangrutsche eingesetzt werden.



Beschreibung:

Grosse Steine werden unregelmässig und dazwischen mit lebenden Astlagen oder dicken Stechhölzern von unten nach oben versetzt und zwar so, dass die Pflanzen mit ihren Wurzeln in den Untergrund reichen können. Werden die Pflanzen nachträglich eingebracht, müssen Löcher mit einer Brechstange oder dem Kompressor vorgebohrt werden. Das Anwachsen wird begünstigt, wenn die Lücken zwischen den Steinen mit Feinschotter aufgefüllt werden.

Material:

Natursteinblöcke, 500 kg bis 2 t, entsprechend der Geologie des Verwendungsortes, unbehauen. Dicke und lange Stechhölzer, Astlagen (tot und lebend), Containerpflanzen, feines Auffüllmaterial.

Zeitwahl:

In der Vegetationsruhezeit. Die Steine müssen im Sommer bei Niedrigwasser verlegt werden. Die Vegetation kann nachträglich im Herbst oder Frühjahr gepflanzt werden.

Wirkung:

Schwerewichtiges Bauwerk, sofort schützend, unter Wasser bremsend. Mit Bewuchs bilden die Wurzeln einen kompakten Verband zwischen Steinen und Untergrund.

Vorteile:

Rauhigkeit filtert Feinmaterial aus, begrünter Blockwurf wird nicht ausgespült. Ersatzfischverstecke in unterspülten Baumwurzeln.

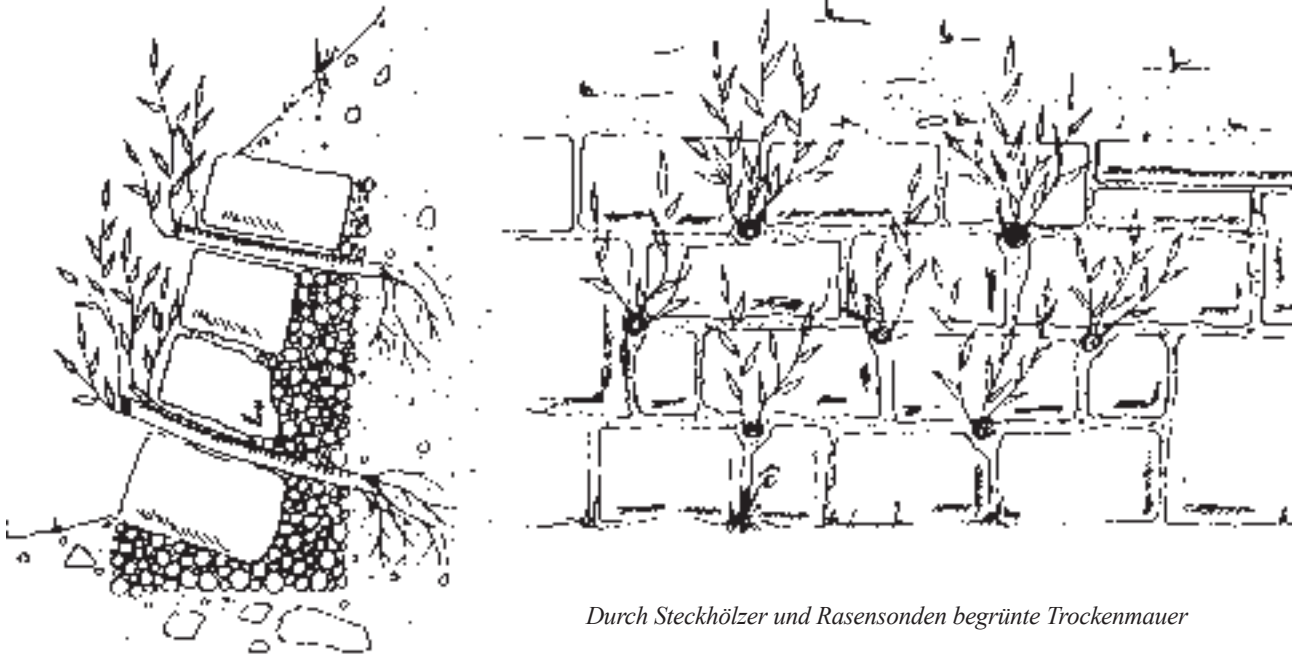
Nachteile:

Fremdkörper. Praktisch keine Selbstbesiedelung möglich hohe Ausfälle bei Pflanzungen (bis 80 %). Lange Übergangszeit von Weidenmonokulturen zu vielfältigem Ufergehölz. Kein flächendeckendes Wurzelgeflecht.

Anwendungsbereiche:

Schutz von steilen Ufern, wo sanftere Methoden nicht ausreichen. Fussicherung unter Wasser, die oberhalb des Mittelwassers von anderen Bauweisen abgelöst werden: z.B. Weidenwippe, Holzgrünschwelle. Bei engen Platzverhältnissen werden die Natursteinblöcke so verlegt, dass sie als Fischnischen dienen. Weitere Anwendungsbereiche sind die Fugenbepflanzung, Bühnen und bei Wildbächen. Im Erdbau Böschungfussicherung und Lawinenschutz.

3.3 BEGRÜNTE TROCKENMAUER



Durch Stekhölzer und Rasensonden begrünzte Trockenmauer

Beschreibung:

Blöcke oder stapelbare Steine werden aufeinander geschichtet. Während des Baus legt man lebendes Astwerk, bewurzelte Gehölzpflanzen oder dicke Rasenziegel ein. Die Trockenmauern dürfen niemals hinterbetoniert werden, weil die Pflanzen bis zum gewachsenen Boden reichen müssen. In den Fugen sollte Feinmaterial das Anwachsen erleichtern. Die Äste sollten maximal 10 cm vor die Mauer ragen.

Material:

Behauene Steine verschiedener Grösse oder stapelbare Blöcke; Buschlagen 10 Stück/m², bewurzelte Pflanzen von Straucharten 2-5 Stück/m² (Baumwurzeln sprengen das Trockenmauerwerk). Rasenziegel für sämtliche Fugen.

Zeitwahl:

Mit Gehölzen während der Vegetationsruhezeit, Rasenziegel ausserhalb der Frostperiode das ganze Jahr, Mulchsaaten in den Fugen nur während der Vegetationszeit.

Wirkung:

Stabilisierung von Hangabschnitten, dauerhaft, wasserdurchlässig. Bewuchs festigt das Mauergefüge und entwässert.

Vorteile:

Flexibler und schöner als Betonmauer.

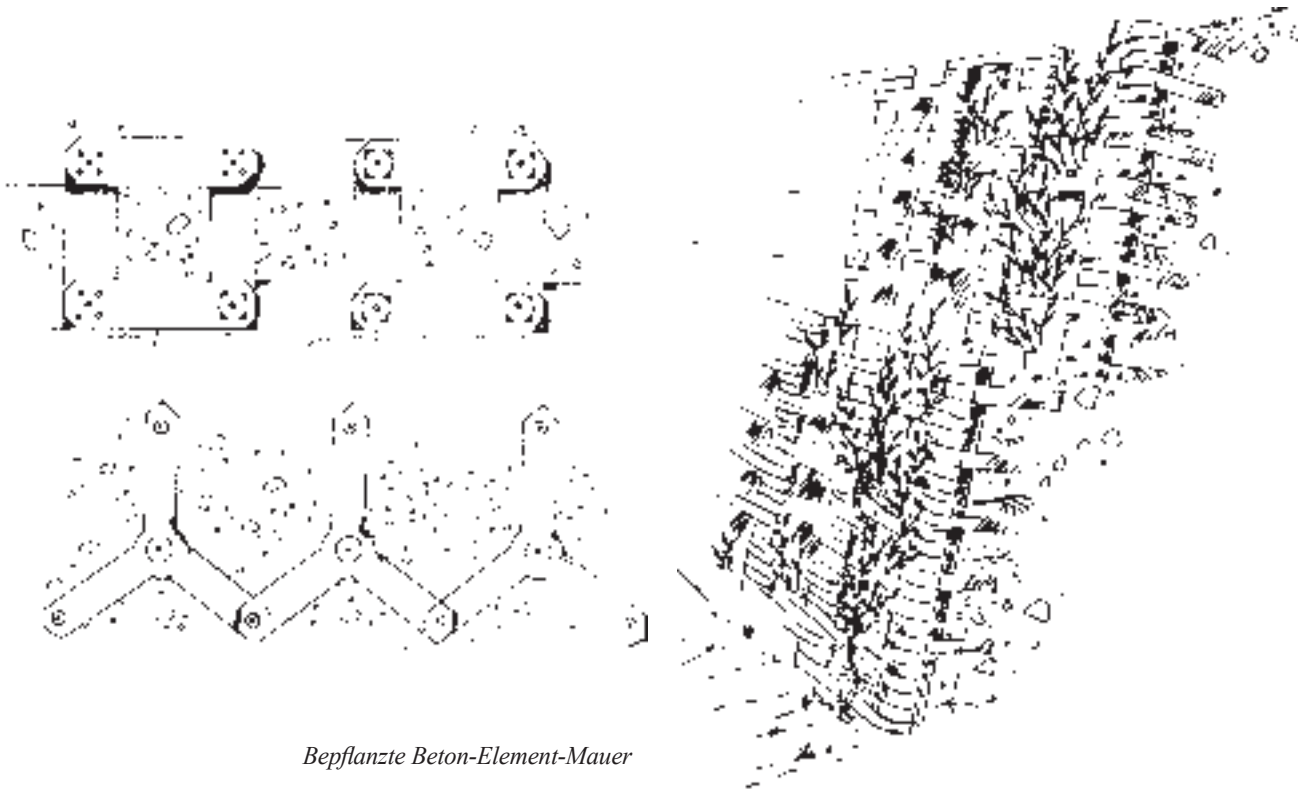
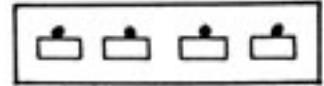
Nachteile:

Bauhöhen beschränkt.

Anwendungsbereiche:

Punktförmige oder lineare Fussicherung an Hängen, Ufern und in Runsen, Buhnen. Strassenböschungen (auch alpin), Wildbach- und Lawinverbauungen, wertvolle Trockenbiotope.

3.4 BEGRÜNTE BETONFERTIGTEILE



Bepflanzte Beton-Element-Mauer

Beschreibung:

Grenzbauweise der Ingenieurbioogie, da die Stützfunktion vom Beton übernommen wird und die Pflanzen nur noch das hinterfüllte Erdreich festhalten. Man baut die Beton-Fertigteile der verschiedenen Typen im Baukastensystem zusammen. Sie werden mit Schüttmaterial hinterfüllt und gleichzeitig werden Buschlagen oder Gehölze so in die Zwischenräume eingelegt, dass sie durch den ganzen Schüttkörper bis in den gewachsenen Boden reichen. Die Zwischenräume können auch angesät oder mit Schling- oder Containerpflanzen bepflanzt werden.

Material:

Ein- oder doppelwandige Elementmauern aus Rasengittersteinen, Löffelsteinen, Betonkrienerwänden, Elementwänden, Evergreenelementen, Otto-Elementen. Verankerung, wasserdurchlässiges und vegetationsfähiges Auffüllmaterial, Buschlagen, Gehölze, Schlingpflanzen, Ansaaten, krautige Pflanzungen. Für die richtige Artenkombination den Spezialisten beziehen.

Zeitwahl:

Jederzeit. Die pflanzliche Füllung zur Vegetationsruhezeit; Gräser und Kräuter im Sommer.

Wirkungen:

Definitive Stabilisierung anstelle von gleichförmigen Betonmauern. Aktive Entwässerung durch die Vegetation. Wenn der Erdkörper gut durchwurzelt ist, werden punktuelle Lastwirkungen auf grössere Flächen verteilt.

Vorteile:

Hohe Stabilität, dennoch elastisch trotz Beton-Elementen.
Rasche und einfache Montage.

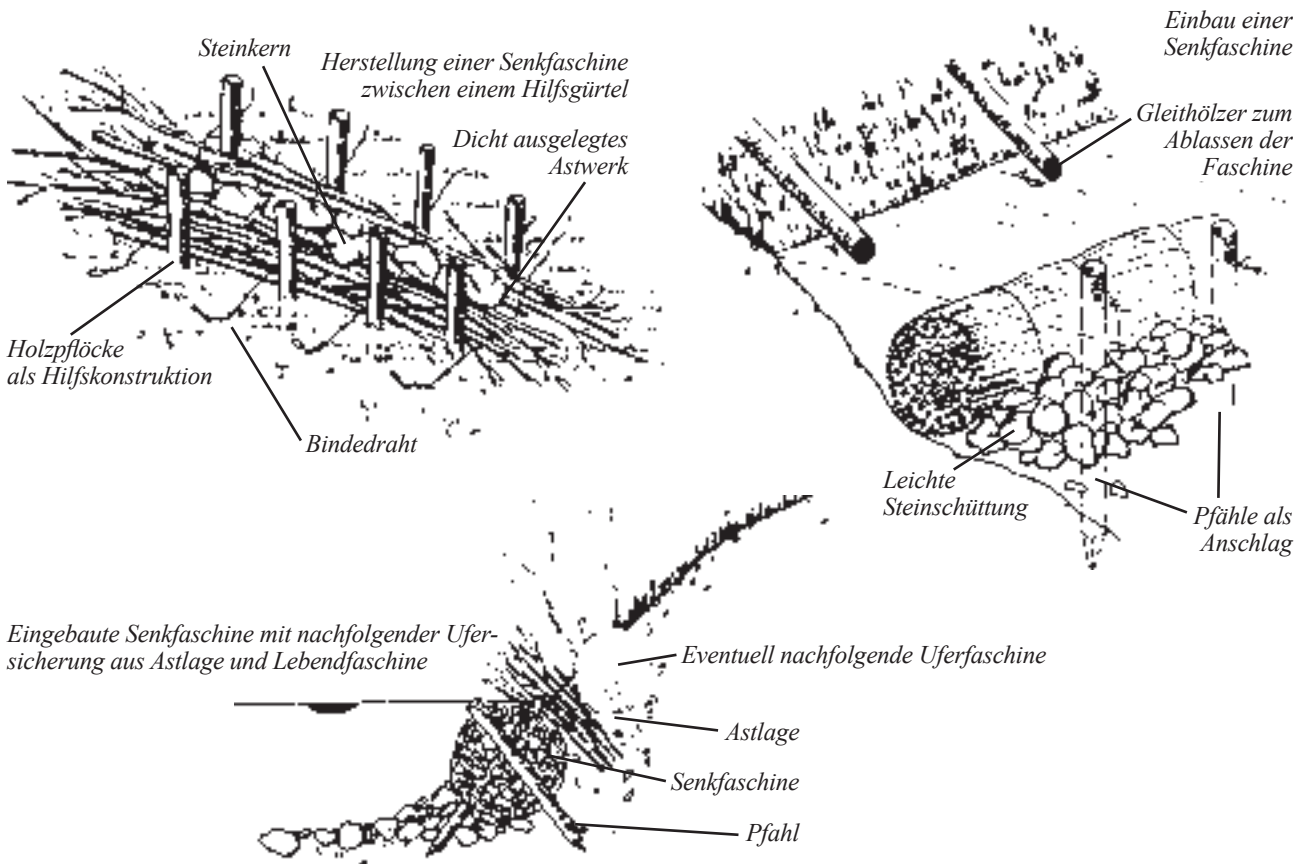
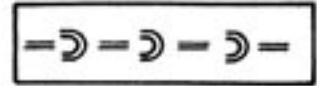
Nachteile:

Bis zum völligen Einwachsen unschön in der Landschaft, relativ hohes Gewicht der Einzelteile.

Anwendungsbereiche:

An Strassen- und Bahnböschungen, Hangfüssen, Gartenmauern, Rasengittersteine auf durchlässigen Parkplätzen verhindern Spurrillen und sind sofort von Fahrzeugen befahrbar.

3.5 SENKFASCHINE



Beschreibung:

Aus totem Buschwerk bindet man eine 3-6 m lange Faschine und beschwert diese in der Mitte mit Steinen. Bei einem Durchmesser der Senkfaschine über 30 cm empfiehlt sich als Ummantelung Draht, Band oder Gewebe. Die Senkfaschine wird wegen ihres Gewichtes vor Ort hergestellt. Man verpflockt sie am Übergang der Sohle zum Ufer, leicht versenkt. Bei tiefen Anrissen können auch mehrere Senkfaschinen schräg versetzt übereinander verlegt werden. An der gewünschten neuen Uferlinie ist zuerst eine Pilotenreihe (Holzpfähle, Durchmesser 15-20 cm) einzurammen. Bei flachen Anrissen kann die Faschine als Wurzelschutz für die direkt dahinter gepflanzten Gehölze dienen.

Material:

Möglichst lange tote Äste mit sämtlichen Seitenzweigen, auch Pfähle je nach Untergrund, Länge 60-120 cm oder Armierungsstahl; geglühter Draht: Durchmesser 3 mm oder Geotextilgewebe, Bindedraht (Metallband). Füllmaterial: Möglichst gemischtkörniges Ufersubstrat (Wandkies, Steine).

Zeitwahl:

Jederzeit.

Wirkungen:

Die grosse Rauigkeit vermindert die Fließgeschwindigkeit, dadurch Schutz vor Erosion. Das Ufer bleibt wasserdurchlässig und bietet Kleintieren einen guten Unterschlupf.

Vorteile:

Bei geringem Material- und Platzaufwand Unterspülungsschutz; Sofortwirkung; billig.

Nachteile:

Nicht lebend, weil unter Wasser. Hohes Gewicht erfordert Bau vor Ort.

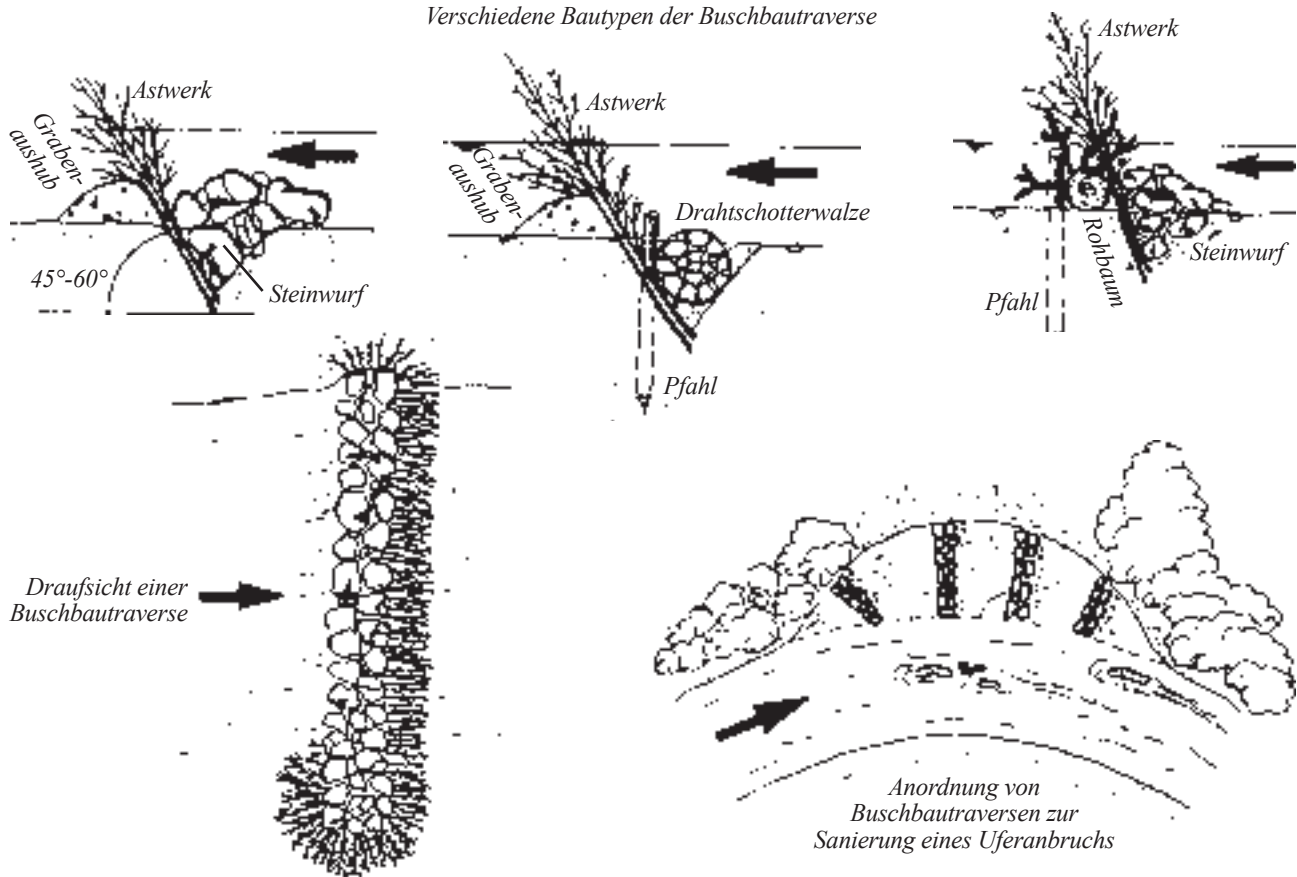
Anwendungsbereiche:

Unterwasserböschungen, deren oberer Teil lebend verbaut werden soll. Unterspülte Verbauungen, in Verbindung mit Uferfaschinen, Spreitlagen, Buschlagen.

3.6 BUSCHBAUTRAVERSE



Verschiedene Bautypen der Buschbautraverse



Beschreibung:

Buschbautraversen werden bei Niedrigwasserstand erstellt, um die Verankerung zu erleichtern. Man zieht 30-50 cm tiefe Gräben und lagert den Abraum flussabwärts. In die Gräben steckt man lebende Weidenäste dicht nebeneinander 45-60° geneigt flussabwärts, bis eine geschlossene Astwand entsteht. Dann beschwert man die Äste mit Bruchsteinen oder Drahtschotterwalzen bis zur Mittelwasserlinie und verflocht diese. Der wasserseitige «Kopf» ist mit Weidenästen fächerförmig zu unterbauen. Die uferseitige «Wurzel» wird tiefer eingebunden und zum Ufer hin angehoben. Der Abstand zwischen den Buschbautraversen beträgt das 1-1,5-fache ihrer Länge.

Material:

Lebende Weidenäste 100-150 cm lang, verzweigt, elastisch; Bruchsteine oder Drahtschotterwalzen; Pfähle, Durchmesser 4-8 cm, Länge 60-100 cm; geglähter Draht, Durchmesser 3 mm.

Zeitwahl:

Während der Vegetationsruhezeit bei Niedrigwasser.

Wirkungen:

Die Fließgeschwindigkeit des Wassers wird durch die vielen lebenden Äste reduziert und dadurch das mitgeführte Geschiebe abgelagert. Die Verlandung kann bei Hochwasser und bei mittlerem Wasserstand erfolgen. Die Buschbautraverse wächst an und bildet einen wichtigen Lebensraum im amphibischen Bereich.

Vorteile:

Einfache Bauweise, rasche Wirkung.

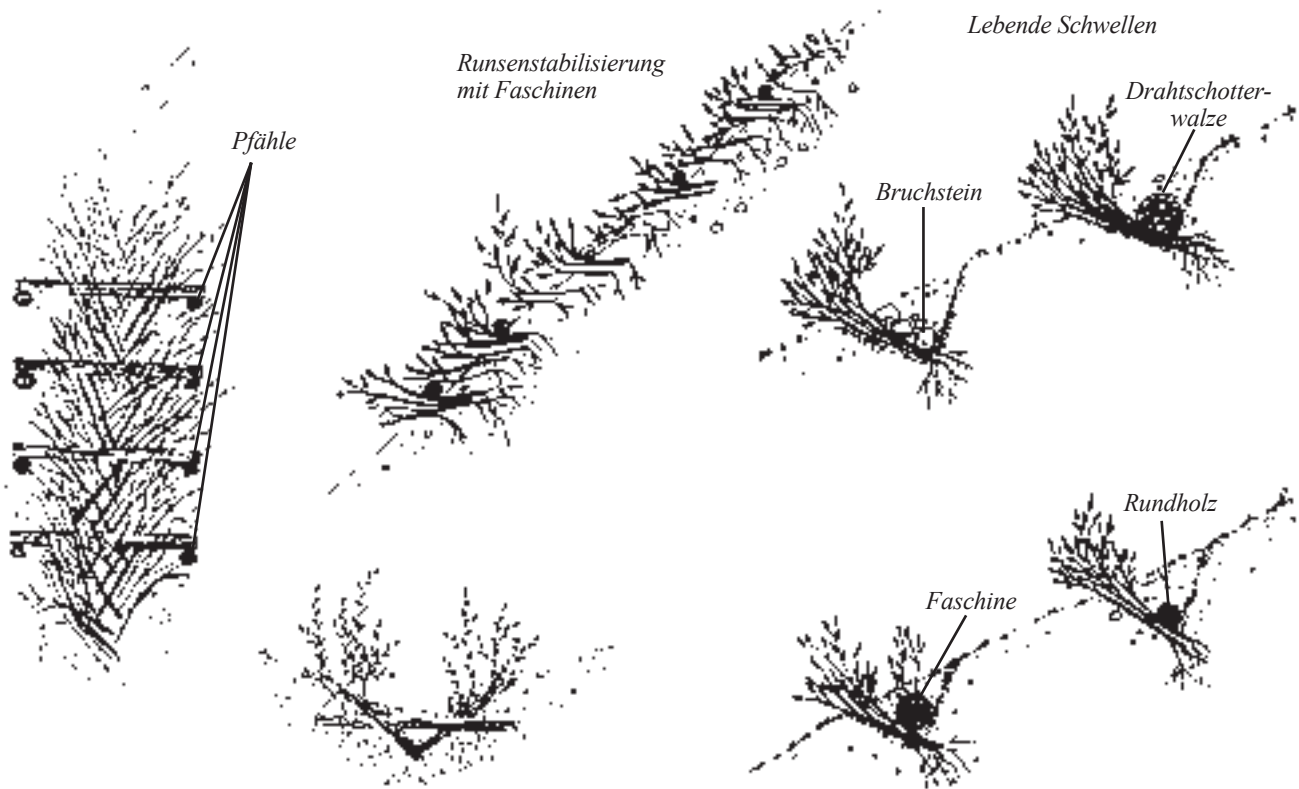
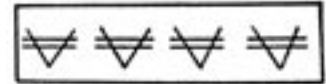
Nachteile:

Nicht für Wildbäche, die schweres Geschiebe führen; nur während der Vegetationsruhezeit ausführen.

Anwendungsbereiche:

Zur Sanierung von Fluss- und Bachbetten durch Auflandung und Selbstausbildung eines Gerinnes im Doppelprofil. Für Bäche, Flüsse und Ströme mit mittlerer Geschiebeführung zur Anlandung im Bereich zwischen Niedrigwasser und mittlerem Wasserstand. Verlandung von Kolken mit Gitterbuschbau, Palisaden, lebenden Kämmen usw.

3.7 RUNSENAUSBUSCHUNG



Beschreibung:

Zur Konsolidierung erodierender Runsen werden Äste so eingelegt, dass sie aufliegend wirken. Bei der Runsenausbuschung werden bis 3 m tiefe und 8 m breite Runsen 0,5 m dick mit toten und lebenden Ästen fischgrätartig ausgelegt. Alle 1-2 m werden sie mit Querhölzern befestigt. Die Äste müssen entweder an der Basis gesteckt oder übererdet werden, sodass die ganze Packung anwachsen kann. Beim Verfahren mit lebenden Schwellen werden die Äste in zuvor ausgehobene Bermen und mit der Basis in die Runse verlegt. Sie werden mit Steinen, Drahtschotterwalzen oder Faschinen befestigt.

Material:

Lebende und anschlagfähige Weidenäste, möglichst kräftig und lang; lebende Pfähle oder tote Querhölzer je nach Runsenbreite; Draht.

Zeitwahl:

Nur während der Vegetationsruhezeit.

Wirkungen:

Durch die grosse Rauigkeit des Astwerks wird Material aufgefangen und zwischen den Ästen abgelagert. Die Weiden vertragen nicht nur Verschüttung, sondern wachsen an und binden optimal den Runsengrund sowie das gesamte aufgeschüttete Material. Allerdings darf nie mehr als 1/3 des Jahrestriebs überschüttet werden. Die Runse darf gelegentlich Wasser führen.

Vorteile:

Bei geringer Überschotterung dauerhaftes Verwachsen der Runse.

Nachteile:

Grosser Mengenbedarf an Ästen. Nicht bei Materialablagerungen über 0,5 m Mächtigkeit pro Ereignis.

Anwendungsbereiche:

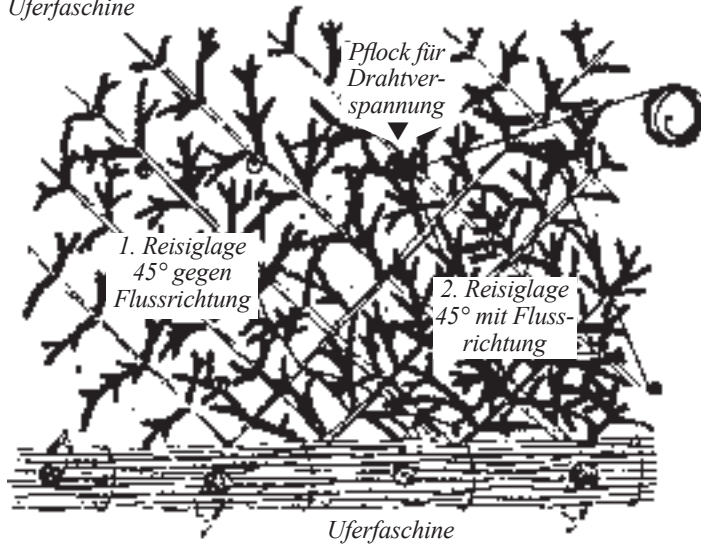
Sanierung von Runsen mit zeitweiliger Wasserführung - bei langsamer Verlandung durch geringe, zeitweilige Geschiebeführung - und allmähliche Auflandung durch Abbröckeln und Steinschlag von den Flanken. Kombination mit Steinen, Drahtschotterwalzen, Faschinen, Flechtzäunen.

3.8 REISIGLAGE

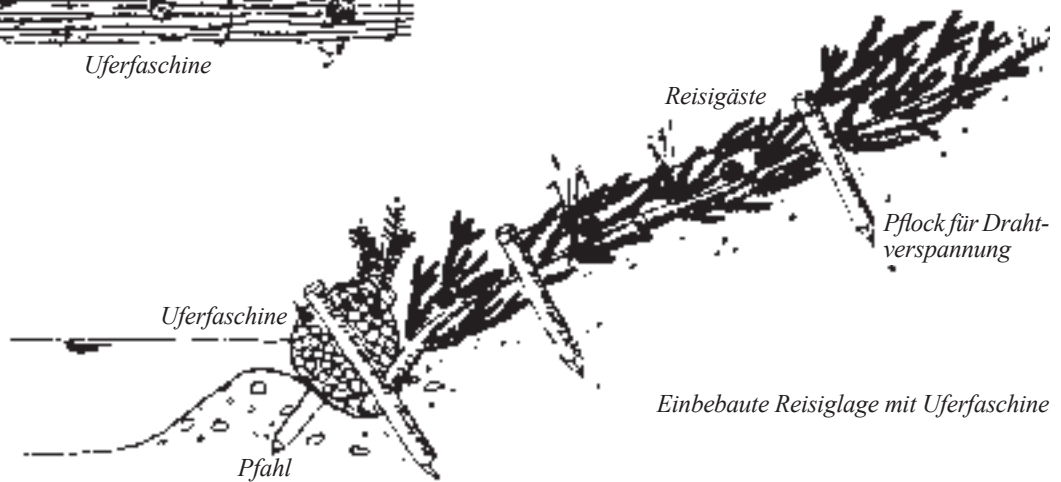


Eine im Bau befindliche Reislage

Uferfaschine



Flussrichtung →



Einbebaute Reislage mit Uferfaschine

Beschreibung:

Der Boden wird dicht mit totem Reisig (auch Tannreisig) abgedeckt, das man mit Draht an Pflöcken befestigt (ähnlich der Spreitlage). Es können auch Rauhbäume mit der Spitze nach unten in Anrissen verpflockt werden.

Material:

Totes Reisig, Nadelholzreisig, Draht, Pflöcke.

Zeitwahl:

Jederzeit.

Wirkungen:

Die Hohlräume zwischen und unter den Zweigen sind Auffangräume für abrieselndes Material. Im Schutz der Zweige können aufliegende Samen keimen und werden nicht mehr von Wind oder Wasser weggetragen. Die Frostgefahr wird gemildert. Sofortige flächenschützende Wirkung.

Vorteile:

Meist reichlich vorkommendes Abfallmaterial, das durch seine Verrottung die organische Substanz im Boden anreichert.
Keine technischen Eingriffe.

Nachteile:

Rasch verrottend, dauerhafte Stabilisierung vom Bewuchs abhängig.

Anwendungsbereiche:

Anrisse auf steilen Böschungen, Sandböden, Dünenschutz, Uferböschungen im Hochwasserbereich, vorübergehender Schutz für Gehölzpflanzungen. Kombination mit Heublumensaat, Stecklingen, Gehölzpflanzungen usw.

3.9 RAUHBAUM

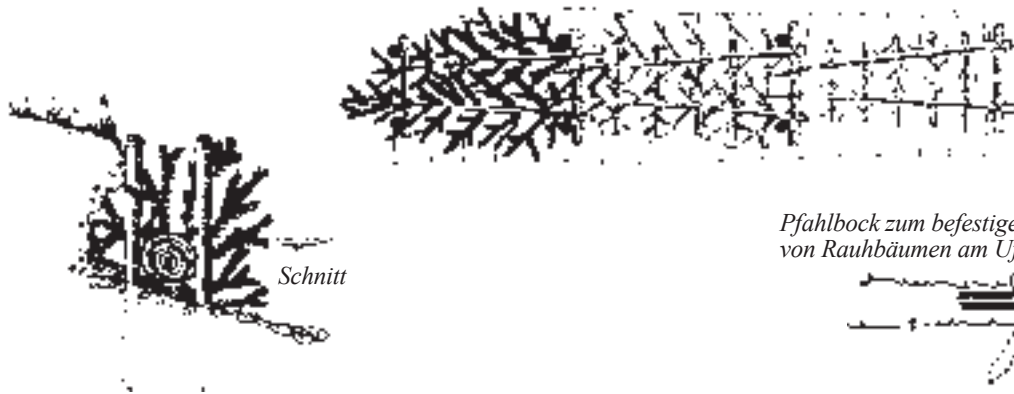


Rauhbaum vom Ufer abgehängt



Befestigung mit Pfahlblock

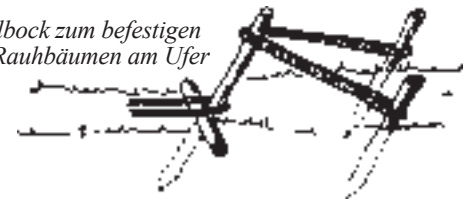
Rauhbaumeinbau mit Pfahlreihen



Schnitt

Rauhbaumeinbau als Sohlgerüst

Pfahlbock zum befestigen von Rauhbaumen am Ufer



Beschreibung:

An ausgewaschenen Ufern, an denen vom Wasser transportiertes Feinmaterial angelagert werden kann, befestigt man in Fließrichtung lange, vollbenadelte, frisch gefällte Tannen oder Fichten an der Uferlinie. Je nach Art der Befestigung können diese parallel oder bis zu 20° zur Fließrichtung eingebaut werden. Die Größe der Stämme richtet sich nach dem Verwendungszweck. Bei tiefen Kolken müssen Rauhbäume mit Gewichten versenkt werden. Rauhbäume werden mit geglühtem Draht oder Stahlseilen am dickeren Drittel mit einer Schlinge und am Fuss mit einer halben Schlinge festgebunden. Am Ufer wird das Stahlseil lose an einen Pfahl, an eine hintereinander heruntergebundene Pfahlreihe oder an einen Pfahlbock gehängt. Eine andere Möglichkeit ist das Verklemmen der Rauhbäume zwischen zwei Pflockreihen.

Material:

Tannen oder Fichten, 3-10 m Länge, oder Baumkronen (Weihnachtsbaumrecycling!). Holzpfähle, Länge je nach Einschlagtiefe, Durchmesser 8-15 cm; Draht zum Festbinden, Durchmesser 3-5 mm, oder Stahlseile.

Zeitwahl:

Jederzeit, evtl. bei Katastropheneinsatz.

Wirkungen:

Rauhbäume durchwirbeln das Wasser beim Durchströmen ihres Geästes und reduzieren dadurch die Fließgeschwindigkeit. Das Wasser beruhigt sich und lagert mitgeführtes oder aufgeschwemmtes Material ab. Die Anbruchstelle ist nach kurzer Zeit verlandet und kann mit lebendem Material (z.B. Palisaden), das den verrottenden Rauhbaum ablöst, verbaut werden.

Vorteile:

Wirkt sofort; Größe kann nach Wassertiefe variiert werden; einfach und billig, rasch herstellbar.

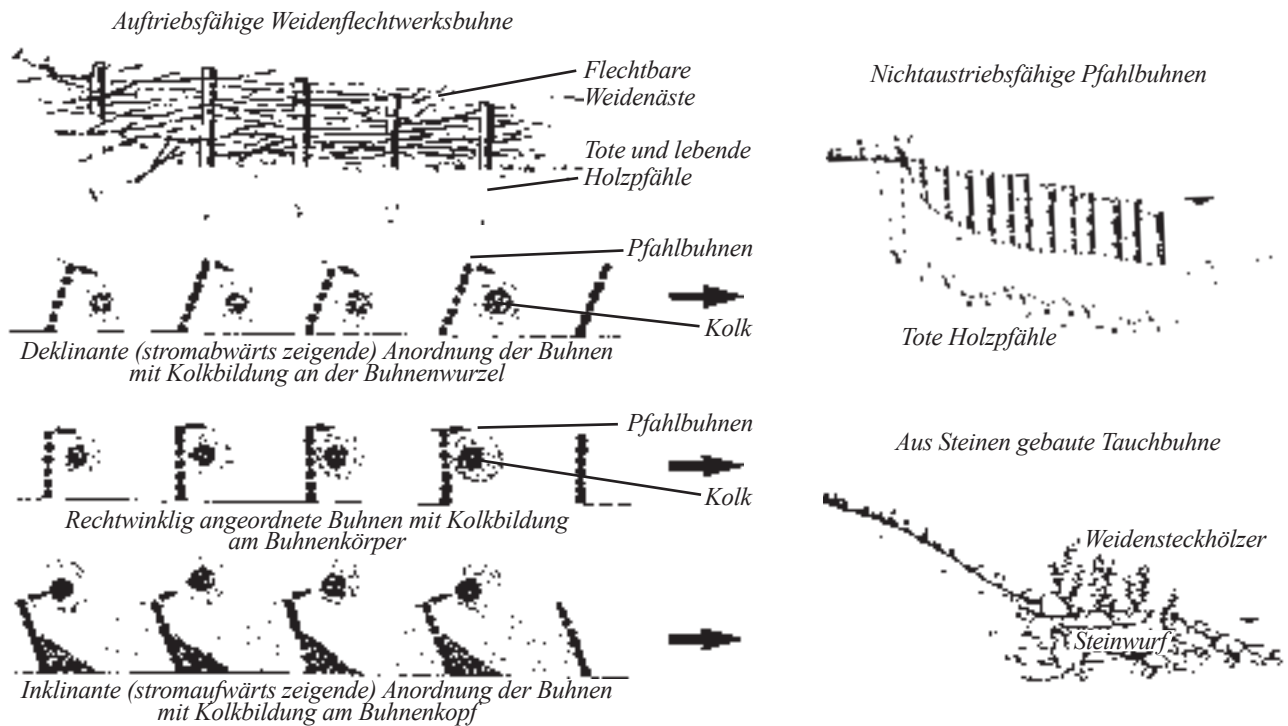
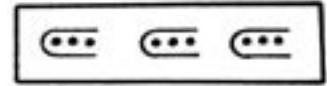
Nachteile:

Bauwerk aus totem Material, welches verrottet, muss durch lebendes ergänzt werden; nur an anlandenden Ufern; altert rasch.

Anwendungsbereiche:

Uferanbrüche, Kolke, Anlandungsufer in genügend breiten Gerinnen, auch bei Böschungsanbrüchen im Wald, Böschungsfusssicherungen, Fusssicherungen von Spreitlagen. In den Strom gerichtet als Buhne. Fließgewässer mit hoher Triebkraft, Katastropheneinsatz, Bachverbauung mit Tannenwipfeln bei kleineren Zuflüssen im Alpengebiet.

3.10 LEBENDBUHNEN



Beschreibung:

Buhnen sind dammartige Bauwerke, die vom Ufer meist schräg flussaufwärts (inklinant), rechtwinklig oder schräg flussabwärts (deklinant) errichtet werden. Die Buhnenwurzel muss sehr sorgfältig ins Ufer eingebunden werden, hingegen muss der Buhnenkopf wegen der turbulenten Strömung gesichert werden. Der Abstand von Buhne zu Buhne ist ungefähr so gross wie das Gewässer breit ist oder das 1,5 bis 2,5-fache der Buhnenlänge. Um die Bettbreite einzuschränken werden die Buhnen direkt gegenüber angeordnet; zur Bindung von Schleifen ist es jedoch nötig, sie versetzt gegenüber einzubauen. Die Anordnung soll auf die natürliche Schleifenfolge (ca. 8-12 mal die Breite des Gewässers) Rücksicht nehmen. Zwischen den Buhnen findet die Sedimentation statt, sodass am Ufer keine Verbauung mehr notwendig ist. Die Oberkante der Buhnen wird ungefähr auf den mittleren Wasserstand festgelegt, wobei sie vom Ufer zur Mitte abfallen sollte. Lebende Buhnen werden gebaut aus: Rauhstämmen, Flechtwerk, Packwerk, Faschinen, als begrünter Blockwurf oder Dreiecksflügelbuhne.

Material:

Rauhstämmen, Flechtwerk, Packwerk, Faschinen, begrünter Blockwurf. Ausreichend Pfähle, Durchmesser 5-20 cm, Länge 1-4 m. In grösseren Gewässern dickere und längere Pfähle oder Stahlstäbe bzw. Eisenbahnschienen, evtl. Auffüllmaterial.

Zeitwahl:

Lebende Buhnen in der Vegetationsruhezeit, tote Buhnen jederzeit.

Wirkungen:

Buhnen erhöhen die Rauigkeit des Flussbettes und verlagern die Hauptströmungslinie. Inklinante Buhnen verursachen Auswaschungen am Buhnenkopf, deklinante Buhnen an der Buhnenwurzel. Die Buhnenfelder begünstigen Materialablagerungen. Lebende Buhnen sind im Bewuchs durchströmbar und sind hervorragende Lebensräume.

Vorteile:

Anpassungsfähig, können mit wenig Aufwand verlängert oder verkürzt werden. Längsverbauungen erübrigen sich. Buhnenfelder sind hervorragende Laich- und Aufwuchsplätze für Fische.

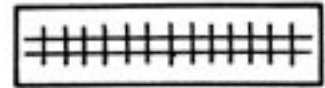
Nachteile:

Beseitigt die Wirbel, verursacht Querströmungen. Auswaschungen am Buhnenkopf und an der Buhnenwurzel.

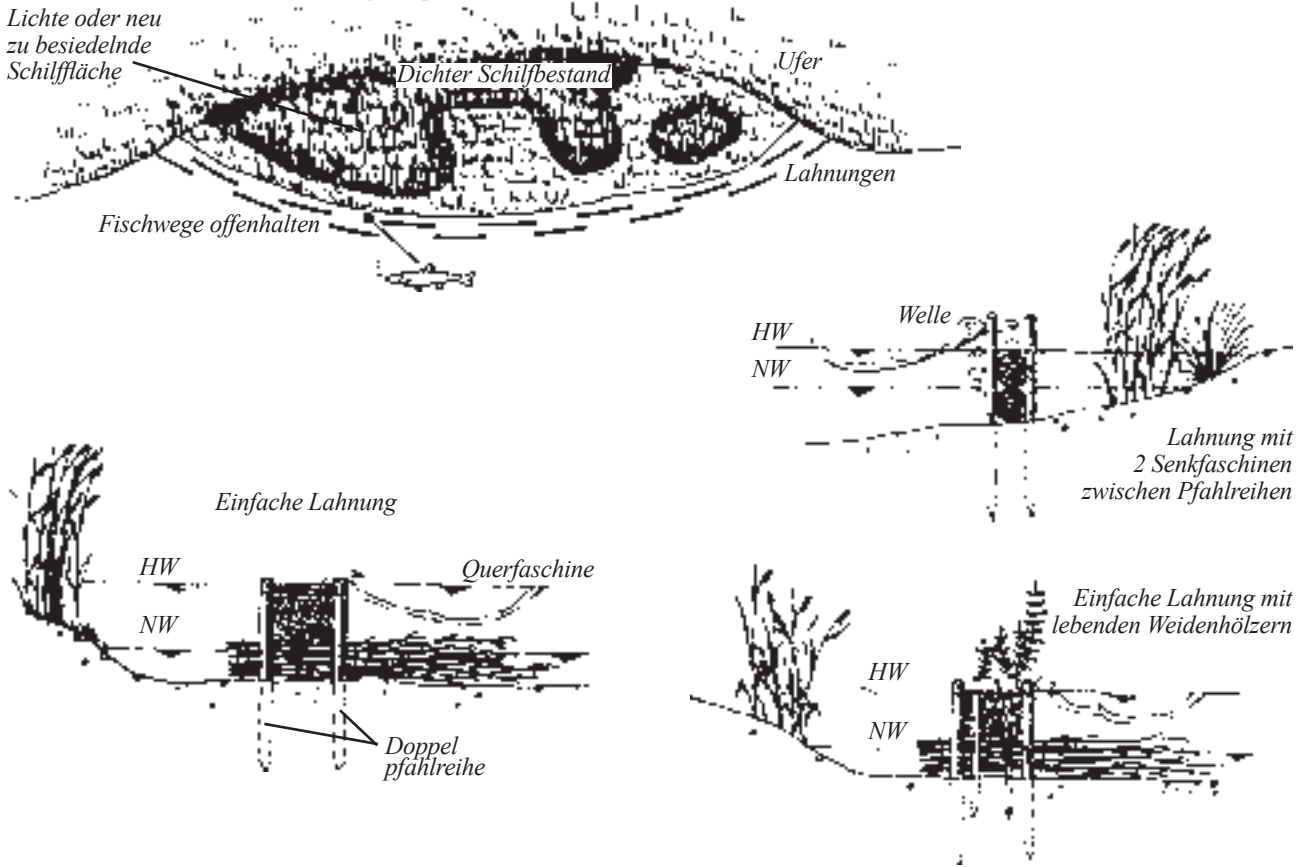
Anwendungsbereiche:

Verminderung zu grosser Abflussmengen, Revitalisierung mit Schleifenbildungen, ausspülungsgefährdete Altholzuffer, ausgeuferte Hochwasserbereiche, in kleinen Bächen wie in Flüssen nur lebende Buhnen, in grösseren Fliessgewässern und Wildbächen kombiniert mit Schienen und Steinen.

3.11 LAHNUNG (FILTRIERPFAHLWAND)



Anordnung von Lahnungen vor einem Schilfbestand



Beschreibung:

Vom Ponton aus werden 2 Reihen Pfähle zur Hälfte ihrer Länge bis zum Stand des Hochwasserspiegels eingerammt. Der Querabstand der Pfähle beträgt 0,4-0,6 m, der Längsabstand 1,5-2,5 m. Zwischen die Doppelreihe werden Rundhölzer oder Faschinen und eine zweite Faschinenlage quer verlegt und mit Draht gebunden. Bei tiefem Wasser wird zuoberst eine Längsfaschine ebenfalls mit Draht eingebunden. Der Querschnitt der fertigen Lahnung soll trapezförmig sein, die Krone soll maximal nur leicht über dem Hochwasserniveau liegen. Die Lahnungen können in beliebiger Form (nicht zu lang) vom Ufer abgehend bis parallel zur Uferlinie angeordnet werden.

Material:

Holzpfosten, Durchmesser 8-15 cm, Länge je nach Wassertiefe und Untergrund; totes und lebendes Astwerk und Rundhölzer; Bindedraht, Durchmesser 3 mm; evtl. Füllmaterial und Geotextilien; evtl. krautige Uferpflanzen.

Zeitwahl:

Bei Niedrigwasser. Bei lebenden Lahnungen in der Vegetationszeit.

Wirkungen:

Die Wellen- und Strömungsdynamik wird gebremst und reguliert. Treibholz kann vom Ufer ferngehalten werden. Schilfbestände und unterspülte Bäume können sich erholen. Landwärts der Lahnungen sedimentieren Schwebstoffe, sodass sich das Schilf regenerieren und wieder ausbreiten kann.

Vorteile:

Filtrierender Wellenbrecher, anlandend.
Abgrenzung für Schiffsverkehr.

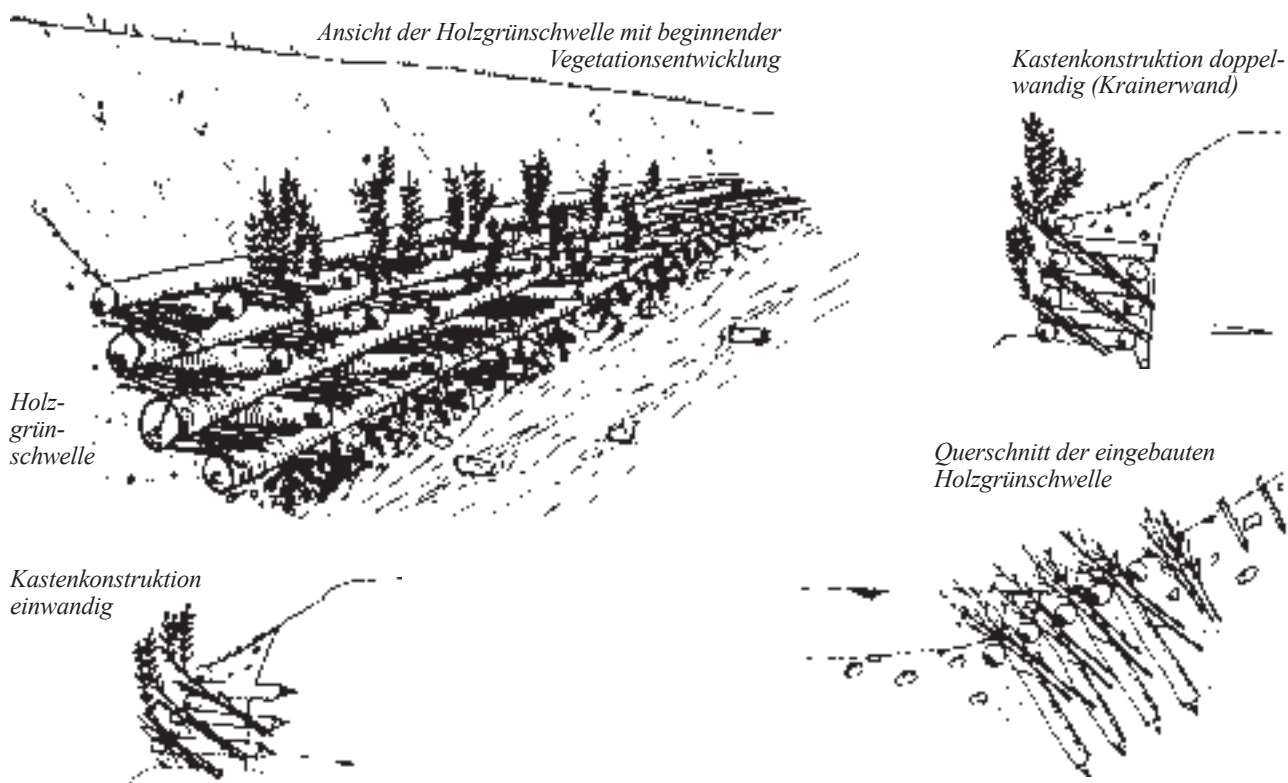
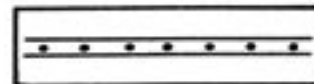
Nachteile:

Nicht dauerhaft, muss nachgeschichtet werden.

Anwendungsbereiche:

Als Wellenschutz für Schilfbestände oder gehölzbestockte Ufer. Schutz der Ufer und des gewonnenen Landes, als Wellenbrecher bei Schiffsverkehr oder Wind. Kombination mit Vegetationsbündel, Packwerk, Senkfaschinen und Buhnen.

3.12 HOLZGRÜNSCHWELLE



Beschreibung:

Holzgrünschwellen (=Krainierwand) erfordern Holz als Stützwerk und Pflanzen, wodurch die dauerhafte Böschungsstabilisierung erreicht wird. Zunächst werden 1-2 Lagen ausgelegt und darüber im Abstand von rund 2m Binderholz gelegt und teilweise in den Boden eingeschlagen. Der Zwischenraum wird mit Buschlagen, Heckenlagen oder Heckenbuschlagen und Erdmaterial gefüllt, dann werden nächste Hölzer daraufgestapelt. Es können 1-4 m hohe Wände entstehen, dann sollte ein Absatz folgen. Die Neigung sollte nicht stärker als 60° sein, damit die unteren Pflanzen noch Licht und Wasser bekommen. Das Holz wird mit Armierungseisen zusammengeschnitten (übererdete Holzgrünschwellen halten länger). Es können ebenfalls Rasenziegel zwischen die Hölzer gepackt werden. Unter Wasser lässt man die untere Reihe leer als Fischunterstand.

Material:

Rund- oder Kantholz, Durchmesser 10-30 cm; lebende Äste (20 Stück pro Laufmeter) und/oder Gehölze (bis 3 Stück pro Laufmeter); Auffüllmaterial; Armierungseisen, Durchmesser 12-20 mm.

Zeitwahl:

Jederzeit, mit Asteinlage in der Vegetationsruhezeit.

Wirkungen:

Sofortige Böschungs- und Uferstabilisierung. Die Hölzer schützen die Pflanzen in der Anwuchsphase. Nachher übernehmen die Wurzeln die Funktion des vermorschenden Holzes und entwässern den Hang. Am Ufer leichter als eine Steinverbauung, deshalb auf wenig belastbarem Untergrund möglich.

Vorteile:

Beliebige Länge, auch gekrümmt, leicht, platzsparend gegenüber Buschlagen.

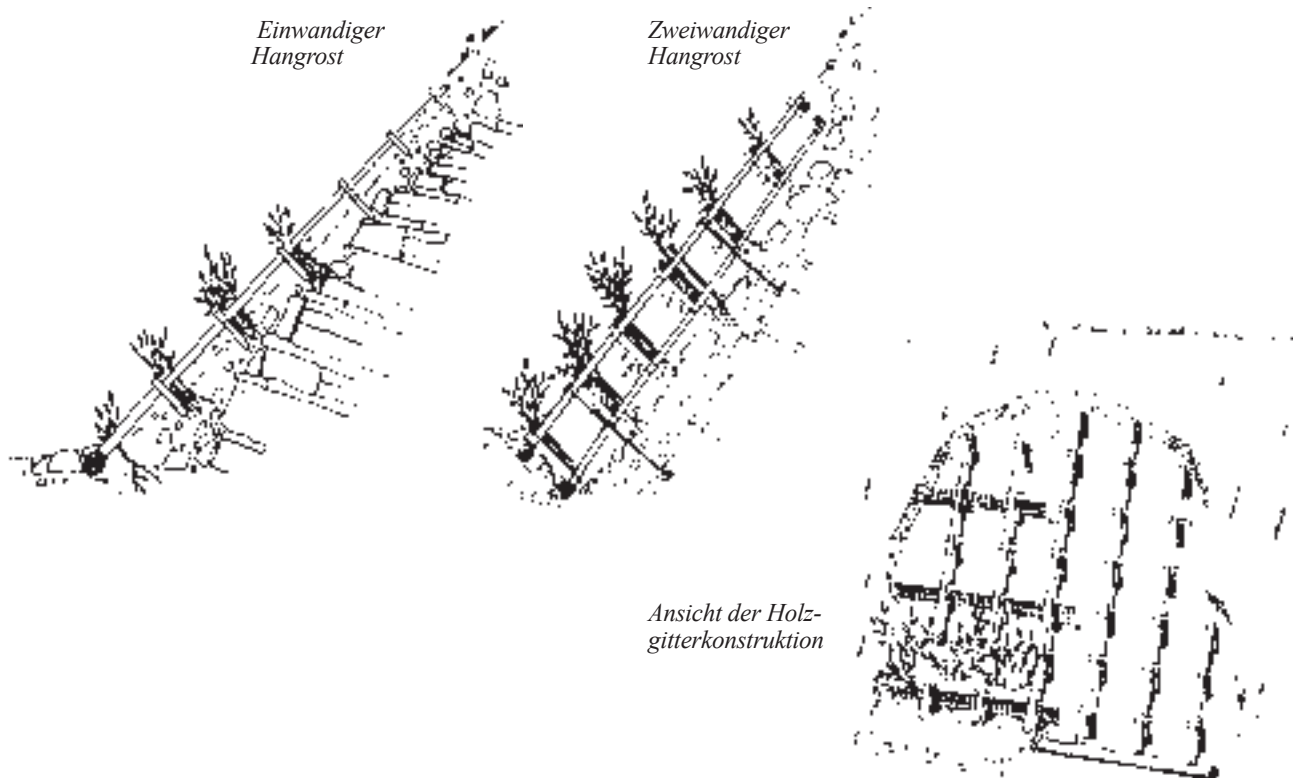
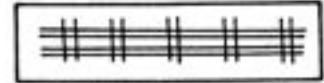
Nachteile:

Holz vermorscht.

Anwendungsbereiche:

Steile Hang- und Uferböschungen, Längsverbauungen und Fussicherungen, in Runsen als Querwerke, in beschatteten, feuchten, nord-exponierten Wildbächen mit feinkörniger Geschiebeführung als Sperrenkonstruktion. Im Strassenbau zur Abstützung von Böschungen und Aufschüttungen. Auch im Katastrophenfall. Zusammenhängende Holzverbauung in steilen Gerinnen. Kombination mit Buschlage, Ansaaten, Buhnen usw.

3.13 HANGROST



Beschreibung:

Der Hangrost ist eine Holzkonstruktion zur dauerhaften Sicherung von Pflanzen. Lebende Hangroste können ganz aus lebenden Weidenruten erstellt werden, oder aus ein- oder doppelwandigen Tothölzern, die ganz mit Pflanzen ausgefüllt werden. Auf standfestem Untergrund werden die an der Böschung in der Falllinie angelehnten Hölzer in der Böschung fixiert. Dann befestigt man die erste Schicht Querholz und breitet die Äste bzw. Gehölze aus und füllt sie mit Pflanzenmaterial auf. Dann folgt das nächste Querholz usw. Hangroste können 1-15 m hoch werden. Hohe und steile Hangroste müssen im Untergrund verankert werden und sollten nicht steiler als 60° sein.

Material:

Totes oder lebendes Kant- oder Rundholz, je nach Bauart, Durchmesser 10-30 cm; Armierungseisen; Stahlseil, evtl. Armierungsnetz, Geotextilien, Anker; Fussssicherung am Ufer mit Steinen.

Zeitwahl:

Bei Verwendung lebender Hölzer, Steckhölzer und Gehölzen nur während der Vegetationsruhezeit. Besteht das Gerüst aus totem Material, kann es jederzeit erstellt, aber erst in der Vegetationsruhezeit mit Pflanzen und Erde aufgefüllt werden.

Wirkungen:

Das dreidimensionale Gitter stützt grosse Hangbereiche ab. Die lebenden Pflanzen durchwurzeln den Boden, verankern ihn mit dem Untergrund und dränieren ihn.

Vorteile:

Sofortige Hangabstützung, viele Varianten, vorfabrizierbar.

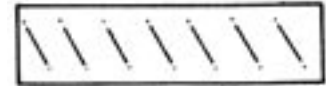
Nachteile:

Holz vermorscht; arbeitsintensiv in sehr steilem Gelände.

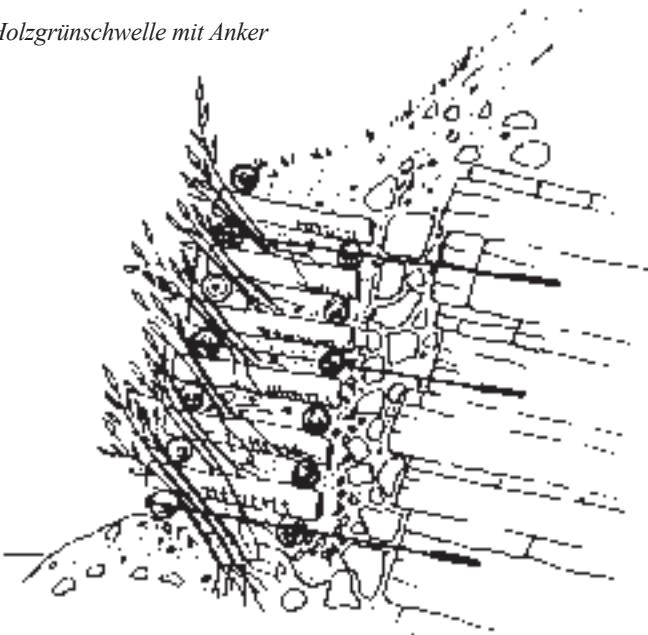
Anwendungsbereiche:

Zur flächenhaften Sanierung von Steilhängen, die nicht weiter abgeflacht werden können. Intensiver Lebendbau vor dem Bau fester Mauern. Extrem steile Strassen- und Uferböschungen, Flanken von Runsen. Kombination mit Fussssicherungen, Drahtschotterwalzen, Holzgrünswellen.

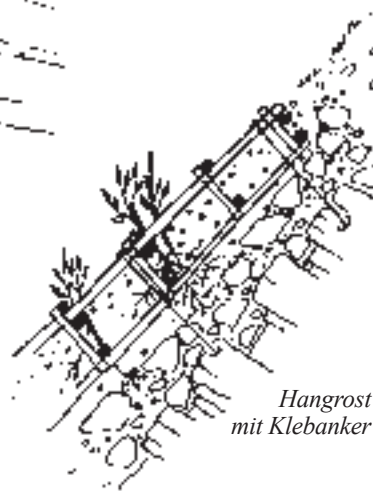
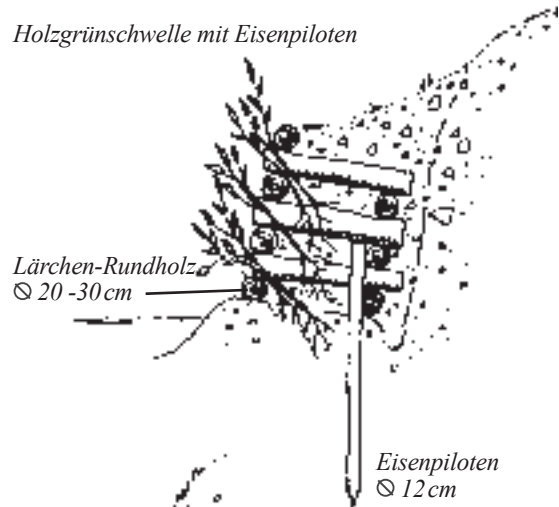
3.14 BODEN- UND FELSVERRÄNKERUNG



Holzgrünschwelle mit Anker



Holzgrünschwelle mit Eisenpiloten



Beschreibung:

Verankerungen im geologischen Untergrund verfestigen rutschende Bodenmassen. Dadurch wird die Oberfläche durch Pflanzen besiedelt und befestigt. Zunächst trägt man, soweit nötig, abgerutschtes Material ab und befestigt die Anker im Untergrund (Technik und Länge der Anker je nach geotechnischer Abklärung durch Spezialisten). Je nach Bodenverhältnissen und Steilheit können anschliessend alle möglichen ingenieurbioologischen Bauweisen eingesetzt werden.

Material:

Eisenpfähle (Länge 1-2 m); Fels-Kurzanker (5-10 m) mit Zugfestigkeit von 10-30 t; Fels-Langanker (10-50 m) mit Zugfestigkeit von 50-150 t. Alluvialanker, Dübelanker, Zementanker usw.. Für Bodenverankerungen, Palisaden aus Holz oder Stahl. Alle ingenieurbioologischen Bauweisen.

Zeitwahl:

Jederzeit, besonders nach Naturkatastrophen; später um die lebenden Bauweisen zu ergänzen.

Wirkungen:

Die Tiefensicherung hängt von der Verankerung ab. Im durchwurzelbaren Oberflächenbereich übernehmen die Pflanzen die Sicherung.

Vorteile:

Einzige Bauweise mit der Kombination von Tiefen- und Oberflächentechniken.

Nachteile:

Vorgespannte Anker müssen ständig kontrolliert werden. Grosse Betonköpfe sind Fremdkörper in der Landschaft.

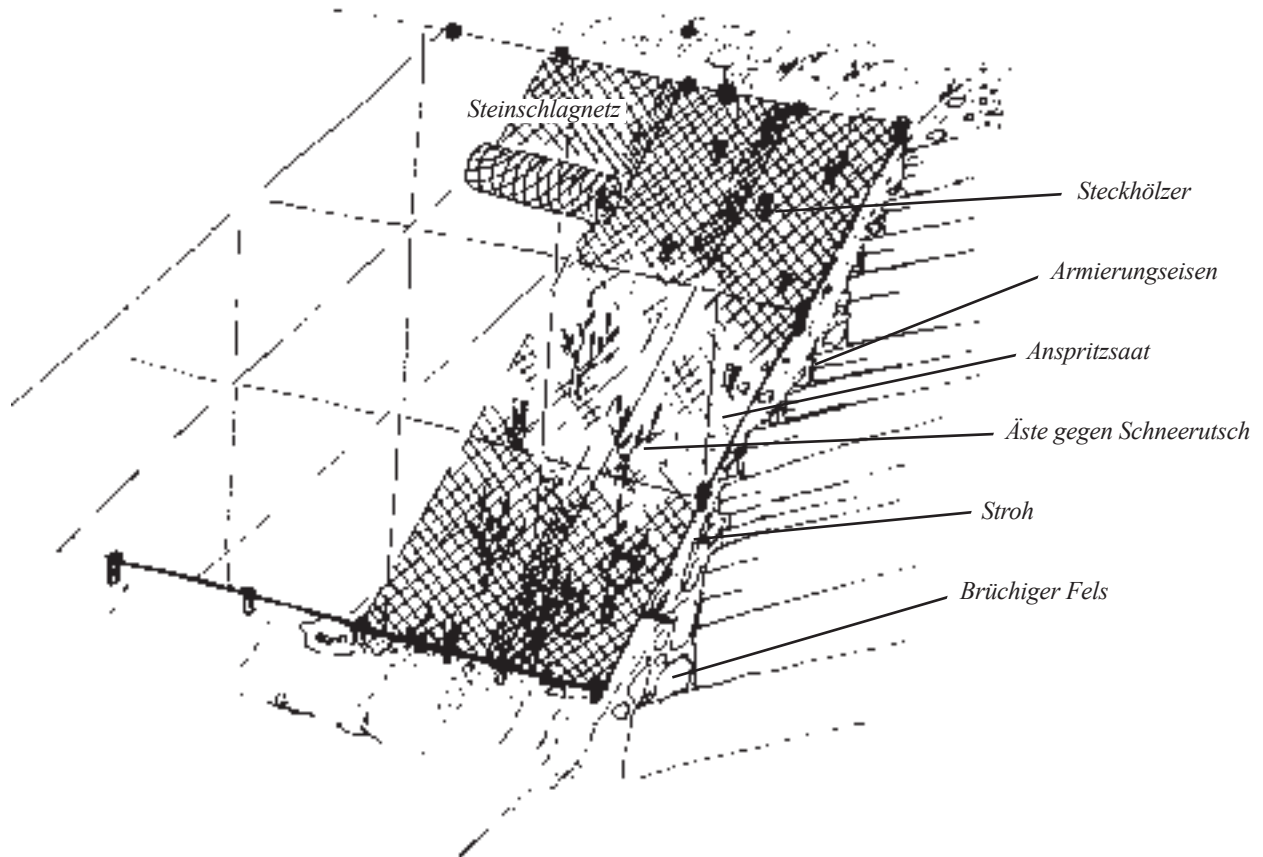
Anwendungsbereiche:

Die mit Verankerungen kombinierten Bauweisen können auch in die Tiefe stabilisieren. Bei Rutschhängen, die dadurch in den Griff zu bekommen sind. An Verkehrsträgern. In moorigen und sumpfigen Böden für den Strassenbau. Verankerung von Uferbefestigungen als örtlicher Schutz.

3.15 DRAHTGEFLECHT



Drahtnetz als Steinschlagschutz bei brüchigem Fels



Beschreibung:

Drahtgeflecht verhindert das Herausfallen loser Steine an brüchigen Wänden. Die Vegetation hält teilweise das brüchige Material zurück. Brüchige und unebene Oberflächen werden planiert und mit einer dicken Strohschicht bedeckt. Das Geflecht wird bis zu einem maximalen Abstand von 30 cm von der Oberfläche an der Felswand verhängt und verankert. Die Ränder des Geflechts müssen auf einer Breite von 40 cm übereinandergelegt werden.

Material:

Steinschlagnetze aus Drahtgeflecht, Armierungseisen, (alle Teile müssen gegen Korrosion behandelt sein). Steckhölzer, Stroh, Anspritzsaat.

Zeitwahl:

Jederzeit, Saatgut im Sommer, Pflanzungen in der Vegetationsruhezeit.

Wirkungen:

Das Abbrechen und Herabkollern von Steinen wird verhindert. Langfristige Deckwirkung nur in Kombination mit Vegetation, aber bei geringer Bodenmächtigkeit spärlicher Bewuchs. Schneebremse.

Vorteile:

Felspartien werden stabilisiert und begrünt.
Wertvoller Trockenstandort.

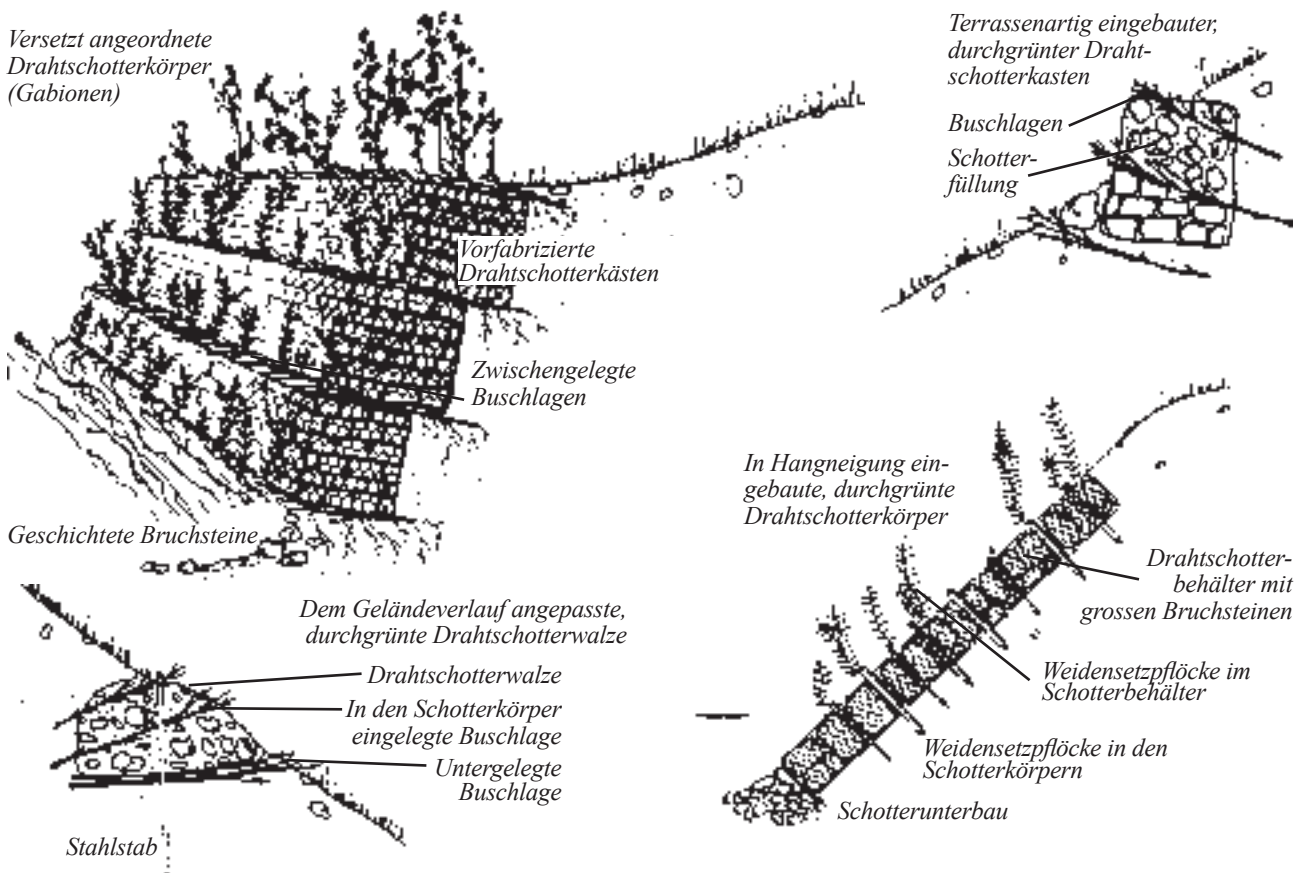
Nachteile:

Unregelmässiger Bewuchs. Zu gross werdende Pflanzen müssen geschnitten werden.

Anwendungsbereiche:

Strassen- und Bahnböschungen. An sehr steilen Böschungen aus brüchigem Fels oder Schotter, dort wo Menschen und Güter vor herabfallenden Steinen geschützt werden müssen. Nicht erosionsgefährdete Felsen sollten nicht begrünt werden.

3.16 BEGRÜNTE SCHANKKÖRBE



Beschreibung:

Engmaschiges Drahtgeflecht wird in Mulden ausgelegt und mit vorbehandeltem Schotter und lebendem Astwerk oder Gehölzen aufgefüllt. Zum Schluss zieht man das Gitter zu einer Walze zusammen und vernäht es mit Eisendraht. Evtl. fixiert man die Walze mit starken Stahlstiften im Untergrund. Am Ufer schützt man die Walzen gegen Unterspülung mit vorher verlegten Astlagen quer zur Strömung. Vorfabrizierte Metallschotterkörbe können nur zwischen den Körben begrünt werden. Will man Kulturerde verwenden, muss an der Basis des Werkes Gewebe eingelegt werden.

Material:

Drahtgeflecht mit einer Maschenweite von 5-8 cm; örtliche Grobschotter; Draht; evtl. Stahlstäbe; Weidenäste; bewurzelt, triebfähiges Holz.

Zeitwahl:

In der Vegetationsruhezeit.

Wirkungen:

Feste, elastische und wasserdurchlässige Verbauungen in instabilem Gelände, dränierend, kein Rückstau. Weiden bilden im fließenden Wasser bis vor die Walzen Wurzelvorhänge, die nach dem Durchrosten der Drähte deren Funktion übernehmen.

Vorteile:

Rasche Bauweise, sofortige Schutzwirkung bei gleichzeitiger Begrünung, durchgängig für Pflanzenwurzeln und Kleinlebewesen, lebt länger als tote Faschinen.

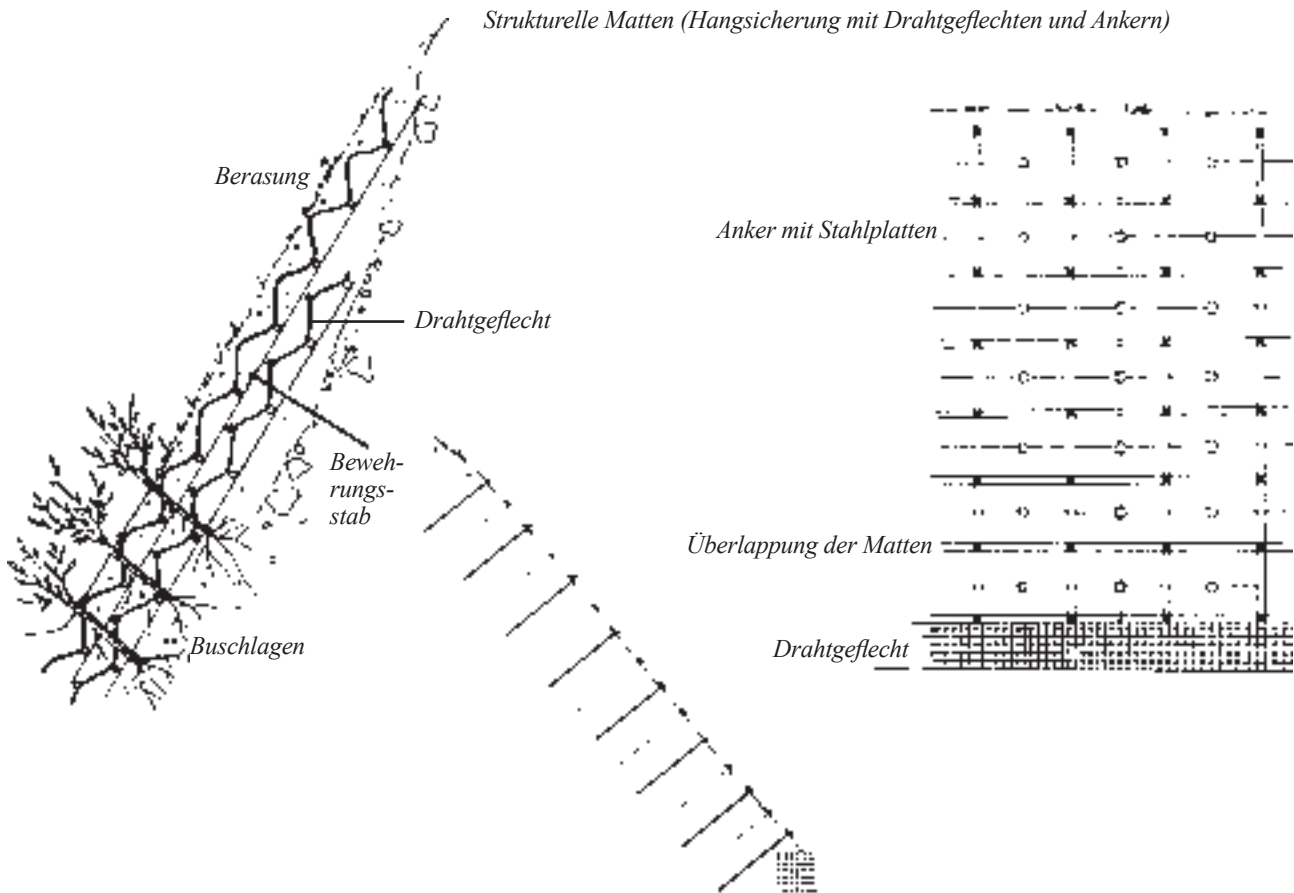
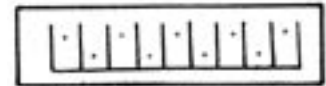
Nachteile:

Nur an Orten verwendbar, wo Schotter vorhanden ist, nicht nachträglich begrünbar. Draht wird vom Geschiebe durchgeschuert, Bauhöhe beschränkt.

Anwendungsbereiche:

Instabile und feuchte Hangfüsse, erosionsgefährdete Hänge, Runsen, Ufer mit Hangdruckwasser, Ersatz von Stützmauern in instabilem Gelände. Meist schöner als unbegrünte Steinmauern. Als Querwerk in Bächen ohne Geschiebeführung und zeitweiliger Wasserführung. Als Bühnen und Lahnungen.

3.17 STRUKTURELLE MATTEN



Beschreibung:

Rutsche können ohne Fussabstützung mit gewellten Drahtgeflechtes (Armierungskörbe) stabilisiert werden. Man verankert ein oder mehrere Gitter übereinander mit Fels- oder Sedimentankern, gegebenenfalls mit Ankerplatten. Dahinter wird ein Geotextil mit Erde oder Stroh gefüllt und mit einer Anspritzsaat begrünt. Ist der Untergrund weich genug, können auch Stechhölzer eingeschlagen werden.

Material:

Gewellte Drahtgeflechte, Armierungskörbe, Fels- und Sedimentanker, Ankerplatten, Bewehrungsstäbe, Geotextil z.B. Kokos; Erde oder Stroh, Anspritzsaat, Stechhölzer, evtl. Container- oder Topfpflanzen.

Zeitwahl:

Jederzeit, Ansaaten und Topfpflanzungen in der Vegetationszeit. Stechhölzer in der Vegetationsruhezeit.

Wirkungen:

Stabilisierung der Oberfläche, günstige Tiefenwirkung, schnelle Durchwurzelung des Untergrundes. Auftretende Kräfte werden in den ersten Jahren von Ankern oder Gittern absorbiert, später von den Pflanzen selbst. Stabilisiert Rutsche und lässt Wasser durchdringen. Gute landschaftliche Eingliederung.

Vorteile:

Sofortige Oberflächenkonsolidierung und je nach Anker unterschiedliche, beschränkte Tiefsicherung.
Leicht und wasserdurchlässig.

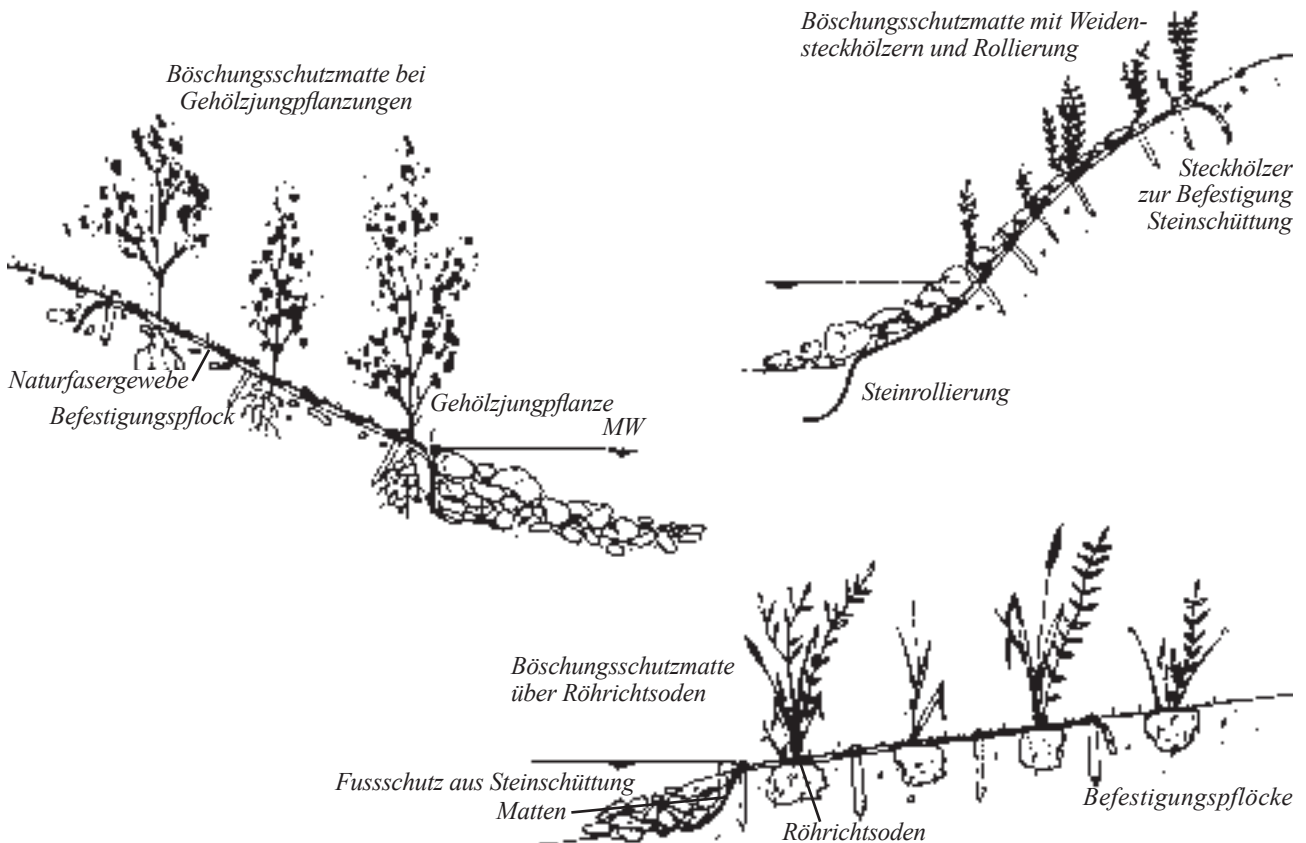
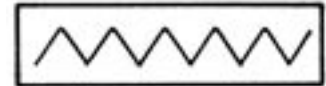
Nachteile:

Armierung altert, muss von Durchwurzelung übernommen werden.

Anwendungsbereiche:

Stabilisierung kleiner Rutschflächen zwischen Felsen oder feststehenden Böden; Stützmauerersatz, Sanierung von durchnässten Hangflächen oder am Hang entstandenen Rutschen, ohne Abstützung nach unten, weil in der Böschung verankert. Kombination mit Fussicherung, Hangrosten, verschiedenen Begrünungen.

3.18 BÖSCHUNGSSCHUTZ MIT GEOTEXTIL



Beschreibung:

Zur Sicherung der Oberfläche von steilen Böschungen und Ufern bedeckt man die planierten Flächen mit Böschungsschutzmatten und befestigt sie mit Steckhölzern, Dachlatten oder Armierungseisen (1 Stück/m²). Das Gewebe muss an den Rändern 10-20 cm tief eingegraben werden. Bei Überlagerung des Textils geht der Arbeitsfortgang in Fließrichtung von unten nach oben, damit das Wasser nicht unterspülen kann. Geotextilien sollten mit Erde überdeckt werden. Man kann die Begrünung sich selbst überlassen, ansäen oder gezielt bepflanzen.

Material:

Je nach Verwendungszweck Geotextilien aus Naturfasern (Kokos, Jute, Ramie, Hanf, Holzwolle usw.) mit den entsprechenden Maschenweiten; geeignetes Erdmaterial; Steckhölzer, Pfähle, Durchmesser 2-3 cm, Länge 20-30 cm oder Armierungseisen, Durchmesser 12-16 mm, Länge 30-40 cm; Saatgut, Pflanzen 1 Stück/m².

Zeitwahl:

Jederzeit, Ansaaten in der Vegetationszeit, Gehölzpflanzungen in der Vegetationsruhezeit.

Wirkungen:

Sofortiger Oberflächenschutz, das Gewebe muss nur so lange halten bis die Vegetation die Böschungsstabilisierung übernimmt. Geotextilien sind elastisch und können durchwachsen werden, wenn sich die Maschen anpassen. Sie sind für Tiere durchgängig, sind wasserdurchlässig und verhindern Wasserrückstau. Ausserdem verhindern sie Steinschlag und das Herausfallen loser Erde.

Vorteile:

Sofortiger Oberflächenschutz, leichte Anwendung, hundertprozentiges Verrotten.

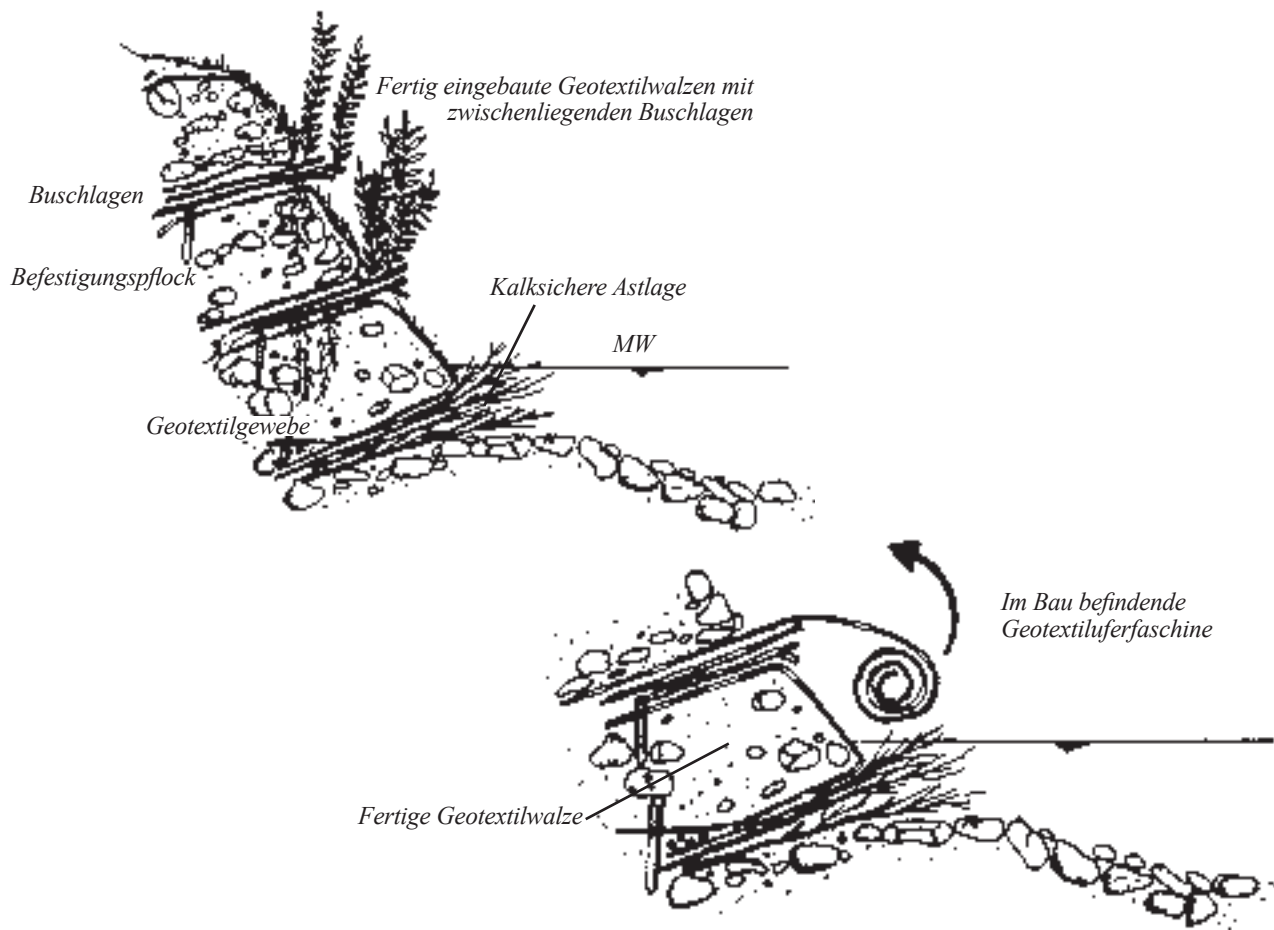
Nachteile:

Kurze Lebensdauer der Naturfasern: Ein halbes Jahr für Jute, bis 8 Jahre für Kokos.

Anwendungsbereiche:

Strassenböschungen, instabile Felsflächen, Seeufer, Flussufer, zeitweiliger Hochwasserschutz. Am Ufer Kombination von Matten mit Steinwürfen vor allem unter Wasser.

3.19 GEOTEXTILWALZEN



Beschreibung:

Zur Stabilisierung nicht standfester Böschungen und Ufer werden Geotextilien schichtweise als Walzen eingebaut. Man legt die Geotextilien auf ein 10° nach hinten geneigtes Planum, füllt sie 40-80 cm hoch mit am Ort vorhandenem, wasserdurchlässigem Material, verdichtet es und schlägt es zu Walzen um. Dann legt man Buschlagen, 20 Stück pro Laufmeter, oder Heckenbuschlagen und 2 Sträucher oder Bäume pro Laufmeter, überdeckt sie ca. 5 cm hoch mit Erde und fährt mit der nächsten Rolle fort. So können je nach Auffüllmaterial bis zu 60° steile Wände gebaut werden. Geotextilwände können auch mit Anspritzsaat begrünt werden.

Material:

Geotextilien aus Naturfasern nur bedingt. Geotextilien aus Kunstfasern mit unterschiedlichen Maschen sind aufgrund der hohen Reißfestigkeit besser geeignet. Auffüllmaterial, Steckhölzer, Buschlagen, Sträucher.

Zeitwahl:

Jederzeit, mit Ansaat zur Vegetationszeit, mit Gehölzen zur Vegetationsruhezeit.

Wirkungen:

Konsolidierend, armierend, elastisch, wasserdurchlässig, erhöht die Standfestigkeit. Die reissfesten Geotextilien erlauben eine Anwendung in steileren Böschungswinkeln als der Reibungswinkel vorschreibt. Die Stützkonstruktion wird von Pflanzen verfestigt und überwachsen.

Vorteile:

Elastisches Bauwerk, Verwendung von Bauaushub, die Form ist dem Gelände anzupassen.

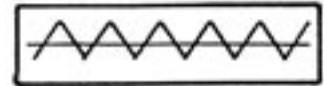
Nachteile:

Kunststoffe sind schwer verwitterbar. Unbegrünt, unästhetisch. Sie haben eine begrenzte Lebensdauer. Ohne Geotextil nicht standfest.

Anwendungsbereiche:

Strassen- und Bahnböschungen, Dämme, Lärmschutzdämme, Bauwerke bei Katastrophen, Fussicherungen, Rutschhänge, in Kombination mit Baustahlgewebe, aus Holz oder Stein.

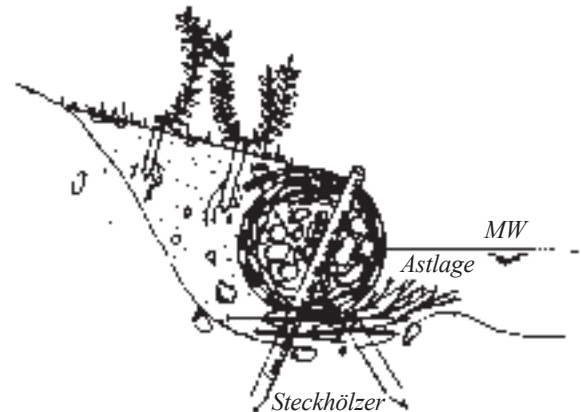
3.20 GEOTEXTILUFERFASCHINE



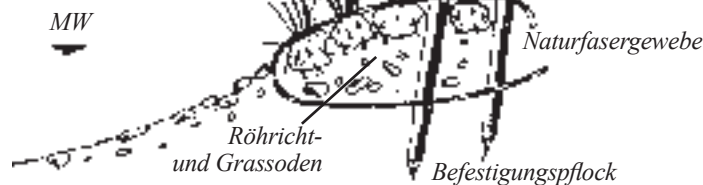
Im Bau befindende Geotextiluferfaschine



Eingebaute Geotextiluferfaschine mit nachfolgenden Weidensteckhölzern



Sackartig eingebaute Röhrichtwalze mit flexibler Vorderkante



Beschreibung:

Zur Festigung von Uferböschungen wickelt man die Ufer- oder Senkfaschinen in ein Geotextil ein. Das Geotextil wird an der Sohle einer Ufervertiefung ausgebreitet. Es kann endlos vergrößert werden. Diese Mulde füllt man walzenförmig mit toten und lebenden Ästen, Lehm auf dem Platze oder vegetationsfähigem Aushub. Nun wird das Geotextil mit Draht vernäht oder es werden vorher unterlegte Drähte zusammengezogen. Zur Befestigung am Ufer schlägt man Holzpfähle und in kiesigen Untergrund Stahlstäbe ein (1 Stück pro Laufmeter). Bei Unterspülungsgefahr legt man unter die Faschine eine Astlage quer zur Fließrichtung.

Material:

Geotextilgewebe langlebig, reissfest, grobmaschig, Maschenweite 1-2 cm, je nach Walzendurchmesser (0,3-1,0 m) 1-4 m Gewebebreite, je nach Bedarf. 50 % vegetationsfähiges Füllmaterial; 50 % tote oder lebende Äste; Weidenpfähle, Durchmesser 16-24 cm, Länge 1-3 m; Draht 3 mm oder Stahlbänder.

Zeitwahl:

Geotextilsenkfaschinen aus totem Astwerk das ganze Jahr; Geotextiluferfaschinen aus lebendem Astwerk in der Vegetationsruhezeit.

Wirkungen:

Elastischer und dauerhafter Schutz der Uferböschung. Die Rauigkeit der Äste in der Faschine filtert Feinmaterial aus dem Wasser, wodurch die Weiden und angeschwemmte Samen anwachsen können. Das Gewebe verhindert das Auswaschen in der Anwuchsphase und schützt die Faschine vor starker Strömung, Geschiebetrieb und Eisgang im Frühling. Der Bewuchs übernimmt dauerhaft die Uferstabilisierung. Ökologische Nischen für Kleintiere und Fische.

Vorteile:

Elastische Struktur in beliebiger Länge erstellbar, von Anfang an belastbar, rauhere Oberfläche als Holz- oder Steinlängswerke.

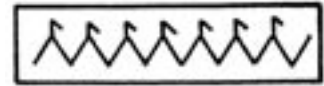
Nachteile:

Verrottbare Geotextilien sind nicht schürfesistent, Kunststoffe sind nicht umweltfreundlich und zudem unästhetisch.

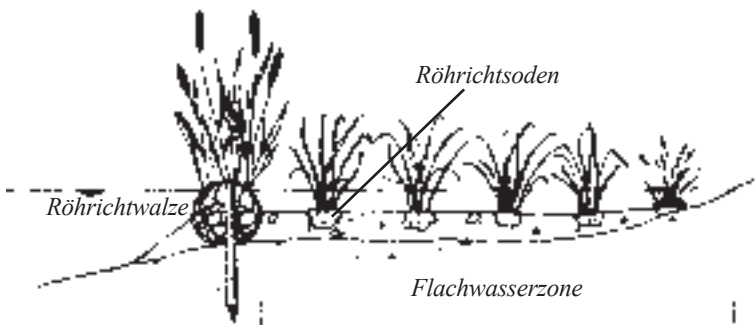
Anwendungsbereiche:

Nur im Wasserbau, auf Wasserstandshöhe oder unter Wasser, Fließgewässer mit instabilen Nischen, zur Fussicherung bei unterspülten Ufergehölzen. Die Faschinen können auch quer zur Fließrichtung als Buhnen erstellt werden. Bei tiefem Wasser schlägt man zuerst eine Pfahlreihe ein, bevor die Faschinen versenkt werden. Varianten: Geotextilsäcke hinter Pflöcken oder begrünte Säcke, Kombination mit Spreitlage, Schutzmatte, Buschlage, Uferfaschine usw.

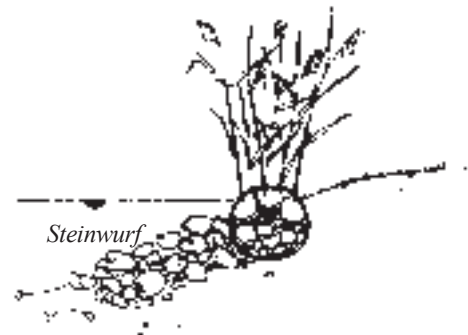
3.21 PFLANZENFASCHINE



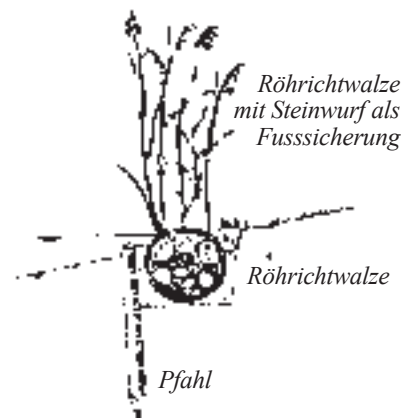
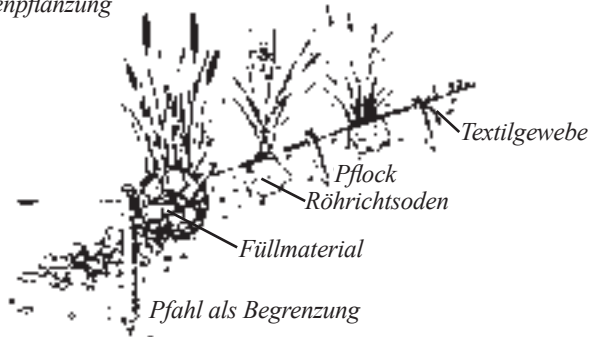
Röhrichtwalze mit nachfolgender, geotextilgesicherter Ballenpflanzung



Röhrichtwalze mit Pilotenreihe aus Holzpflocken zur Fixierung



Röhrichtwalze mit nachfolgender, geotextilgesicherter Ballenpflanzung



Beschreibung:

Zur Entwicklung und Sicherung von Röhricht werden Vegetationswalzen aus krautigen Pflanzenarten errichtet. Dazu packt man standortgerechte Wasserpflanzen in Geotextilien oder Maschendrahtgewebe und verpflockt sie am Verwendungsort. In 1 m Abstand werden Holzpfähle bis an die sommerliche Mittelwasserlinie eingerammt. Dahinter verlegt man Geotextil in die Vertiefung und füllt es zuunterst mit Sand oder Steinen und legt darüber Rasenziegel. Das Geotextil wird zu einer Walze umgeschlagen (Durchmesser 0,3-0,6 m) und vernäht; das restliche Gewebe wird über das Ufer gezogen, eingegraben und verpflockt.

Material:

Verrottbares Geotextil (Kokos; 1-4 m breit), beliebige Längen; Pflöcke, Durchmesser 3-10 cm, Länge 0,6-1,5 m; Holzpfähle, Durchmesser 2-4 cm, Länge 0,3-0,5 m. Vegetationsfähiges, kiesiges Auffüllmaterial; bewurzelte Pflanzentriebe z.B. von Schilf, Rohrkolben, Rohrglanzgras, Seggen, Binsen, Schwertlilie, Moorgeissbart usw.

Zeitwahl:

Zu Beginn der Vegetationszeit oder in der Vegetationsruhezeit, bei niedrigen Wasserständen. Kurze Lagerungszeiten.

Wirkungen:

Die Ballen werden in den Walzen zusammengehalten und so vor Erosion geschützt. Die Wurzelstöcke und unterirdischen Wurzeln festigen den Boden im Uferbereich.

Vorteile:

Sofortiger Uferschutz in der Röhrichtzone, fördert eine Ablagerung, hohe Reinigung des Wassers.

Nachteile:

Nur auf sonnigen Standorten und nährstoffreichen starke Böden.

Anwendungsbereiche:

In der Röhrichtzone an langsam fließenden Gewässern mit geringer Wasserspiegelschwankung und geringer Geschiebeführung. An Ufern mit geringem Gefälle, an Seeufern, bei unterspülungsgefährdetem Schilf. An breiten Fließgewässern zur Befestigung der Niederwasserrinne. In Kombination mit Astpackungen, krautigen Pflanzen, Schilfanpflanzung.

GLOSSAR

Ballenpflanze	Verschulte Pflanze, deren Wurzel- und Erdknollen in verrottbare Gewebe eingehüllt sind.	Pfahl	Lebendes oder totes Stück Holz, das in den Boden eingeschlagen wird, um etwas daran zu befestigen.
Berme	Erdbautechnisch hergestellte Verflachung bis zu mehreren Metern Tiefe (Breite) in einer Böschung oder in einem natürlichen Geländeteil.	Pflock	Kurzes lebendes oder totes zugespitztes Stück Holz, um etwas am Boden zu befestigen, z.B. Geotextilien.
Biotechnisch	Mechanisches Wirken von Spross und Wurzel.	Pionier	Erstbesiedler eines magern und nährstoffarmen Standortes, der den Weg für höhere Pflanzengesellschaften vorbereitet.
Biotop	Lebensraum wo Organismen und deren Gemeinschaften ihre Existenzbedingungen finden und daher dort leben.	Rasensode	Aus Natur- oder Zuchtstrassen gewonnene Stücke bis zu 1 m ² Flächengrösse.
Containerpflanzen	In Behälter verschiedener Grösse und aus verschiedenem Material (Torf, Pappe, Plastik) gesäte oder verschulte (vertopfte) Pflanze.	Selbstbesiedlung	Eroberung von unbewachsenen Flächen durch Pflanzen.
Geotextilien	Vliese und Gewebe aus Naturfasern oder Kunststoffen, die im Erdbau verwendet werden können.	Spieker	Kurzes lebendes oder totes zugespitztes Stück Holz, weniger dick und lang als Pflöcke oder Pfähle.
Heister	Gehölze, die sich bereits am Stammansatz verzweigen.	Sukzession	Entwicklung einer Pflanzengesellschaft, welche durch Veränderungen des Standortes hervorgerufen wird.
Heublumen	Rückstände (Samen, Halme) von den geleerten Heuböden, oder eingesammeltes Saatgut von Naturwiesen.	Vegetationszeit	Zeit im Jahresverlauf in der die Pflanzen wachsen, also Wurzeln, Triebe, Knospen, Blüten und Blätter bilden.
Hilfsstoffe	Technische Mittel wie Steine, Stahl, Draht, Holz, Bodenzusatz, Kleber, Geotextilien.	Vegetationsruhezeit	Zeit im Jahresverlauf, in der die Pflanzen ruhen und in der Regel ihre Säfte in den Boden oder in den Stamm zurückziehen.
Initialvegetation	Anfangsstadium der Vegetationsentwicklung mit Erstbesiedlern. Frühes Jugendstadium einer natürlich entwickelten oder künstlich angelegten Vegetation.	VSS	Vereinigung Schweizerischer Strassenfachmänner.
Mulchen	Verschieden mächtige Schicht aus Pflanzenfasern z.B. Stroh oder Heu zum Abdecken des Bodens gegen Austrocknung und Abschwemmung.	Wurzelvorhang	Dichtes Wurzelwerk, welches Baumwurzeln (vor allem Weiden und Erlen) direkt am vorbeifliessenden Wasser bilden.
Palisade	Lebendige, gerade, gut ausschlagfähige Stange von 5-10 cm Durchmesser und 1-2,5 m Länge, die in den Boden eingeschlagen wird und weiterwächst.	Zonierung	Aufeinanderfolge von Lebensgemeinschaften im Raum, z.B. vom Nassen zum Trockenen am Flussufer.

LITERATURVERZEICHNIS

- BAUDIREKTION DES KANTONS BERN, TIEFBAUAMT, (1988) Ingenieurbiologische Uferverbauungen, deutsch und französisch, Bern.
- BAUDIREKTION DES KANTONS BERN, TIEFBAUAMT, (1989): Naturnahe Flachufer an Seen, Bern.
- BEGEMANN, W. & SCHIECHTL, H.M. (1986): Ingenieurbiologie - Handbuch zum naturnahen Wasser- und Erdbau, Wiesbaden und Berlin.
- BLAB, J. (1986): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere, Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, Bonn - Bad Godesberg.
- BRANDVERSICHERUNGSANSTALT DES KANTONS BERN, (1954): Dienstanleitung für die Hilfeleistung bei Elementarereignissen, Bern.
- BUNDESAMT FUER UMWELTSCHUTZ, (1986): Bau durchlässiger und bewachsener Plätze, Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 50, Bern.
- BUNDESMINISTERIUM FUER LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, (1992): Schutzwasserbau, Gewässerbetreuung, Ökologie, Wien.
- BUSER, H., KLEIN, A. & MASE, G. (1988): Gestaltung von Grünflächen an Straßen, Tiefbauamt Kanton Basel-Landschaft, Liestal.
- COPPIN, N.J. & RICHARDS, J.G. (1990): Use of vegetation in Civil Engineering, Botterworths, CIRIA, London.
- ELLENBERG, H. (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht, Stuttgart.
- FRAUENDORFER, R. & JUNGWIRTH, M. (1985): Der Zusammenhang zwischen Revitalisierungsmassnahmen und der Biozönose von Fliessgewässern am Beispiel der Fischerei, in: Landschaftswasserbau 5, TU Wien.
- GEITZ, P. (1985): Naturnaher Wasserbau, Hrsg. Ausbildungsförderwerk Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e. V. Bad Honnef.
- GESELLSCHAFT FUER INGENIEURBIOLOGIE (1980 - 1999): Jahrbücher Ingenieurbiologie, Aachen.
- KUONEN, V. (1983): Wald- und Güterstrassen, Pfaffhausen Zürich.
- LACHAT, B. (1994): Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales, Ministère de l'environnement, DIREN Rhône-Alpes.
- LANDESANSTALT FUER UMWELTSCHUTZ BADEN-WUERTTEMBERG (1991): Umgestaltung der Enz in Pforzheim, Stuttgart.
- LANGE, G., LECHER, K. ET AL. (1989): Gewässerregelung, Gewässerpflege, Hamburg und Berlin.
- LARSEN, P. (1986): Naturnahe Umgestaltung ausgebauter Fliessgewässer, in Mitteilungen 174 des Institutes für Wasserbau und Kulturtechnik der Universität Karlsruhe.
- MINISTERIUM FUER UMWELT BADEN - WUERTEMBERG (1993): Handbuch Wasserbau, Naturgemäße Bauweisen, Stuttgart.
- OESTERREICHISCHER WASSERWIRTSCHAFTSVERBAND (1984): Leitfaden für den Natur- und landschaftsbezogenen Schutzwasserbau an Fliessgewässern, Wien.
- REGIONE EMILIA - ROMAGNA E REGIONE DEL VENETO (1993): Manuale Tecnico di Ingegneria Naturalistica, Bologna.
- SCHIECHTL, H.M. (1973): Sicherungsarbeiten im Landschaftsbau, München.
- SCHIECHTL, H.M. & STERN, R. (1992): Handbuch für naturnahen Erdbau, Wien.
- SCHIECHTL, H.M. & STERN, R. (1994): Handbuch für naturnahen Wasserbau, Wien.
- SCHLUETER, U. (1996): Pflanze als Baustoff - Ingenieurbiologie in Praxis und Umwelt, Berlin und Hannover.
- SCHLUETER, U. (1990): Laubgehölze, Ingenieurbiologische Einsatzmöglichkeiten, Berlin und Hannover.
- SCHWEIZERISCHER VERBAND FUER GEOTEXTILFACHLEUTE (1982): Referate der Geotextiltagung, Zürich.
- STERN, R. (1990): Ingenieurbiologische Sicherungsmassnahmen in steilen Gerinnen, Landschaftswasserbau 10, Wien.
- VEREIN FUER INGENIEURBIOLOGIE (1989 - 1999): Mitteilungsblätter Ingenieurbiologie, Horgen.
- ZEH, H. (1982): Verwendung von Geotextilien in der Ingenieurbiologie, Schweizer Baublatt 36, Zürich.



Bezugsadresse:
BBL, Vertrieb Publikationen, CH-3003 Bern
www.bbl.admin.ch/bundespublikationen
Bestellnummer: 804.306 d