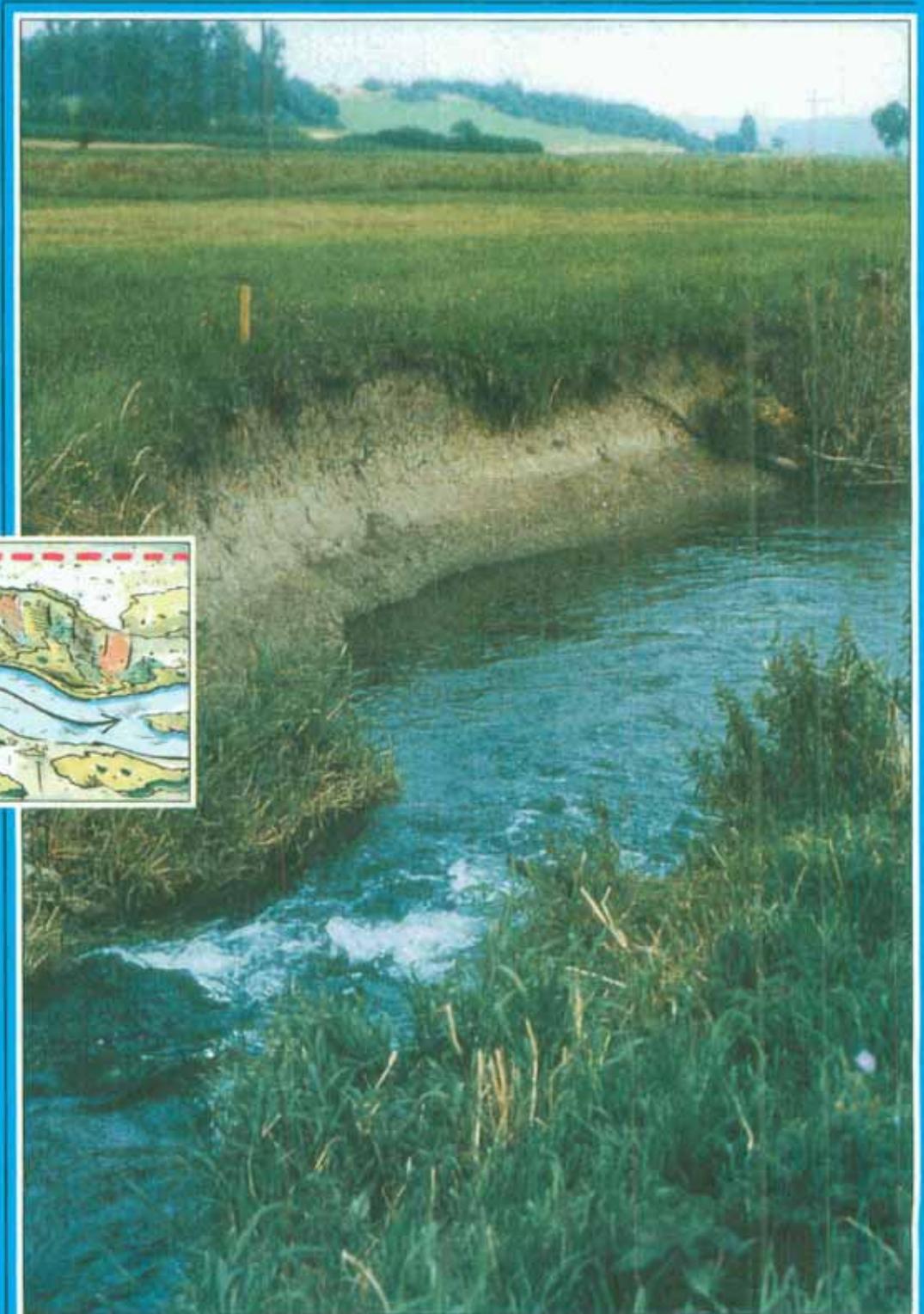
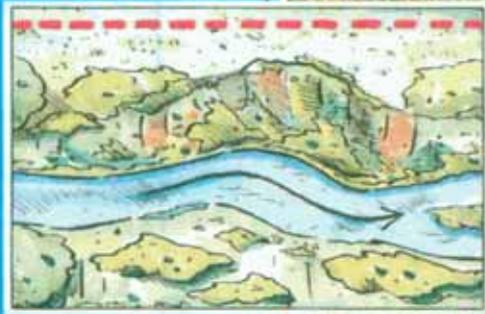


Handbuch Wasserbau

Naturgemäße Bauweisen

Ufer-
und Böschungs-
sicherungen

Holt 5



**Baden-
Württemberg**



Umweltministerium

Handbuch Wasserbau

Naturgemäße Bauweisen

Ufer- und Böschungssicherungen

Heft 5

erstellt von der vom Ministerium für Umwelt eingesetzten Arbeitsgruppe »Naturgemäße Bauweisen« unter Mitwirkung und Beratung von Klaus Kern, Karlsruhe.

Schriftleitung und Koordination: Holger Bareiß, Dr. Margarete Dohmann (Ministerium für Umwelt).

Mitglieder der Arbeitsgruppe: Bernhard Burkart (WBA Offenburg), Dr. Bernhard Fischer (Landesanstalt für Umweltschutz), Wolfgang Hauck (WBA Heidelberg – ASt. Buchen), Dr. Helmut Klepser (BNL Tübingen), Dr. Werner Lutz (Regierungspräsidium Tübingen), Jutta Mayer-Peters (WBA Karlsruhe), Wolf Pabst (WBA Waldshut), Günter Schade (WBA Besigheim), Joachim Striebel (Regierungspräsidium Freiburg).

Bildautoren: Dr. Axel Alf, Rolf Bostelmann, Dr. Ulrich Braukmann, Dr. Bernhard Fischer, Wolfgang Hauck, Gudrun Hinsenkamp, Klaus Kern, Klaus Klemm, Dr. Helmut Klepser, Dr. Werner Lutz, Rolf Mahr, Jutta Mayer-Peters, Ina Nadolny, Wolf Pabst, Günter Schade, Joachim Striebel, WBA Schwäbisch Hall.

**Baden-
Württemberg**



Umweltministerium

Impressum

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg
Postfach 10 34 39, 7000 Stuttgart 10
UM 01-93; Januar 1993

Gestaltung:

Maerzke, Attinger & Kranig Werbeagentur GmbH, Stuttgart

Bezugsquelle:

Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg
Griesbachstraße 3, 7500 Karlsruhe 21

Das Papier dieses Heftes ist nicht mit Chlor gebleicht.
Bei seiner Produktion entstehen keine CKW (chlorkohlen-
wasserstoffe)-haltigen Abwässer.

VORWORT



Die Rahmenbedingungen für den Wasserbau haben sich in den letzten Jahren tiefgreifend verändert. Was gestern noch als »Kleines-Einmal-Eins« galt, ist heute aufgrund neuer Erkenntnisse über die Auswirkungen und die Zusammenhänge in der Natur völlig zurückgedrängt. Wir haben gelernt, daß Wasserbau nicht ausschließlich nach technischen, sondern in gleicher Weise auch nach ökologischen Gesichtspunkten zu beurteilen ist.

Mit dieser Veröffentlichung liegt nunmehr eine Handreichung vor, die allen, die mit Wasserbau zu tun haben, die Entscheidungsfindung bei anstehenden Böschungs- und Ufersicherungen erleichtern soll.

Dabei ist grundsätzlich zu überprüfen, ob und in welchem Umfang bauliche Sicherungsmaßnahmen notwendig sind. Teilweise können durch entsprechenden Grunderwerb bzw. durch Entschädigungsleistungen mit der »Bauweise Null« Böschungs- und Ufersicherungen stark eingeschränkt werden oder sogar ganz entfallen.

Allen Mitwirkenden an dem vorliegenden Handbuch Wasserbau danke ich an dieser Stelle herzlich. Ich hoffe, daß dieses Werk mit zu einer naturnahen Entwicklung unserer Flüsse und Bäche beitragen wird.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Harald B. Schäfer'.

Harald B. Schäfer
Umweltminister
Baden-Württemberg

INHALT	Teil I – Einführung	8
	1 <u>Leitbild naturnahe Bäche und Auen</u>	10
	1.1 Naturnahe Gewässer in der Landschaft Quellbach und Oberlauf, Vielfalt der Strukturen, Prall- und Gleitufer, Pflanzen im Wasser, Auen, Dynamik und Stabilität, Vielfalt der Gewässer	
	1.2 Eingriffe des Menschen und die Folgen	16
	1.3 Naturgemäße Gewässergestaltung	17
	2 <u>Grundsätze zur Anwendung naturgemäßer Bauweisen</u> ...	18
	3 <u>Auswahl der Bauweisen</u>	20
	3.1 Grundlagen	20
	3.2 Böschungfußsicherung	22
	3.3 Böschungs- und Vorlandsicherungen	22
	Anwendungsbereiche naturgemäßer Bauweisen nach anstehendem Untergrund	23
	4 <u>Kosten</u>	24
	5 <u>Pflege und Entwicklung</u>	24
	6 <u>Hinweise zur Gehölzpflege</u>	25
	6.1 Ziele der Gehölzpflege	25
	6.2 Die Fertigstellungspflege	28
	6.3 Die Entwicklungs- und Bestandspflege	28
	6.4 Faustregeln	29
	6.5 Schlagworte	30

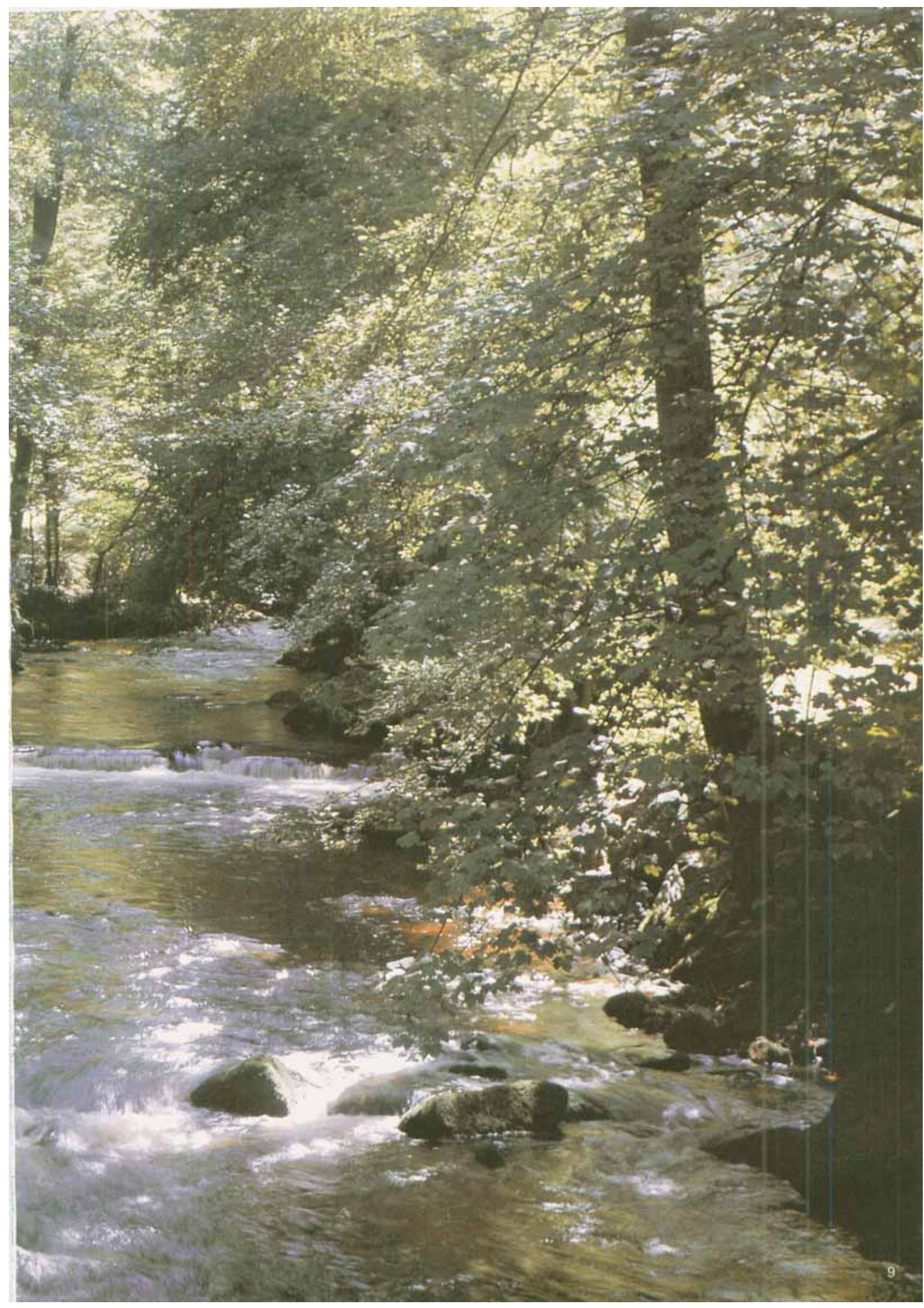


Teil II – Vorbemerkung zu den Bauweisen	32
1 Bauweise »Null«	34
2 Gehölzpflanzungen	38
3 Röhrichtpflanzungen	42
4 Anlage von Grasflächen	46
5 Weidenstecklinge	50
6 Weidenspreitlage	54
7 Fichtenspreitlage	58
8 Flechtwerke	62
9 Faschinenwalzen	66
10 Stangenverbau	70
11 Rauhbaum	74
12 Pfahlbuhnen	78
13 Steinschüttungen	82
14 Rähnenbauweise	86
15 Naturgemäße Blockbauweise	90
16 Felsbankbauweise	94
17 Sohlensicherung mit drei Kornfraktionen	98



Teil I Einführung

Die Gewässer in der Naturlandschaft entwickelten sich über Jahrtausende und wurden von Geologie, Relief und Klima bestimmt. Eine Vielzahl von gewässer- und auentypischen Lebensräumen ging durch steigende Ansprüche in der Kulturlandschaft verloren. Neuerliche Ufer- und Böschungssicherungen sollten deshalb auf das unbedingt erforderliche Maß begrenzt und in naturgemäßer Weise ausgeführt werden; d. h., die Bauweisen und Materialien sollen sich in Art und Größe an den natürlichen Standortbedingungen orientieren und gewässerspezifische Lebensräume mit ihrer charakteristischen Dynamik fördern.



1. Leitbild naturnahe Bäche und Auen

1.1 Naturnahe Gewässer in der Landschaft

Quellbach und Oberlauf

Bäche und Flüsse durchziehen die Naturlandschaft wie ein fein verästeltes Adernetz. Unzählige Rinn-
sammeln Wasser, um Quellbäche
und Oberläufe zu speisen. Im Som-
mer häufig versiegend, können sie
nach Regengüssen rasch anschwel-
len und – z. B. im Schwarzwald und
Odenwald – große Mengen Gerölle,
Kies und Sand, aber auch Stämme,
Äste und Zweige mit sich führen. Von
Natur aus meist vollständig beschat-
tet, in schmalen Tälern kaum von
einer Aue begleitet, bieten sie an
sauerstoffreiche, nährstoffarme und
kühle Gewässer gebundenen Klein-
organismen und Fischarten einen
Lebensraum. Bei hohem Gefälle folgt
ihr Lauf im wesentlichen der Tallinie,
weicht größeren Wurzelstöcken und
Blöcken aus, wodurch häufig Bett-
verzweigungen entstehen. Zahlrei-
che kleinere Hindernisse aus Astwerk
und Geröllen bilden Querriegel und
gliedern den Bachlauf in eine dichte



Quellbach im Buntsandstein.



Sand- und Kiesablagerungen eines
Bergbaches im Buntsandstein.

Folge von kleinen Abstürzen und
Becken. Die in Kerbtälern oft steilen
Ufer werden von Hochwald gesäumt,
der aber erst bei größerer Bachbreite
gewässertypische Pflanzen aufkom-
men läßt.

Vielfalt der Strukturen

Im weiteren Verlauf wird der Bach-
querschnitt breiter und flacher; bei
breiterem Talboden und hoher Ge-
schiebefracht bilden sich temporäre
Geröllablagerungen oder -umlage-
rungen, die zu Verzweigungen des
Laufs führen können. Engstellen mit
Stromschnellen wechseln mit ruhig
durchströmten breiten Bereichen ab.
Grobe Gerölle, aber auch Feinsande
bilden die transportierten Feststoffe.
Bei zurückgehendem Hochwasser-
abfluß werden sie dort abgelagert,
wo die Transportkraft der Strömung
nicht mehr ausreicht, das Korn wei-
terzubewegen. So finden wir Fein-
sand in Gumpen und an Uferberei-
chen neben reinen Kiesbänken und
Grobschotterablagerungen.



Geröllablagerungen eines Bergbaches
im Oberlauf.

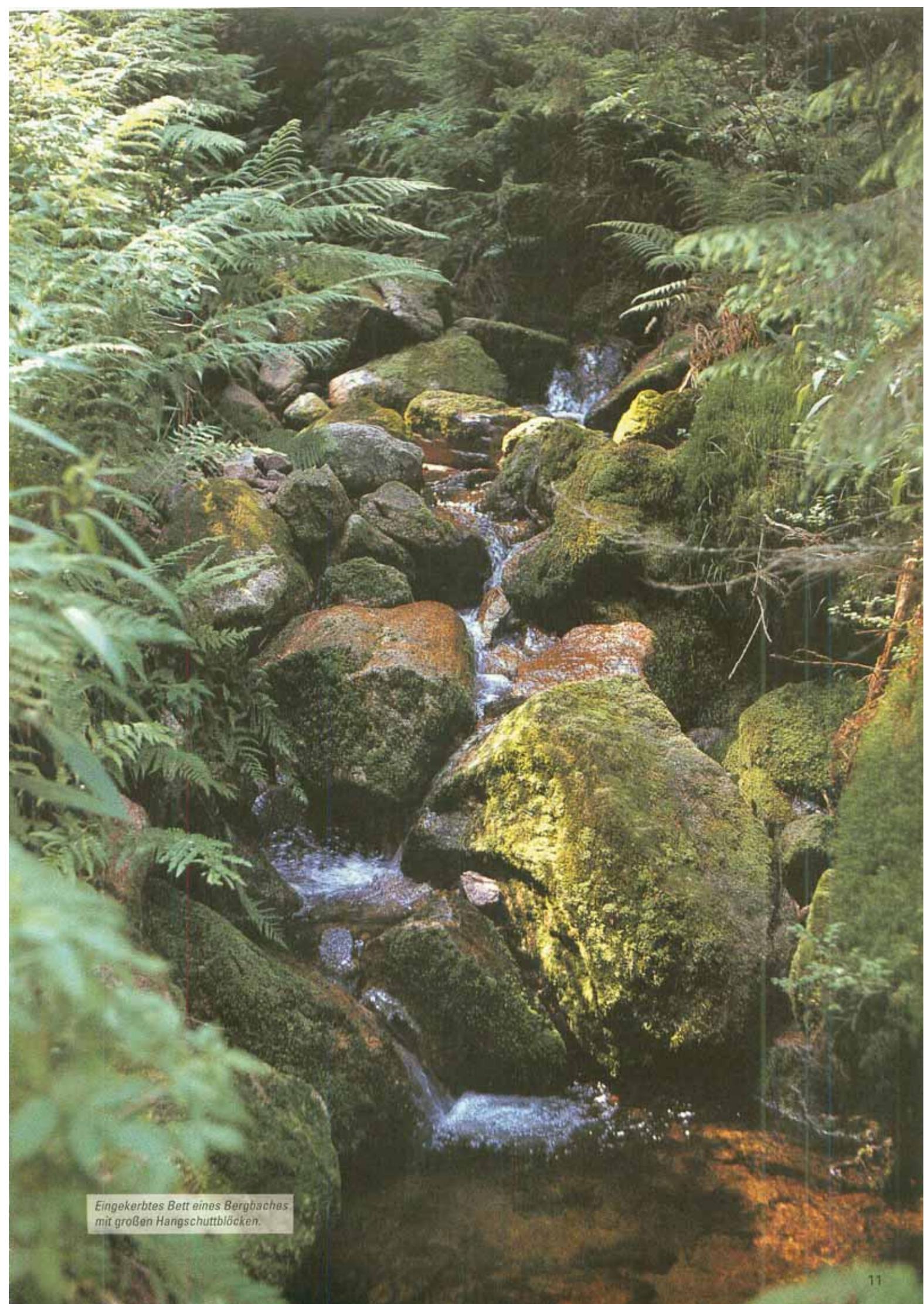


Eintagsfliegenlarve (*Epeorus sylvicola*).

Die Vielfalt der Substrate und Struk-
turen ermöglicht ein reiches Wasser-
leben: Fische stehen in Gumpen und
Uferkolken, die Brut von Kieslaichern
gedeiht in ständig durchströmten
Kiesanlandungen, eine Vielzahl von
Insektenlarven lebt an der strö-
mungsabgewandten Seite von Stei-
nen auf der Sohle und im schwach
durchströmten Sohlenkörper. Der
Wurzelfilz von Ufergehölzen und ins
Wasser gefallene Äste bieten eben-
falls Unterschlupf.



Wurzelwerk einer Schwarzerle.



*Eingekerbtes Bett eines Bergbaches
mit großen Hangschuttblöcken.*



Mäandrierender Flachlandbach.

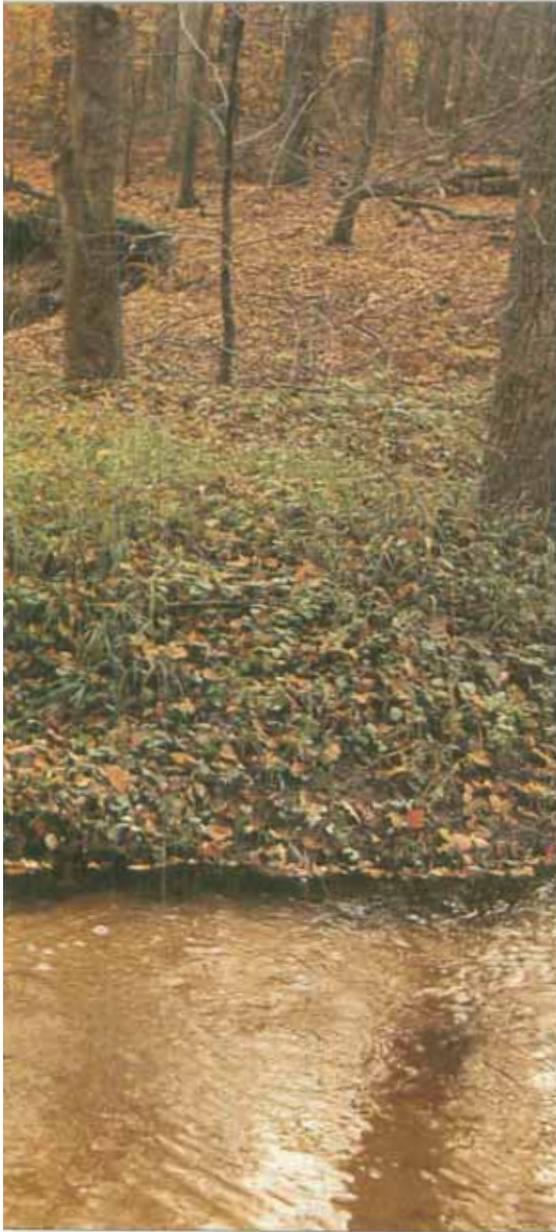
Prall- und Gleitufer

Mit weiter sich verringerndem Gefälle verstärken sich die Verlagerungstendenzen durch Seitenschurf. Zugleich nimmt die Transportkraft ab, und die Feststoffkörner werden kleiner: Kies, Sand und Schluffe bedecken die Sohle, deren Relief vom Pendeln des Stromstriches geprägt wird. Die Schwingungen des Laufes werden ausladender, immer deutlicher bilden sich Prall- und Gleitufer aus. Seichte Furten bilden den Übergang zum Gegenbogen. Die zum Außenufer gerichtete Strömung unterspült den Böschungsfuß und führt häufig zu steilen Uferabbrüchen.

Wurzelgeflecht von Erlen und Weiden, oft in Kombination mit Eschen, schützen den anstehenden Boden vor Ausspülung. Entstandene Lücken durch Absterben eines Baumes oder durch Windwurf begünstigen Uferabbrüche und Hinterspülungen. Umgefallene Bäume mit angesammeltem Treibholz können Verklausungen bilden, die das Gewässer zwingen, einen neuen Weg zu finden.



Geschlossener Ufergehölzsaum im Hügelland.



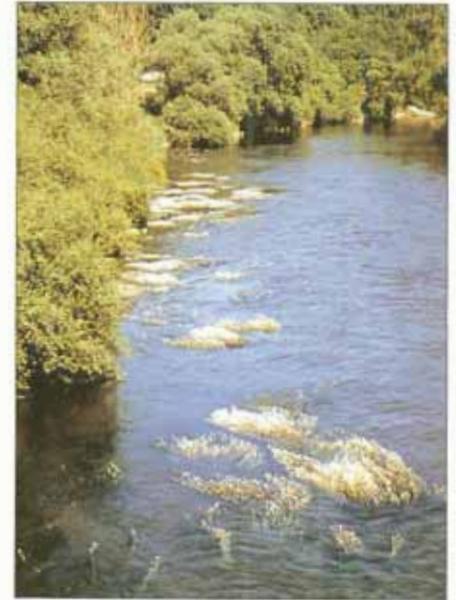
Mit Wasserlinsen bedeckter, nahezu stehender Flachlandbach.



Sumpfdotterblumen an einem Bergbach.

Pflanzen im Wasser

In besonnten Bereichen besiedeln Wasserpflanzen bei geringerer Fließgeschwindigkeit die Sohle. Sie können Auflandungen verursachen und Auskolkungen bewirken und so die Sohle strukturieren. Sie sind Nahrungsquelle, Siedlungssubstrat und Unterstand für die Tierwelt im Wasserkörper. Röhrichte breiten sich auf sonnigen Standorten aus, sei es in der Wasserwechselzone oder an sonst geeigneten Stellen des Gewässerraums.



Flutender Hahnenfuß.



Bei genügend Sonneneinstrahlung können sich in der ganzen Sohle Wasserpflanzen ausbreiten.



Grafrösche unterwegs zum Laichgewässer.



Überflutetes Auwaldgebiet an einem Bach im Hügelland.



Auenwald an der Wutach.

Auen

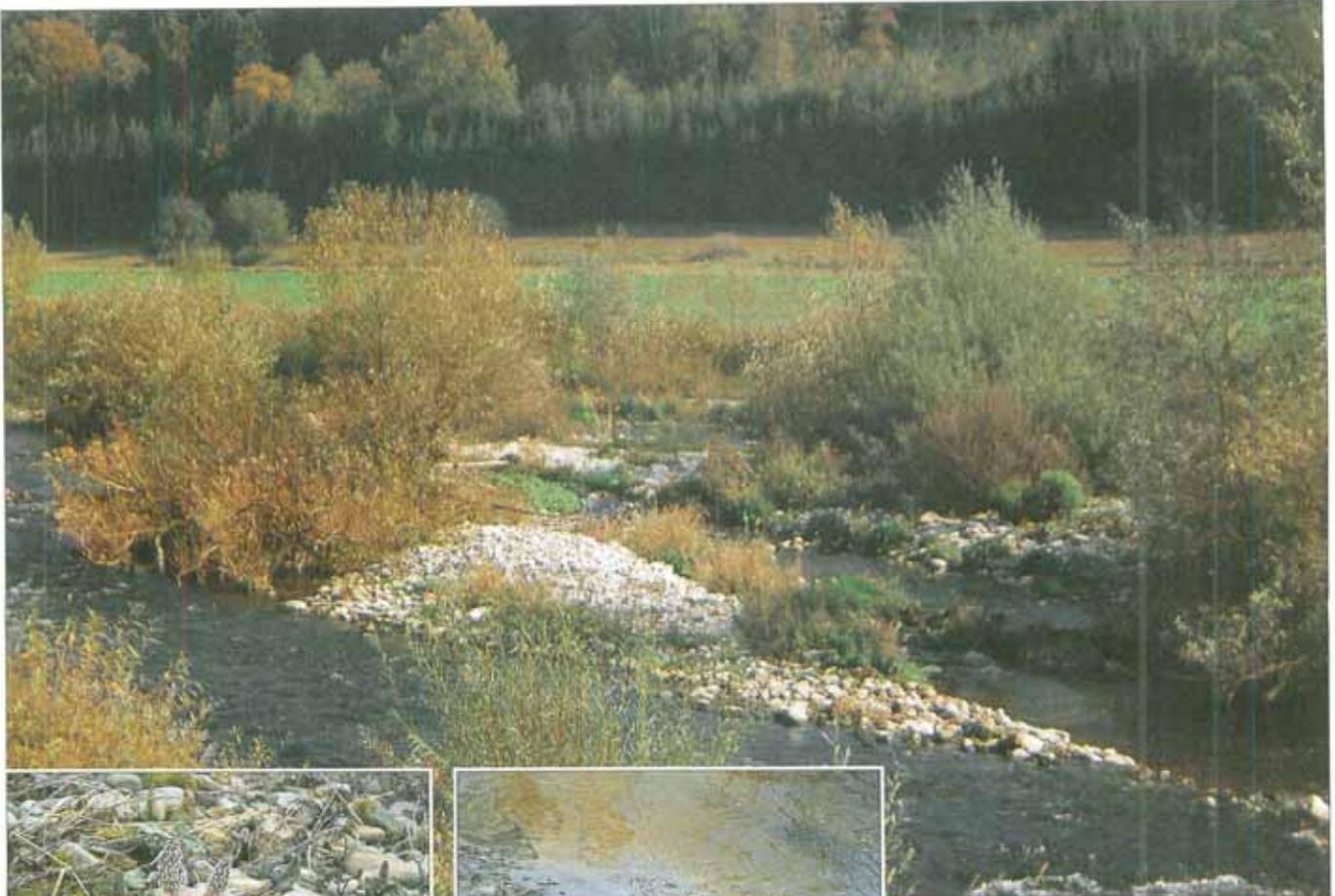
In flachen Tälern können sich breite Auen ausbilden, in denen frühere Gewässerläufe ihre Spuren hinterlassen haben: Verlandende Altwasser, feuchte Senken, mächtige Auelehmablagerungen und Terrassen. Sie zeugen von den stetigen Veränderungen der Gewässerlandschaft. Zu dieser morphologischen Vielfalt gehört die Unterschiedlichkeit der Böden: Grobkörnige, stark durchlässige und deshalb extrem trockene Standorte sind charakteristisch für ufernahe Bereiche geschiebeführender Flüsse; feinkörnige Sedimente bilden den staunassen Auelehm der gewässerfernen Bereiche.

Dynamik und Stabilität

Die Dynamik ist charakteristisch für die natürlichen Lebensräume der Gewässer und Auen. Sichtbar ist die Fließbewegung des Wassers, das Nährstoffe und Sauerstoff transportiert. Augenfällig sind auch Auskolkungen und Auflandungen etwa durch Seitenschurf. Nur erahnen können wir meist die Bewegung der Feststoffe: Das Rollen und Rutschen großer Blöcke, das Über-die-Sohle-Springen einzelner Steine, die Wanderung der Sand- und Kiesbänke und die Verteilung der Feinpartikel. Diese setzen sich in der Aue ab und heben über Jahrhunderte hinweg die Talböden an. Das Auf und Ab der Wasserstände mit Überflutungen und die Bewegung der Feststoffe schaffen die Bedingungen für das Pflanzenwachstum: Ständiger Neubeginn der Vegetationsfolge mit Pionierpflanzen auf frischen Anlandungen oder frei-



Pestwurzflur.



Blühende Pestwurz.



Feinsediment.

Weiden als Pioniergehölz.

Hinweise auf unterschiedliche Bach-
typen finden sich im Handbuch Was-
serbau, Heft 2, Leitfaden Naturnahe
Umgestaltung von Fließgewässern.

gespülten Rohböden, Ausbildung
von Weich- und Hartholzauen in Ab-
hängigkeit von der Höhe und Dauer
der Überflutungen, Verlandung von
Stillgewässern in der Aue.

Die gestaltende Kraft der Gewässer
führt in manchen Abschnitten zu
ständigen Umlagerungen des Sedi-
ments, zu Laufverlagerungen durch
steten Seitenschurf mit neuen Anlan-
dungen. Andere Gewässerstrecken
wiederum zeigen über Jahrzehnte
hinweg eine erstaunliche Stabilität.

Dagegen geschieht kontinuierliches
Eintiefen in Ober- und Mittelläufen
und Aufschottern von Talböden in
Mittel- und Unterläufen in der Natur

in geologischen Zeiträumen. Das
naturgegebene Erscheinungsbild un-
serer Gewässer entstand im Laufe
der letzten 10 000 Jahre mit dem Ab-
schmelzen der Gletscher. Erosionen
und Auflandungen von Gewässer-
sohlen innerhalb weniger Jahrzehn-
te sind vorwiegend auf menschliche
Einflüsse zurückzuführen.

Vielfalt der Gewässer

Die reich gegliederten Naturräume
Baden-Württembergs haben ganz
unterschiedliche Gewässertypen her-
vorgebracht. So unterscheiden sich
Bäche und Flüsse hügeliger Keuper-
landschaften wesentlich von denen
der Oberrheinebene, des Schwarz-
walds oder des Allgäus. Nur selten
sind die oben skizzierten Gewässer-
merkmale entlang eines einzigen
Bach- oder Flußlaufs zu finden.

Die Reste der Naturlandschaft sind
zu erhalten und zu schützen. Hierzu
gehören insbesondere nicht ausge-
baute Gewässer und gewässerbe-
gleitende Feuchtgebiete. Jedes Ge-
wässer ist Lebensraum für Tiere und
Pflanzen und auf Grund seiner linien-
förmigen Struktur auch Biotopver-
netzungselement. Je natürlicher das
Gewässer in Gestalt und Bewuchs
und je besser die Wasserqualität, um
so höher ist das Gewässer als Biotop
und Vernetzungselement zu bewer-
ten.

1.2 Eingriffe des Menschen und die Folgen

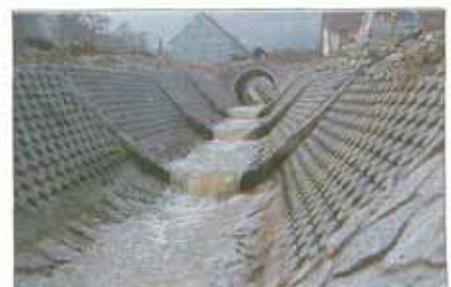
Nahezu unberührte Gewässerlandschaften finden wir in unserer intensiv genutzten Kulturlandschaft kaum noch. Schon die Römer legten künstliche Grabensysteme in der Oberrheinebene an, um Sümpfe zu entwässern. Viele Bäche im Schwarzwald wurden vor Jahrhunderten zur Flößerei ausgebaut. Im Hochmittelalter entstanden zahlreiche Mühlenbetriebe. Mit der Zunahme der Bevölkerung errichteten die Grundherrschaften im Spätmittelalter und in der frühen Neuzeit weitere Triebwerke. Um 1810 gab es allein in Württemberg 1910 Mahlmühlen. Die Aus-



Krautung der Sohle und Böschungsmahd.

dehnung der Siedlungsflächen und Industriegebiete, die Verdichtung der Verkehrswege sowie die Mechanisierung und Intensivierung der Landwirtschaft in den vergangenen Jahrzehnten formten schließlich das Bild unserer heutigen Landschaft. Erlen- und weidengesäumte Wiesenbäche mußten begradigten gehölzfreien, maschinell leicht zu unterhaltenden Vorflutern und Gräben weichen. Altwasser und Totarme wurden verfüllt und in die landwirtschaftlichen Produktionsflächen eingegliedert.

Kleinere Bäche wurden oft verrohrt oder ihre Sohle mit Betonschalen verbaut. Größere Fließgewässer erhielten zum Schutz des Querschnitts gegen Ausspülung in Beton versetztes Steinpflaster oder Raupflaster mit Erdfugen. Später kamen Drahtsenkwalzen und Drahtsteinmatten hinzu.



Der »Dorfbach« nach dem Ausbau (1975).



Frisch gemähter, regulierter Bachlauf.



Seitenschurf an der Gutach durch Hochwasser (Februar 1990).

Die Forderungen,

- ▶ Siedlungen vor Hochwasser zu schützen,
- ▶ Fließgewässer so auszubauen, daß die Fläche früherer Überschwemmungsgebiete gefahrlos zur Ausweitung der Siedlungen und Industriegebiete genutzt werden kann,
- ▶ in weiten Teilen des Landes mit Hilfe von Flurbereinigungen ein geregelttes Wege- und Gewässernetz zu schaffen und Grünland zu Ackerland umzubrechen,
- ▶ das Straßennetz dem erhöhten Kraftfahrzeugverkehr anzupassen und wesentlich auszudehnen,

fürten zu Maßnahmen, mit denen

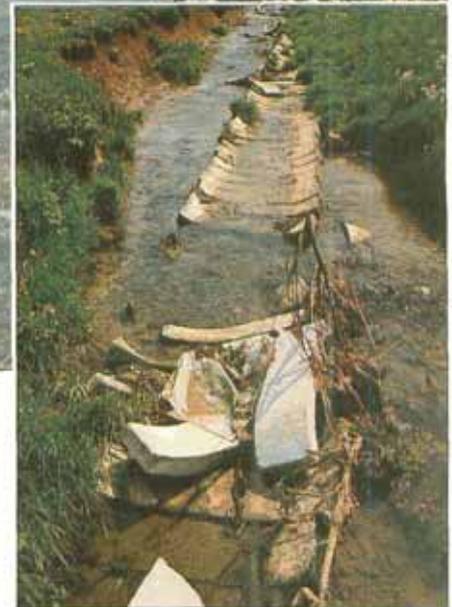
- ▶ die Gefälle sich vergrößerten,
- ▶ der Abfluß beschleunigt wurde,
- ▶ die Scheitel der Hochwasserwellen sich erhöhten,
- ▶ die Überschwemmungshäufigkeit der Auen verringert wurde,
- ▶ die Geschiebefrachten sich veränderten und
- ▶ die Schwebstofffrachten sich vergrößerten.

Weitreichende Verluste ökologisch hochwertiger Lebensräume sind die Folge, ebenso ein starker Rückgang der an Gewässer und Feuchtgebiete angepaßten Arten. Die Folgen sind in vielen Fällen auch Tiefenerosion, Auflandungen und Böschungsschäden. Der Ausbauzustand ist nur mit großem Aufwand zu erhalten. Zu den alljährlichen Unterhaltungsarbeiten kommt noch die immer wiederkehrende Beseitigung von Hochwasserschäden.

1.3 Naturgemäße Gewässergestaltung

Mit der Pflege der Gewässer in der Kulturlandschaft sollen unter Beachtung technischer Erfordernisse (Vorflut, Hochwasserschutz, Gewässernutzung u. a.) die ökologischen Funktionen und ihre landschaftliche Bedeutung gesichert und entwickelt werden. Neben der Reinhaltung der Gewässer bedeutet dies vor allem

- ▶ Wiederherstellung des natürlichen Abflußregimes,
- ▶ Schaffung von gewässertypischen Lebensräumen,
- ▶ Förderung der gewässereigenen Dynamik,
- ▶ Regenerierung von Auenstandorten.



Die Natur hilft sich selbst.

Die Umsetzung dieser Forderungen ist nur möglich, wenn den Gewässern mehr Platz in unserer Landschaft eingeräumt wird. Dann kann i. d. R. auf Ufersicherungsmaßnahmen verzichtet werden (siehe Bauweise »Null«).

Nur wenn der erforderliche Freiraum nicht zur Verfügung steht, sind Sicherungsarbeiten mit naturgemäßen Bauweisen einzusetzen, z. B. wenn

- ▶ stabile Böschungen hergestellt werden müssen,
- ▶ Tiefenerosion nur durch sohlenstabilisierende, konstruktive Maßnahmen verhindert werden kann.

Zur naturnahen Umgestaltung von Fließgewässern sei auf den gleichnamigen Leitfaden im Handbuch Wasserbau - Heft 2 verwiesen.

2. Grundsätze zur Anwendung naturgemäßer Bauweisen

Der Begriff »naturgemäße Bauweisen« drückt aus, daß die notwendigen technischen und ingenieurbio-
logischen Sicherungsmaßnahmen soweit wie möglich am naturgegebenen Gewässervorbild zu orientieren sind. Es gelten folgende Grundsätze:



Naturgemäß sind alle Bauweisen, die für dauerhafte Sicherungs- und Gestaltungsmaßnahmen ausschließlich Materialien, Materialgrößen und Pflanzenarten verwenden, die in dem jeweiligen Gewässerabschnitt auch natürlicherweise vorkommen.

Für vorübergehende Sicherungsaufgaben, insbesondere zur Anfangssicherung von Uferpflanzungen, können im naturgemäßen Wasserbau auch Materialien, Materialgrößen und Pflanzenarten verwendet werden, die nicht dem natürlichen Gewässertypus entsprechen, soweit sie sich in einem angemessenen Zeitraum schadlos vollständig zersetzen bzw. verdrängt werden.

Nicht naturgemäße Bauweisen dürfen nur verwendet werden, soweit die notwendigen Ufer-, Böschungs- oder Sohlensicherungen mit Bauweisen des naturgemäßen Wasserbaus nachweislich (z.B. durch Versuchsstrecken) nicht erreicht werden können.

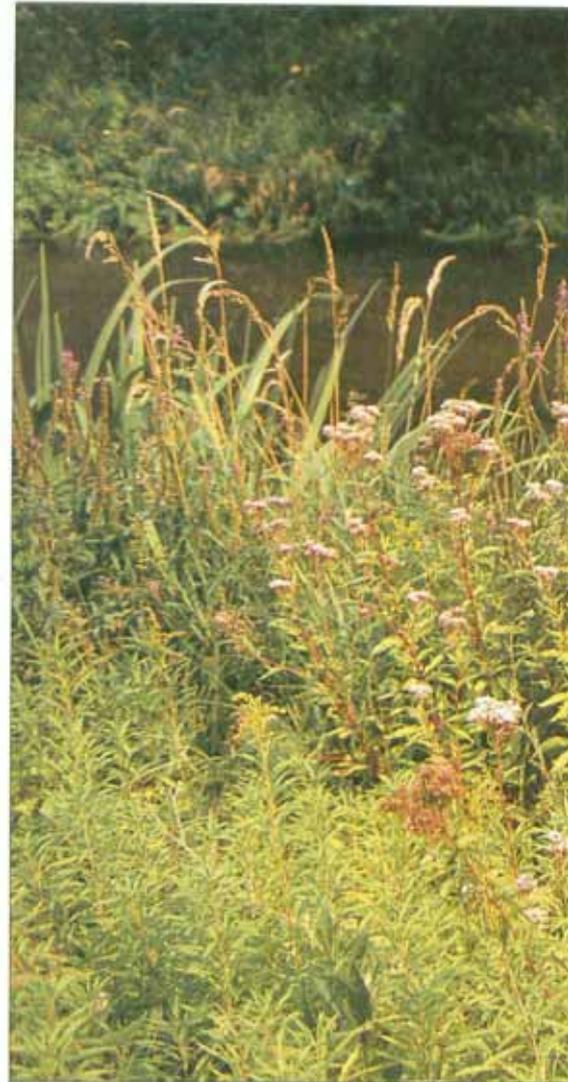


Artenreiche Ufervegetation.

Beim Einsatz naturgemäßer Bauweisen sind nur geringe Veränderungen im Fließgewässerökosystem zu erwarten. Obwohl die komplizierten Abläufe nicht in ihrem gesamten Zusammenwirken bekannt sind, weiß man beispielsweise, daß

- ▶ die Wurzelsysteme einen erheblichen Anteil an der Selbstreinigung haben,
- ▶ die Verwitterungsprodukte der Gesteine den Wasserchemismus beeinflussen,
- ▶ der Wasserchemismus für viele Tierarten ein entscheidender Milieufaktor ist,
- ▶ Röhrichte, Totholz, Weiden- und Erlenwurzeln ein wichtiges Siedlungssubstrat für bestimmte Organismen sind,
- ▶ Blätter standortheimischer Gehölze viel besser abgebaut werden als standortfremder,
- ▶ Beschattung übermäßigen Krautwuchs eindämmt und den Sauerstoffhaushalt verbessert,
- ▶ arten- und blütenreiche Hochstaudenfluren sowie Ufergehölze einen wertvollen Lebensraum für die Tierwelt darstellen,
- ▶ die verschiedenen Gewässertypen eine spezifische Tier- und Pflanzenbesiedlung aufweisen.

Die vorgenannten ökologischen Gesichtspunkte sind in der DIN 19 657 (»Sicherung von Gewässern, Deichen und Küstendünen« 1973) nicht im notwendigen Maße berücksichtigt. Die Vorgaben der DIN 19 657 sind insoweit einzuschränken.



Uferhochstauden an einem Altrheingewässer.



Blütenreiche Feuchtwiese an einem Bergbach.



Raupen des Kleinen Fuchs auf Brennessel.



Pioniervegetation auf frisch abgegrabener Bachau.



Die Gewässerdynamik als unverzichtbarer Gestaltungsfaktor naturnaher Gewässer hat Vorrang.

Die natürliche Entwicklung ist Pflanzungen und Ansaaten vorzuziehen.

Grundsätzlich ist immer zuerst zu prüfen, ob durch Erwerb eines angemessenen Randstreifens auf Ufersicherungen verzichtet werden kann (vgl. Bauweise »Null«).

Die Notwendigkeit der Anwendung von Sicherungsmaßnahmen ist zu begründen.



Vierflecklibelle.



Sumpfschwertilie.



Entwicklung innerhalb weniger Wochen.

3. Auswahl der Bauweisen

3.1 Grundlagen

Die Auswahl der Bauweisen hängt im wesentlichen von der Beanspruchung und den Gewässereigenschaften ab. Die Ufersicherung wird belastet durch

- ▶ die Stärke und Dauer des Strömungsangriffs (Fließgeschwindigkeit bzw. Schubspannung),
- ▶ die Häufigkeit der Überflutungen (Wasserstandsdauerlinie),
- ▶ Frosteinwirkung und
- ▶ Abrieb bei Geschiebetransport und Eisgang.

Der Bezug zum Wasserspiegel ist ein entscheidendes Kriterium für die Eignung der jeweiligen Bauweise.

Aus ingenieurbioologischer Sicht können drei Zonen unterschieden werden:

▶ Unterwasserzone

Dauernd unter Wasser liegender Bereich; hier ist der Böschungsfuß unterspülungsgefährdet. Bei geringen Wassertiefen kann sie vollständig durchwurzelt werden, keine Frostgefährdung.

▶ Wasserwechselzone

Häufig wechselnde, aber auch lang anhaltende Wasserstände, kann von Röhrichten bewachsen werden. Erosions- und Rutschgefährdung auch durch austretendes Grundwasser und bei schnellen Absenkungen durch Porenwasserüberdruck (bei rolligen Böden), Frost- und Verwitterungsgefährdung.

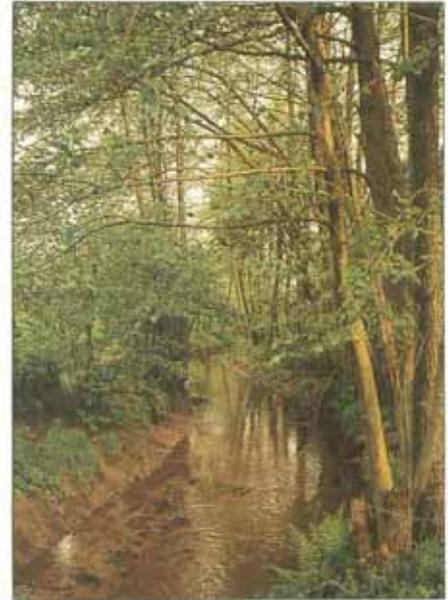
▶ Überwasserzone (Auenbereich)

Häufige bis sporadische Überflutungen geringer Dauer, von Kräutern, Gräsern und Gehölzen bewachsen, Rutschgefährdung vor allem bei ausgekolktem Böschungsfuß, in schwebstoffführenden Gewässern Auflandungen bei kleinen und mittleren Hochwassern.



Beispiele von Uferzonierungen.

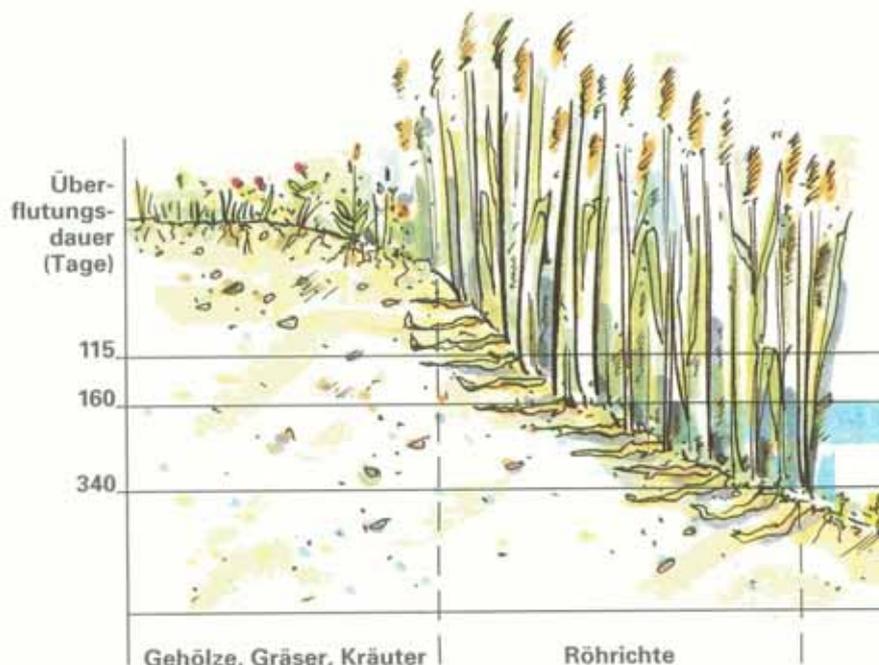
Während der Sommermittelwasserstand etwa mit der Grenze des Gras- und Krautwuchses übereinstimmt, kann der mittlere Niedrigwasserstand nur geschätzt werden, was jedoch in der Praxis ausreicht. Die Aussagekraft des Mittelwasserstandes ist begrenzt, da bei der Mittelbildung das gesamte Abflußgeschehen ein-



bezogen wird. In den Fließgewässern Baden-Württembergs wird der Mittelwasserstand durchschnittlich an nur 115 Tagen im Jahr überschritten und der Sommermittelwasserstand an 160 Tagen.

Bei kleineren Fließgewässern beträgt die Höhe der Unterwasserzone und Wasserwechselzone nur wenige Dezimeter und kann von standortgerechten Gehölzen in wenigen Jahren durchwurzelt werden. Bei Flüssen kann diese Spanne mehrere Meter betragen.

Ingenieurbioologische Uferzonierung



Die Wahl der Bauweisen muß auf die Gewässer-eigenschaften abgestimmt werden.

► Abflußregime

Bei Gewässern aus Mittelgebirgen (z. B. Schwarzwald, Odenwald, Allgäu, Schwäbische Alb) treten nach schneereichen Wintern häufig langanhaltende Frühjahrshochwasser auf. Flußbauarbeiten werden dadurch verzögert, also auch die Anwendung von Lebendbauweisen, wie z. B. Faschinenwalzen, Spreitlagen usw. Lange Niedrigwasserperioden führen dagegen nur selten zu Trockenschäden, da Erlen und Weiden nicht ausschließlich an nasse Standorte gebunden sind.

► Strömung

Die gefälleabhängige Fließgeschwindigkeit bzw. Schubspannung ist die Hauptursache für Erosionserscheinungen. Sie kann vor allem durch Strömungswiderstand von Sohle und Ufer beeinflußt werden. Dichte Gehölzpflanzungen setzen die Fließgeschwindigkeit im Böschungsbe- reich erheblich herab.

► Geschiebe

Die Gesteinsart und Korngröße des Geschiebes sind entscheidende Faktoren für die Verwendung naturgemäßer Steinschüttungen am Gewässer. Im naturgemäßen Wasserbau sollte das verwendete Steinmaterial dem im Sohlensediment oder im Uferbereich vorkommenden entsprechen und keine wesentlich größere Kornfraktion aufweisen.

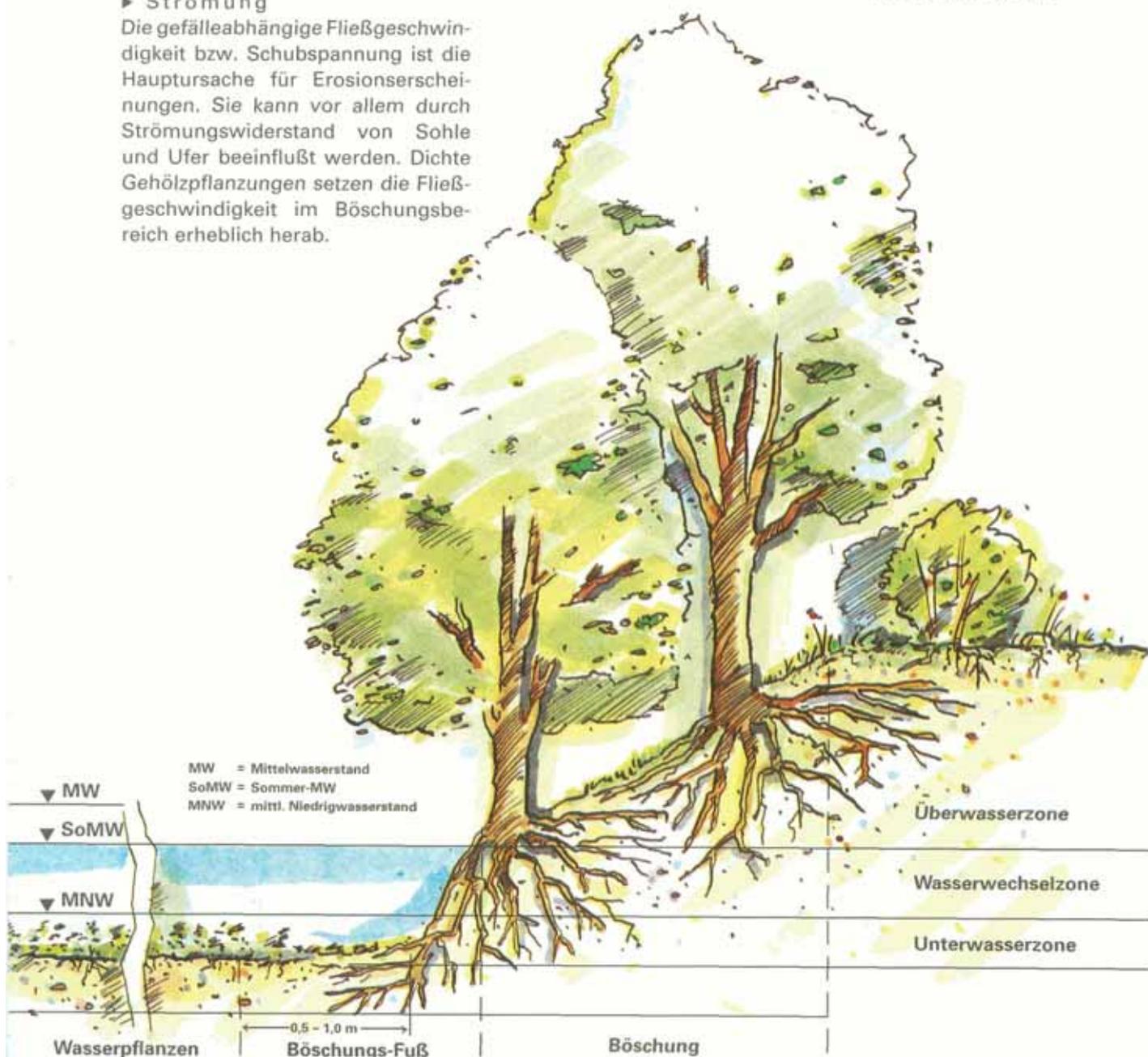
► Schwebstoffe

Die meisten Gewässer führen bei Hochwasser große Schwebstoffmengen mit sich, die sich im Uferbereich, auf Vorländern und auf Überflutungsflächen teilweise absetzen.

Einige Bauweisen nutzen diesen Umstand und fördern Anlandungen (Rauhbaum, Fichtenspreitlage). Bei stark schwebstoffführenden Gewässern muß damit gerechnet werden, daß sich auf flachen Böschungen Uferrehnen bilden und Bermen und Vorländer rasch auflanden.

► Eisführung und Treibgut
Treibeis und Treibgut kann Ufergehölze schädigen. Bei mehrreihigen Pflanzungen sind jedoch keine bedeutenden Schäden zu befürchten.

► Bodeneigenschaften
Nährstoffgehalt und Gefüge des Bodens bestimmen das Wurzelwachstum der Gehölze. Stark verdichtete Böden schränken beispielsweise die Wurzelbildung ein.



3.2 Böschungsfußsicherung

Die Böschungsfußsicherung hat die Aufgabe, Auskolkungen und Unterspülungen und damit ein Abrutschen der Böschung zu verhindern. Der Böschungsfuß reicht vom Sohlenbereich vor der Böschung bis zur Wachstumsgrenze der Pflanzen auf der Böschung (etwa SoMW).

Die auf lange Sicht optimale Sicherungsart des Böschungsfußes ist die Bepflanzung mit standortgemäßen Gehölzen im Bereich der Mittelwasserlinie. Die Wurzeln werden in den meisten Böden kaum hinter- oder unterspült, zumal wegen des i. d. R. besseren Nährstoffangebots die Böschung auch in Richtung Oberboden durchwurzelt wird. Feinkörniger Boden wird von Weiden wegen des größeren Feinwurzelanteiles besser fixiert als von Erlen.

Da die Gehölzwurzeln – je nach Standort – erst nach einigen Jahren den Böschungsfuß wirksam sichern können, müssen für die Zwischenzeit Übergangs- oder sogenannte Initialsicherungen vorgesehen werden (z. B. Faschinen, naturgemäße Steinschüttungen, ...).

Steinschüttungen sind nur dann naturgemäß, wenn sie vom Gesteinsmaterial und der Korngröße her den



Natürliche Böschung und Böschungsfußsicherung durch Weide, Erle und Esche.

gesetzt, so ist die maximale Korngröße nach dem bordvollen Abfluß bzw. dem Ausbauhochwasser zu bemessen.

Steinschüttungen können auch als Initialsicherungen verwendet werden; sie sind dann so zu bemessen, daß das Größtkorn bei größeren Hochwasser-Ereignissen transportiert werden kann. Zu beachten ist, daß in rückgestauten Gewässerabschnitten bei kleineren Abflüssen größere Beanspruchungen auftreten können. Nach diesen Kriterien ist der Einsatz von Steinschüttungen in Flachlandgewässern stark eingeschränkt.

Steinsatz ist keine naturgemäße Bauweise. Die Verwendung von Steinsatz ist nur bei sehr beengten Platzverhältnissen, z. B. im Siedlungsbereich, sowie als Blockbauweise im Wildbachverbau zulässig.

Böschungs- und Böschungsfußpflaster werden häufig an besonders beanspruchten Stellen eingesetzt (Einleitungen, Brückenbereiche u. a.). An ihrer Stelle sind grundsätzlich die ökologisch verträglicheren und weniger setzungs- und auskolkungsgefährdeten Steinschüttungen zu verwenden.

3.3 Böschungs- und Vorlandsicherungen

Böschungen, Bermen und Vorländer sind Gestaltungsformen des technischen Wasserbaus. Natürliche Gewässer haben vielgestaltige, unregelmäßige Ufer und mehr oder weniger ausgeprägte Auenbereiche mit charakteristischen Mulden, Aufschüttungen, Flutrinnen u. ä..

Böschungen, Bermen und Vorländer sind deshalb abwechslungsreich zu gestalten. Ökologische Bedeutung haben sie als Ersatzstandort für gewässertypische Pflanzen- und Tiergemeinschaften des Auenbereichs.

Eine gut verwurzelte Krautschicht kann Böschungs- und Vorlandflächen fast ebenso gut schützen wie Gehölzwurzeln. Bei stark erosionsgefährdeten Böden ist eine Initialsicherung besonders wichtig, auf die bei bindigen Böden i. d. R. verzichtet werden kann. Um eine Florenverfälschung zu vermeiden, sollten die Flächen nach Möglichkeit nicht eingesät, sondern der Sukzession überlassen werden. Ein Mutterbodenauftrag ist auch aus technischer Sicht fragwürdig, da die intensive Durchwurzelung auf den nährstoffreichen Oberboden beschränkt bleibt. Es besteht dann die Gefahr, daß bei einem großen Hochwasser die verwurzelte Deckschicht regelrecht aufgerollt wird.



Einbau einer Faschine zur Böschungsfußsicherung.

in der Gewässerstrecke von Natur aus vorkommenden Steinen etwa entsprechen. Die Verwendung von überdimensionierten Steinschüttungen entspricht nicht dem naturgemäßen Wasserbau. Werden Steinschüttungen zur dauerhaften Sicherung des Böschungsfußes einge-

Anwendungsbereiche naturgemäßer Bauweisen nach anstehendem Untergrund

Bauweise	Unterwasserzone	Wasserwechselzone	Überwasserzone	Bemerkungen
1 Bauweise »Null« Seite 34				bei allen Gewässern möglich
2 Gehölzpflanzungen Seite 38				bei vollentwickeltem Wurzelwerk bis ca. 0,6 m Wassertiefe (SoMW) Sicherung möglich
3 Röhrichtpflanzungen Seite 42				nur bei geringer Beanspruchung
4 Anlage von Grasflächen Seite 46				erst nach 1 – 2 Monaten wirksam
5 Weidenstecklinge Seite 50				wie Gehölzpflanzung
6 Weidenspreitlage Seite 54				bei hohen Beanspruchungen und Gewässern ab 2 m Sohlenbreite
7 Fichtenspreitlage Seite 58				fördert Anlandungen bei hoher Sedimentführung, gut kombinierbar mit Pflanzungen
8 Flechtwerke Seite 62				möglichst zusammen mit Gehölzpflanzungen
9 Faschinenwalzen				für Niedrigwassertiefen bis 30 cm, sonst mehrlagig
				oft in Kombination mit Totfaschinen; mittelfristige Sicherung bei Bildung eines Weidengebüschs
10 Stangenverbau Seite 70				nur auf kurzen Strecken mit Hinterpflanzungen
11 Rauhbaum Seite 74				bis 0,4 m Wassertiefe (SoMW) bei Sedimentführung
12 Pfahlbuhnen Seite 78				bis 0,5 m Wassertiefe (SoMW) bei starker Beanspruchung
13 Steinschüttungen Seite 82				bei Wassertiefen über 0,3 m (SoMW) und $v > 0,75$ m/s, i. d. R. nicht im Flachland, gut kombinierbar mit Pflanzungen
14 Rähnenbauweise Seite 86				Wildbachbauweise
15 Naturgemäße Blockbauweise Seite 90				Wildbachbauweise
16 Felsbankbauweise Seite 94				Wildbachbauweise
17 Sohlensicherung mit drei Kornfraktionen Seite 98				Wildbachbauweise, auch zur Sohlensicherung

Fraktion	Korndurchmesser in mm
Ton/Schluff	< 0,06
Sand	0,06 – 2,0
Kies	2,0 – 63
Steine	63 – 200
Blöcke	> 200

Anwendungsbereiche nach Kornzusammensetzung des Untergrundes; angegeben ist jeweils die Spannweite der empfohlenen Kornfraktionen.

4. Kosten

Jede naturnahe Gewässerumgestaltung ist eine Einzelfertigung, die je nach örtlichen Verhältnissen aus vielen Einzelleistungen besteht. Sowohl die Vielzahl der Einzelleistungen als auch regionale und konjunkturelle Einflüsse führen zu einer großen Schwankungsbreite der Kosten, so daß quantitative Angaben für die Kosten naturnaher Gewässerumgestaltungen nicht sinnvoll erscheinen. Aus diesem Grund werden hier nur die wichtigsten Kostenarten genannt. Dies sind in der Regel:

- ▶ Kosten für den Grunderwerb,
- ▶ Baukosten für die Gewässergestaltung wie Baustelleneinrichtungen und Wasserhaltung, Freimachen der Baustelle, Bodenaushub, Bodenauf- und -abtrag, Sohlen- und Uferbefestigung, Oberboden- und Unterbodenabdeckung, Bepflanzung,
- ▶ Baukosten für Einzelbauwerke (z. B. Sohlenstufen, Brücken, Durchlässe),
- ▶ Pflegekosten (mind. 2 Jahre),
- ▶ Entschädigungen (z. B. Flurschäden),
- ▶ Planungs- und Bauleitungskosten.

Quantitative Angaben für die verschiedenen Kostenarten können den Ergebnissen vorangegangener örtlicher Ausschreibungen entnommen werden.

Für die einzelnen Bauweisen können folgende Kostenfaktoren genannt werden:

- ▶ Kosten für Materialkauf bzw. Materialgewinnung,
- ▶ Transportkosten für das Einbaumaterial bis zur Baustelle,
- ▶ Einbaukosten.

Diese kostenbildenden Faktoren schwanken sehr stark in Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen, wie z. B. Verhältnisse am Gewinnungsort, Transportentfernungen, Verhältnisse an der Einbaustelle (Befahrbarkeit, Wasserführung, Hochwasserrisiko, Grundwasserandrang, Einsatzmöglichkeiten für Maschinen usw.). Ein weiterer wichtiger Kostenfaktor ist der Zeitaufwand (Maschinen, Arbeitskräfte) für die Herstellung der Bauweisen. Bei der Auswahl

der Bauweisen dürfen jedoch nicht die Kosten im Vordergrund stehen, sondern der Anwendungsbereich und die fachliche Beurteilung.

Zu diesen Herstellungskosten kommen die regelmäßig anfallenden Kosten für die Gewässerunterhaltung bzw. -pflege. Diese sind abhängig von der Art und Häufigkeit der Arbeiten und der Gewässergröße.

5. Pflege und Entwicklung

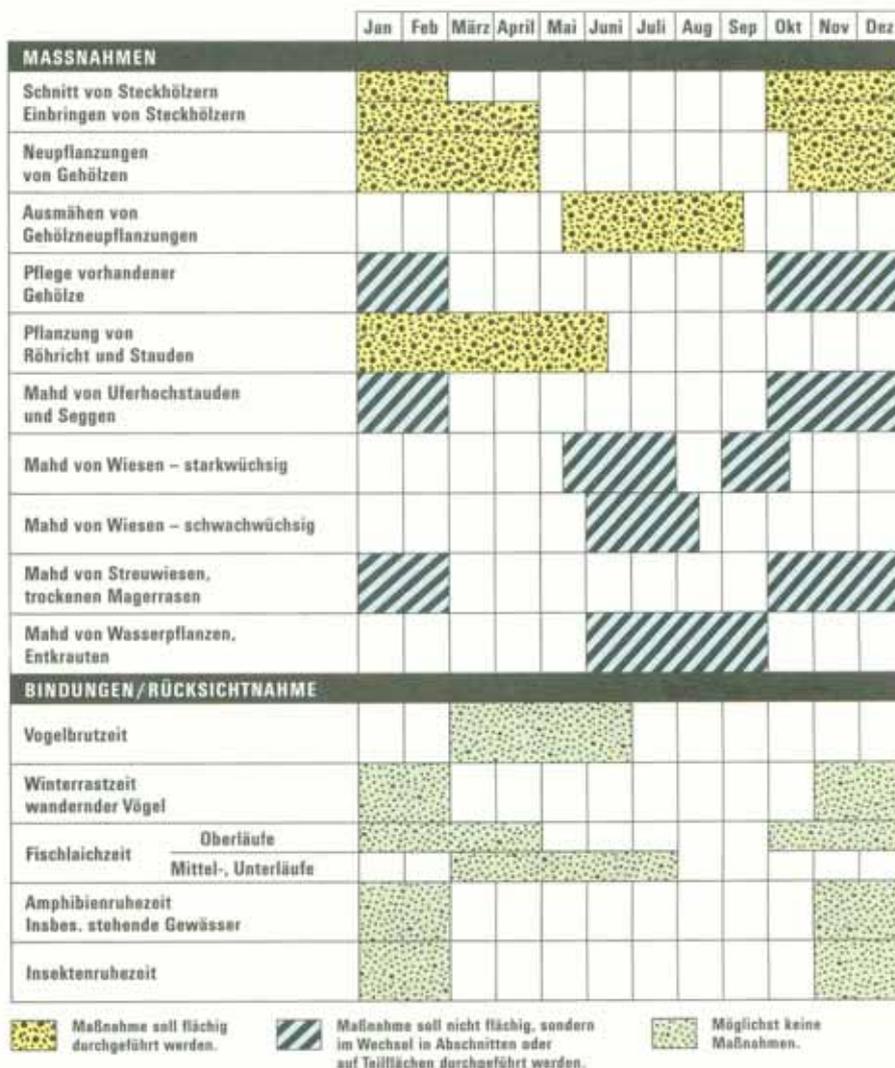
An die Bauarbeiten schließt eine in der Regel zweijährige Fertigstellungspflege für die Pflanzungen an. Danach muß der Bauabschnitt so unterhalten und gepflegt werden, daß die gewünschte Entwicklung bis zu

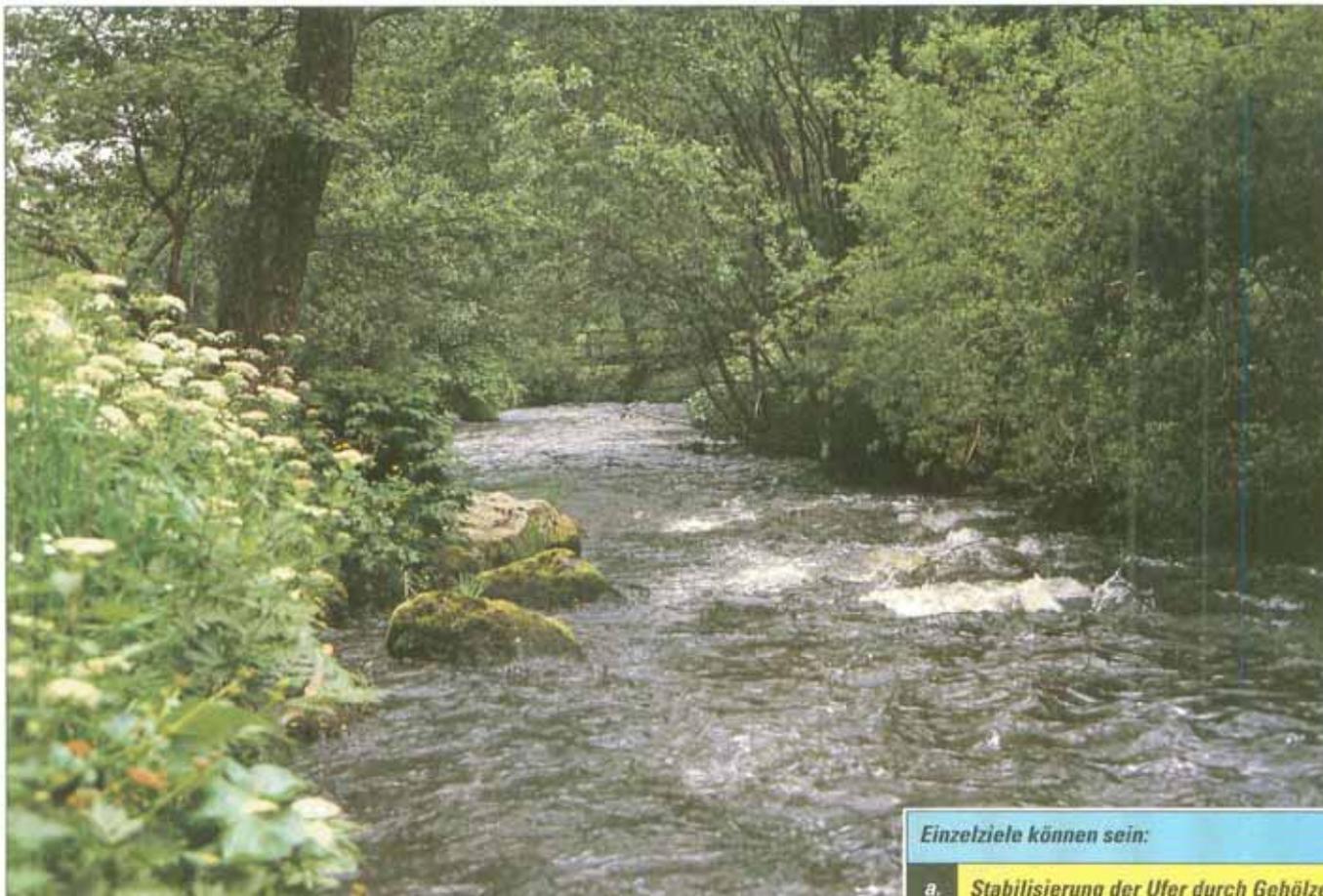
einem festzulegenden Bestandsziel eintreten kann. Bestandsziel kann beispielsweise ein Gewässersaumwald mit abgestuftem Altersaufbau sein, eine ständig verjüngte Erlengalerie, ein Kopfweidengürtel oder auch eine fest verwurzelte Grasnarbe. Zur Pflege von Gehölzbeständen werden unter Ziff. 6 Hinweise gegeben.

Neben der Pflege und Unterhaltung der Böschungs- und Vorlandflächen sind unter Umständen Nachbesserungen der Ufersicherungen vorzunehmen. Die erwünschte sparsame Verwendung von Steinschüttungen und die Dimensionierung der Korngrößen an der Grenze des Beweugungsbeginns kann zu örtlichen Fehlstellen führen, die kontrolliert und gegebenenfalls instandgesetzt werden müssen.

Orientierungsrahmen für Arbeiten am und im Gewässer

Der Zeitplan von Pflege- und Unterhaltungsmaßnahmen ist auf die verschiedenen Anforderungen von Wasserwirtschaft und Ökologie abzustimmen.





Einzelziele können sein:

a.	Stabilisierung der Ufer durch Gehölze
b.	Beschattung des Gewässers
c.	Biotopentwicklung und -vernetzung
d.	Landschafts- und Ortsgestaltung
e.	Umstellung eines standortuntypischen Bestandes

6. Hinweise zur Gehölzpflege

Die Gehölzpflege ist ein Teil der Gewässerunterhaltung, dem in Zukunft mehr Bedeutung beigemessen werden muß, da vorhandene Gehölzbestände auf Grund der rückläufigen Brennholzentnahme vielerorts überaltert sind.

Bei der Gehölzpflege müssen örtliche Gegebenheiten (Topografie, Abflußverhältnisse, Gewässergröße u. a.), das Landschaftsbild, Naturschutzbestimmungen und Nutzungsansprüche beachtet werden.



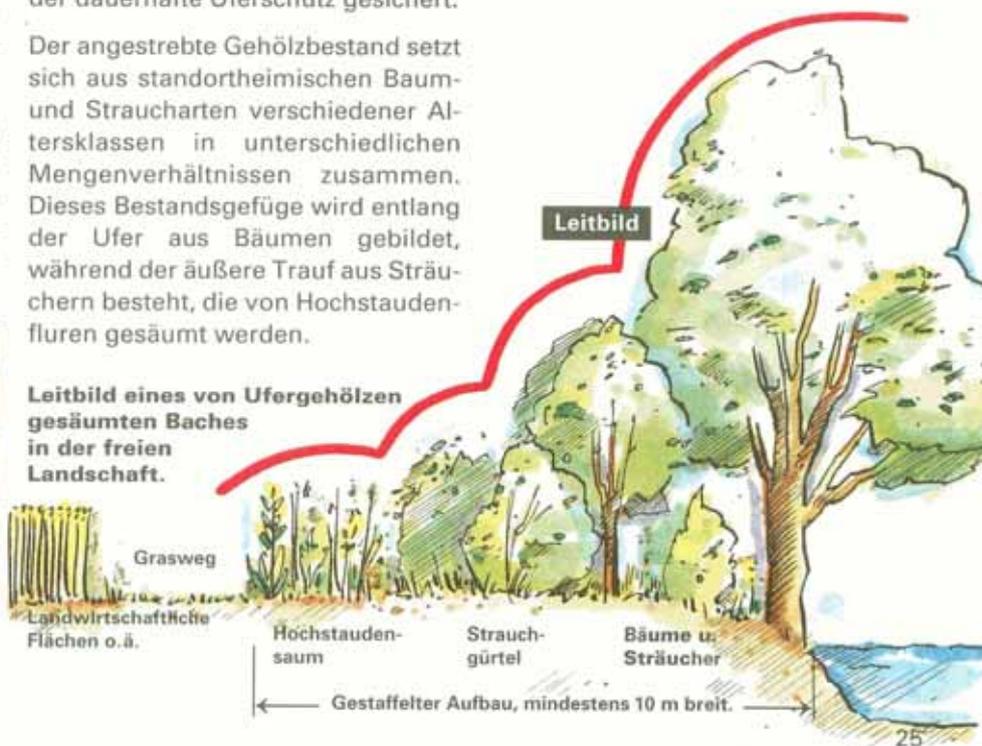
Traditionelle Nutzung der Ufergehölze.

6.1 Ziele der Gehölzpflege

Das Ziel der Gehölzpflege ist das Erhalten und Entwickeln eines standortheimischen Gehölzbestandes. Durch gezielte Verjüngung werden die Ufergehölze vor Überalterung und Artenverarmung geschützt und der dauerhafte Uferschutz gesichert.

Der angestrebte Gehölzbestand setzt sich aus standortheimischen Baum- und Straucharten verschiedener Altersklassen in unterschiedlichen Mengenverhältnissen zusammen. Dieses Bestandsgefüge wird entlang der Ufer aus Bäumen gebildet, während der äußere Trauf aus Sträuchern besteht, die von Hochstaudenfluren gesäumt werden.

Leitbild eines von Ufergehölzen gesäumten Baches in der freien Landschaft.





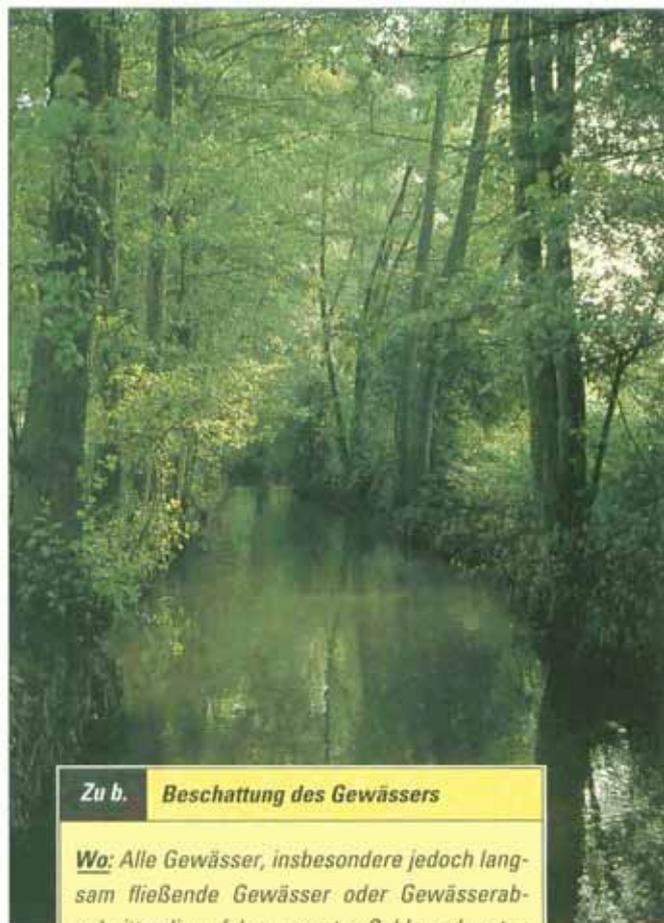
Zu a. Stabilisierung der Ufer durch Gehölze

Wo: Gewässer bzw. Teilstrecken eines Gewässers mit hoher Fließgeschwindigkeit, die ohne Sicherung zu Erosionen der Ufer führen würden.

Beachte: Erhalten vorhandener Wurzelstöcke, die das Ufer stabilisieren, besonders die Palisadenwurzeln der Schwarzerlen, durch:

- Erhalten und fördern junger, gesunder Gehölze.
- »Auf den Stock setzen« der Gehölze, die durch Windbruch bzw. Unterspülung umzustürzen drohen.

Auf eine flächendeckende Durchwurzelung der Böschungen mit Erlen- und Weidenwurzeln, im oberen Böschungsbereich auch Eschenwurzeln, achten. Eventuell nachpflanzen. Standorte dabei beachten.



Zu b. Beschattung des Gewässers

Wo: Alle Gewässer, insbesondere jedoch langsam fließende Gewässer oder Gewässerabschnitte, die auf der gesamten Sohle verkrauten können.

Beachte: Erhalten eines möglichst durchgehenden Kronendaches, indem die Lücken so kurz wie nötig gehalten werden und die Anzahl der Lücken bei Pflegemaßnahmen so begrenzt wird, daß ca. 2/3 der vorhandenen großen Bäume zur weiteren Beschattung stehen bleiben. Lückenzahl mindestens Höhe des angrenzenden Bewuchses. Keine Kahlschläge!

Den Bewuchs des südlichen Ufers zur Beschattung möglichst erhalten und für die Belichtungen junger Gehölze und Stockausschläge des Südufers größere Lücken am anderen Ufer schaffen.

Je breiter das Gewässer, um so höher müssen die Bäume sein, die zu entwickeln sind. Sträucher sind nur für die Beschattung sehr schmaler Bäche von Bedeutung.

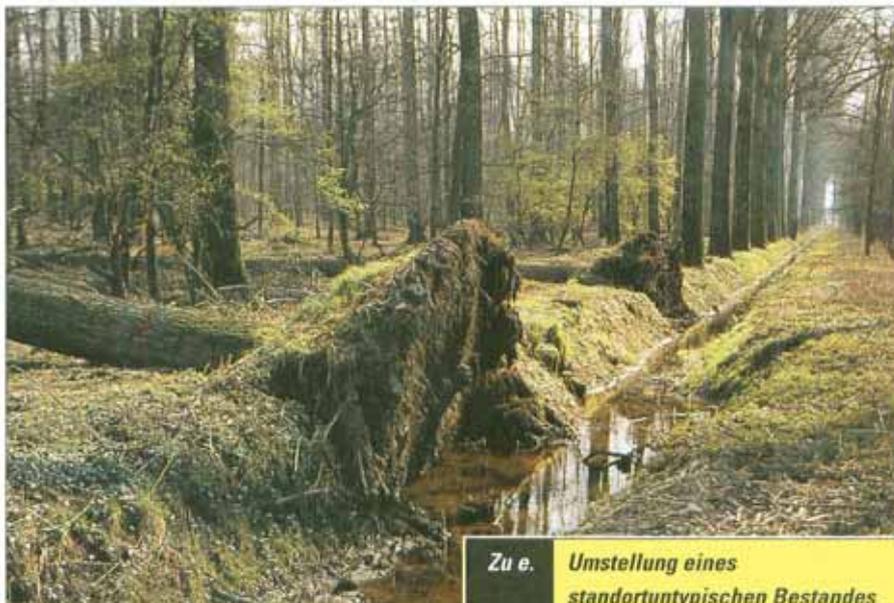




Zu c. Biotopentwicklung und -vernetzung

Wo: An allen Gewässern.

Beachte: Pflegemaßnahmen sind nur in Ausnahmefällen erforderlich, um den Bestand zu verjüngen und somit unterschiedliche Altersstrukturen zu schaffen.



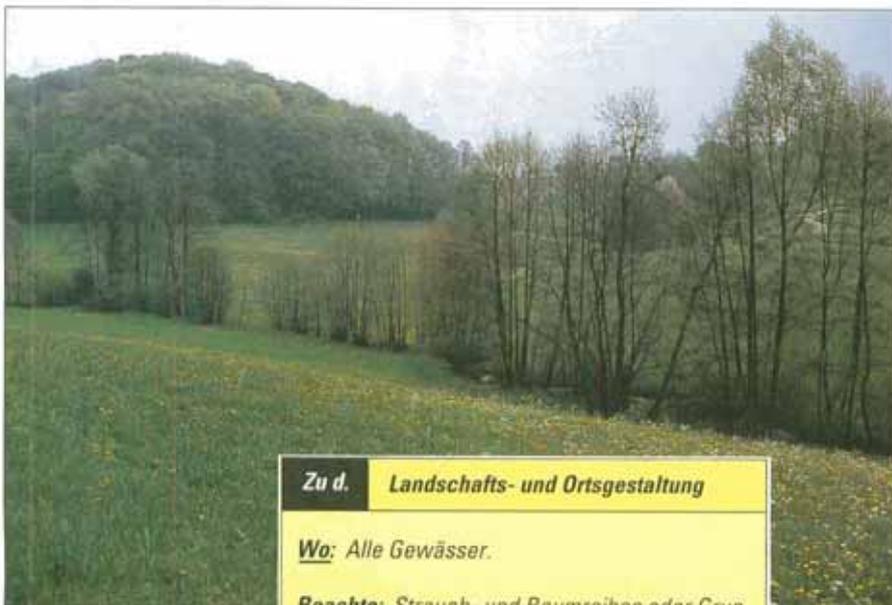
Zu e. Umstellung eines standortuntypischen Bestandes

Wo: Alle Gewässer, deren Uferbereiche mit standortuntypischen Gehölzen bewachsen sind.

Beachte: Klären, welche Gehölze standort- oder arealfremd sind und diese Gehölze vorrangig bei der Pflege entfernen.

Sind in einem Bestand nur vereinzelt untypische Gehölze vorhanden, so können diese in einem Pflegegang entfernt werden. Andernfalls sollte das Entfernen auf mehrere Jahre verteilt werden.

Pappelalleen sind abschnittsweise zu entfernen. Die Entnahme von Einzelbäumen erhöht die Windbruchgefahr.



Zu d. Landschafts- und Ortsgestaltung

Wo: Alle Gewässer.

Beachte: Strauch- und Baumreihen oder Gruppen aus Bäumen und Sträuchern prägen das Landschafts- oder Ortsbild.

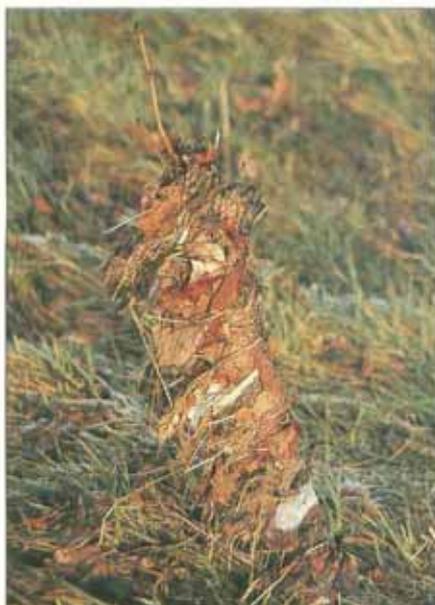
Im Bereich von Ortsrändern eine harmonische Eingrünung der Gebäude berücksichtigen. Die Einzelstammentnahme ist hier oft ratsam.

6.2 Die Fertigstellungspflege

Die Fertigstellungspflege erfolgt nach der Neupflanzung eines Gehölzbestandes und dauert bis zur Abnahme.

Sie umfaßt alle Leistungen nach der Pflanzarbeit, die zur Erzielung eines abnahmefähigen Zustandes von Pflanzungen erforderlich sind.

Die einzelnen Leistungen sind in der DIN 18916, VFW und VOB Teil C beschrieben.



Nach einem Hochwasser müssen junge Pflanzen vom Geschwemmsel befreit werden.



Bindematerial rechtzeitig entfernen!



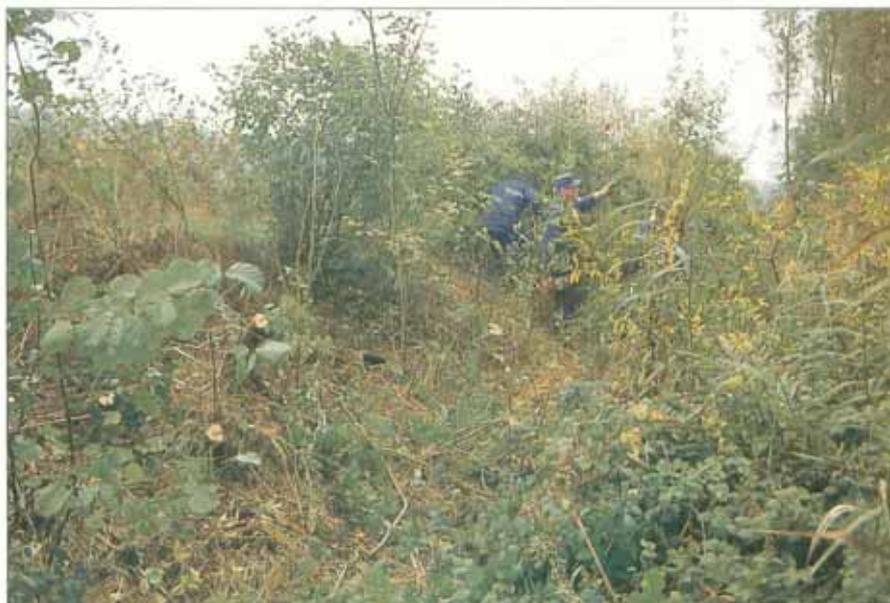
6.3 Die Entwicklungs- und Bestandspflege

Im engen Pflanzverband konkurrieren die Gehölze um Licht und Nährstoffe. Zunächst verdrängen die raschwüchsigen Pionierarten Erle und Weide einen Teil der übrigen Arten, bis sich ein Gleichgewicht eingestellt hat.

Ohne Pflege bleiben in der Regel – je nach Gewässertyp, Standort und Höhenlage – Erlen, Baumweiden und Eschen als Hauptbaumarten übrig.

In diesen Entwicklungsprozeß kann die Gehölzpflege steuernd eingreifen.

Mit dem Bepflanzungsplan ist ein Pflegekonzept aufzustellen. Dabei



Entwicklungspflege eines 5jährigen Bestands.

wird festgelegt, welche Ziele langfristig mit Pflanzung und Pflege erreicht werden sollen.

Die Zeitabstände richten sich nach diesen Zielen und hängen von den Standortbedingungen ab. Sie betragen in der Regel 5-10 Jahre. Die Gehölzpflege erfolgt in mehreren Abschnitten und über mehrere Jahre verteilt. Sie sieht entsprechend den gewünschten Zielen unterschiedlich aus.



Ziel ist ein abwechslungsreiches Ufer.



Lichtschneise für Neupflanzung. Damit die Neupflanzung genügend Licht erhält, wurden einige ältere Gehölze auf den Stock gesetzt.



Gut strukturierter Gehölzbestand.

6.4 Faustregeln

- ▶ Fristen des Naturschutzgesetzes, Schutzgebietsbestimmungen und Gewässerentwicklungs- und unterhaltungspläne beachten.
- ▶ Ist-Zustand erfassen, möglichst bei mehreren Begehungen zu verschiedenen Jahreszeiten, eventuell mit Vertretern anderer betroffener Behörden, Verbände oder Anlieger. Die zu entfernenden Gehölze kennzeichnen.
- ▶ Lichtverhältnisse beachten.
Für die Verjüngung so große Lücken schaffen, daß für einen mehrjährigen Zeitraum genügend Licht auf die Stockausschläge und Jungpflanzen fällt. Erfahrungswert: 1-3 mal so groß, wie die Höhe der Nachbargehölze. Die Einzelbaumentnahme ist sinnvoll, wenn ein zu entwickelnder Baum, z. B. eine Eiche oder Linde, mehr Platz benötigt, jedoch von Nachbarbäumen bedrängt wird.
- ▶ Jungwuchs fördern, aber auch alte Bäume erhalten, damit sich der Bestand aus vielen Altersstufen zusammensetzt.
- ▶ Im Abflußquerschnitt die Sträucher jung und elastisch erhalten, besonders die Fußschutzsträucher neben den älteren Bäumen.
- ▶ Nicht standortheimische Gehölze entfernen. Bei großen Beständen die Entnahme über mehrere Jahre verteilen.
- ▶ Auswirkungen auf das Landschaftsbild berücksichtigen.
- ▶ Totholz an geeigneten Stellen als Lebensraum belassen.





6.5 Schlagworte

► »Fußschutz«

Sicherung von Einzelbäumen mit Sträuchern, um das Ufer vor Auskolkungen zu schützen. Durch die vielen Triebe eines Strauches wird das durchströmende Wasser zerteilt und ein Teil der Strömungsenergie umgewandelt.

Die Triebe sind dauerhaft elastisch zu halten (pflegeintensiv).

► »Auf den Stock setzen«

Absägen eines Baumes oder Strauches ca. 20 cm über dem Erdboden.

Fast alle einheimischen Laubgehölze sind in der Lage, aus »schlafenden« Augen des verbliebenen Stockes neu auszuschlagen. Diese Fähigkeit nimmt jedoch mit zunehmendem Alter ab; bei den Schwarzerlen ab 30 Jahren. Bei Eschen und Hainbuchen setzt die Ermüdung des Ausschlagvermögens erst später ein.

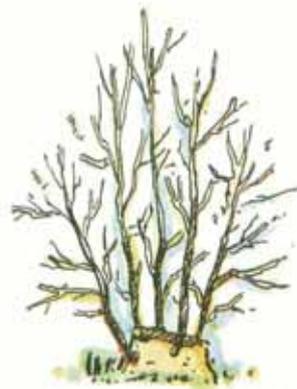
Beim Absägen ist darauf zu achten, daß die Schnittstelle glatt und leicht schräg ist, um Fäulnis zu verhindern.



Ca. 20 cm über dem Boden schräg absägen,



aus den schlafenden Augen erfolgt ein starker Neuaustrieb,



später eventuell aus hydraulischen Gründen auf 3-5 Stämme auslichten



Ein vom Umstürzen bedrohter Erlenstock konnte durch Stockhieb erhalten werden. Die intakten Wurzeln sichern weiterhin das Ufer.



3jähriger Stockausschlag einer Erle.



Junger Stockausschlag einer Weide.

»Auf den Stock setzen« eines Baumes



Kopfweiden direkt nach dem Schnitt.

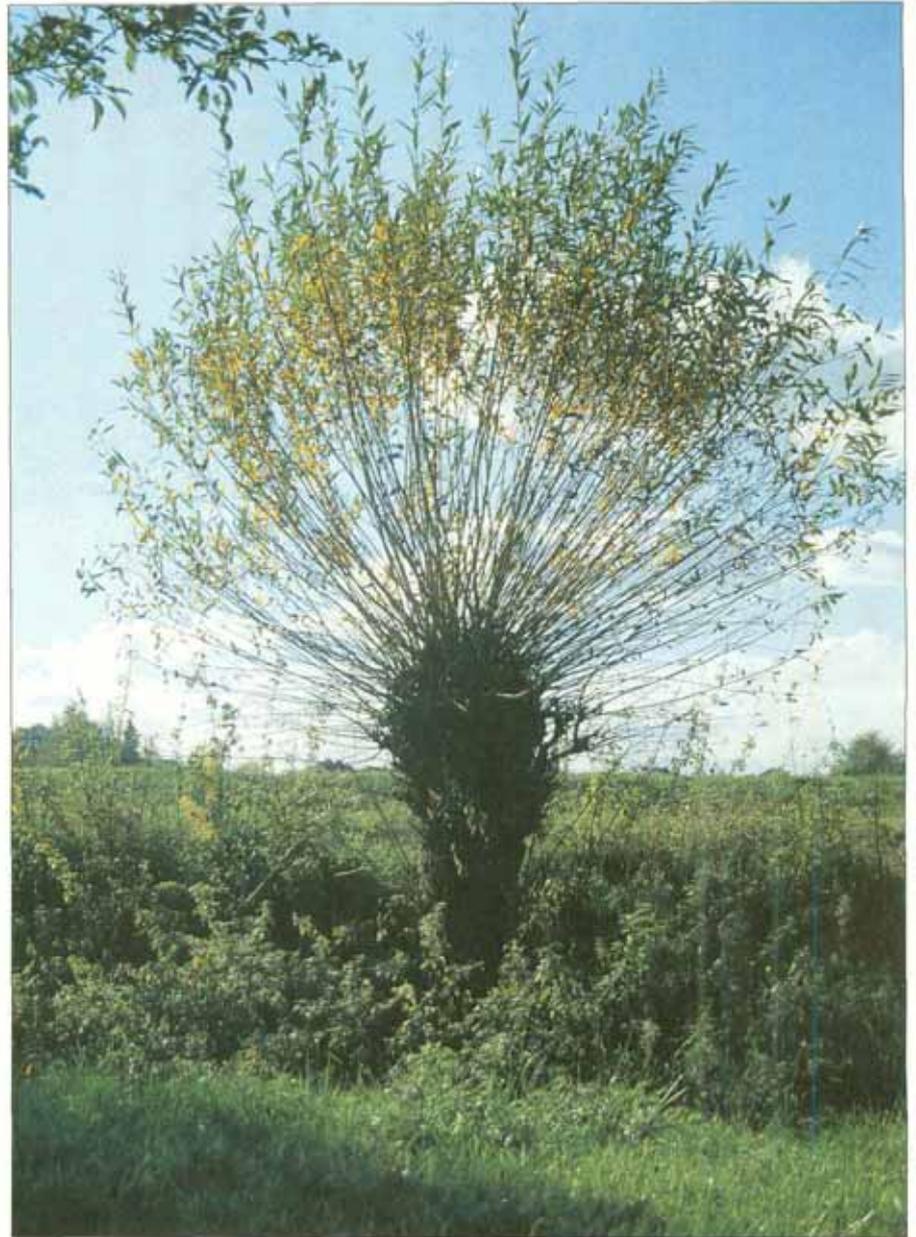
► »Kopfweiden«

Keine Weidenart, sondern eine durch vielfältige Nutzung beeinflusste Wuchsform. Sie wurden für die Faschinengewinnung, Korbflechterei und zum Rebenanbinden benötigt.

Bevorzugte Arten: Silber-, Korb-, Bruchweide.

Kopfweiden bedürfen der regelmäßigen Pflege. Mangelnde Pflege läßt einzelne Äste zu stark werden, die Bäume brechen schließlich unter der Last dieser Äste auseinander.

Die Pflege muß sich nicht notwendigerweise an der früheren Nutzung orientieren, sie soll jedoch spätestens dann gezielt einsetzen, wenn die Äste mehr als 20 cm Durchmesser erreichen. Selbstverständlich kann man auch dünnere Äste absägen, oftmals können gerade diese bei wasserbaulichen Maßnahmen verwendet werden.



Austrieb nach 2 Jahren.

Die Äste schneidet man möglichst nah am Kopf ab. Es ist immer der gesamte Baum zu behandeln. Es dürfen keine einzelnen Äste verbleiben, es sei denn, es handelt sich um leicht biegbare Ruten.

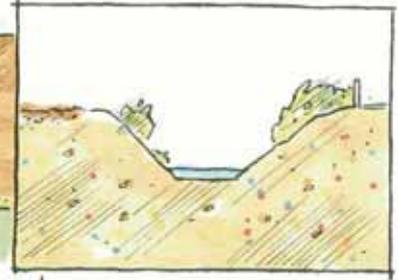
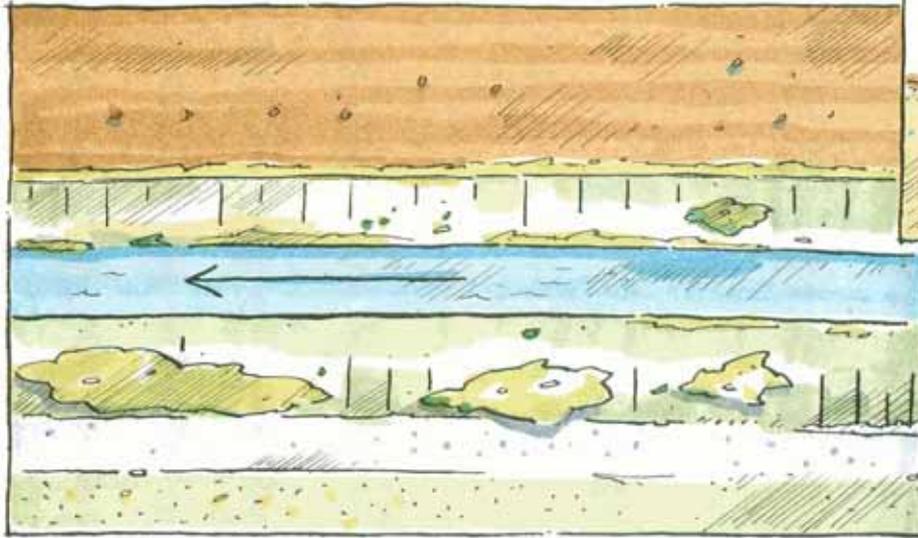
Neu gepflanzte Kopfbäume köpft man etwa 2 Jahre nach der Pflanzung in gut 2 m Höhe. Aus der Schnittfläche treibt ein Schopf von schlanken Zweigen aus, der dann nach 2-4 Jahren wieder komplett zurückzunehmen ist.

Teil II Vorbemerkung zu den Bauweisen

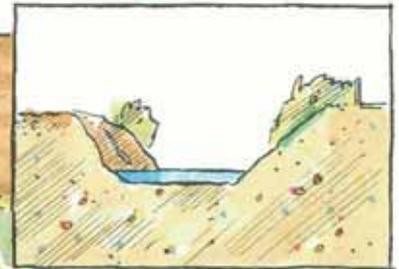
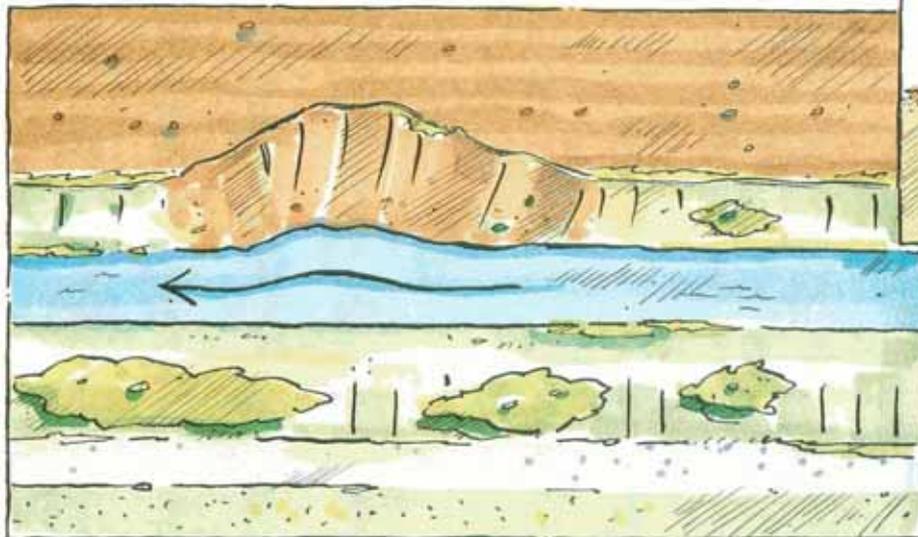
Die nachfolgenden Bauweisenbeschreibungen sind keine Patentrezepte für naturgemäßes Bauen. Viele der beschriebenen Ufer- und Böschungssicherungsmethoden beruhen auf jahrzehntelangen Erfahrungen im Flußbau, mit einigen wurde Neuland beschritten; insofern ist dieses Handbuch auch als eine Weiterentwicklung flußbaulicher Methoden zu verstehen, die in der Praxis zu erproben sind. Welche Bauweise erforderlich und angemessen ist, kann nur nach genauer Kenntnis der Gewässereigenschaften entschieden werden. Die fachgerechte Anwendung naturgemäßer Bauweisen ermöglicht im Gegensatz zu rein technischen Sicherungsmethoden eine naturnahe Entwicklung. Diese erfordert jedoch in vielen Fällen weitergehende Pflege- oder Umgestaltungsmaßnahmen.



Bauweise »Null«

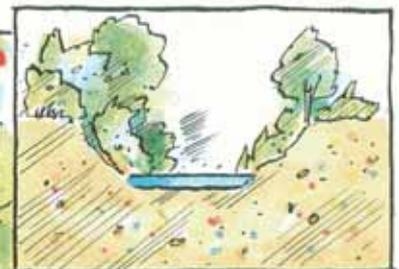
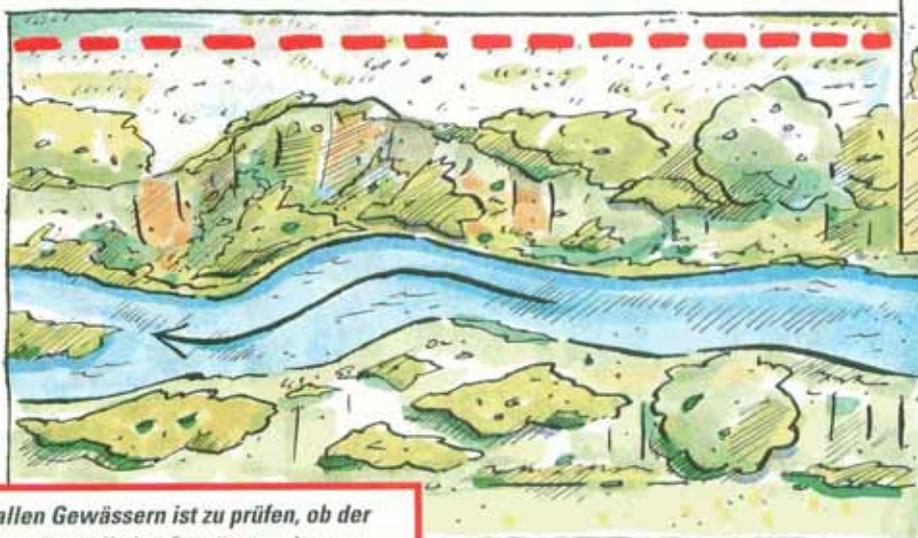


Ausgangszustand



Uferabbruch

Grund-
erwerbs-
grenze



Entwicklung

An allen Gewässern ist zu prüfen, ob der Eigendynamik des Gewässers der notwendige Raum belassen werden kann, damit das Gewässer seinen Lauf selbst bestimmt.

Anwendungsbereich Vor allem an Entwicklungsbereichen (Prallhängen, Kolken) mit den notwendigen räumlichen Voraussetzungen.

Wirkungsweise Erhalt und Entwicklung von gewässertypischen Pionierstandorten (Uferabbrüche, Auflandungsbereiche), die nur durch dynamische Prozesse geschaffen werden können. Diese Standorte sind wesentliche und unverzichtbare Elemente des Lebensraumes Gewässer mit einer eigenen Fauna und Flora.

Vorgehensweise Die Gewässerverlagerung erfordert Grunderwerb oder Entschädigungsleistungen für betroffene private Anlieger. Für Grunderwerb und Entschädigungen ist der Träger der Ausbau- und Unterhaltungslast zuständig.

Pflege Der natürlichen Entwicklung ist der Vorrang zu geben. Der Rahmen für Pflegemaßnahmen sollte in einem Gewässerentwicklungs- oder Unterhaltungsplan abgesteckt werden. Bei Uferabbrüchen sollte die weitere Entwicklung aufmerksam verfolgt werden.

Kosten Die Kosten für Entschädigungsleistungen und Grunderwerb orientieren sich an den ortsüblichen Quadratmeterpreisen; oftmals können durch Entschädigungsleistungen und durch gezielten Grunderwerb umfangreiche und teure Gewässerbaumaßnahmen eingespart oder wesentlich reduziert werden. Grunderwerb bewirkt vorbeugenden Gewässerschutz, der künftige Kosten einspart.

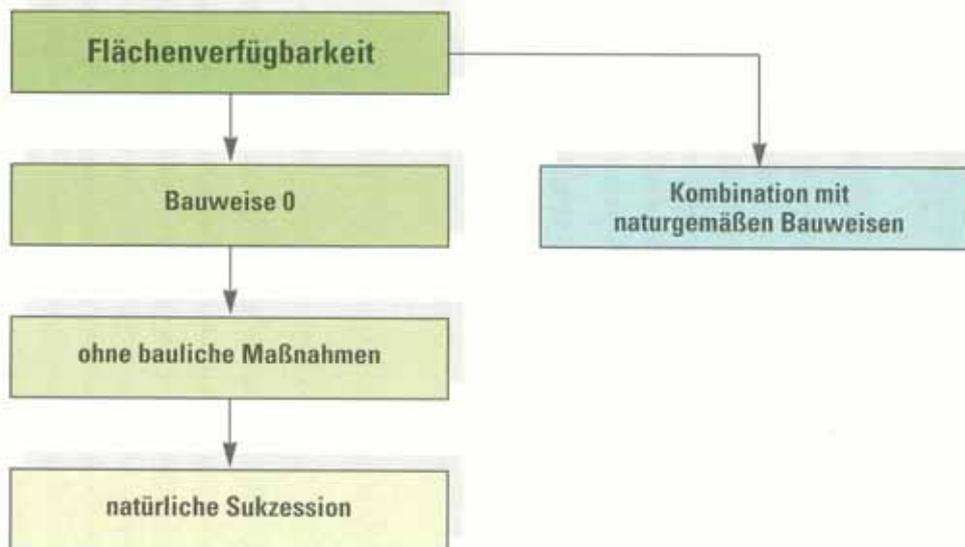
Beurteilung

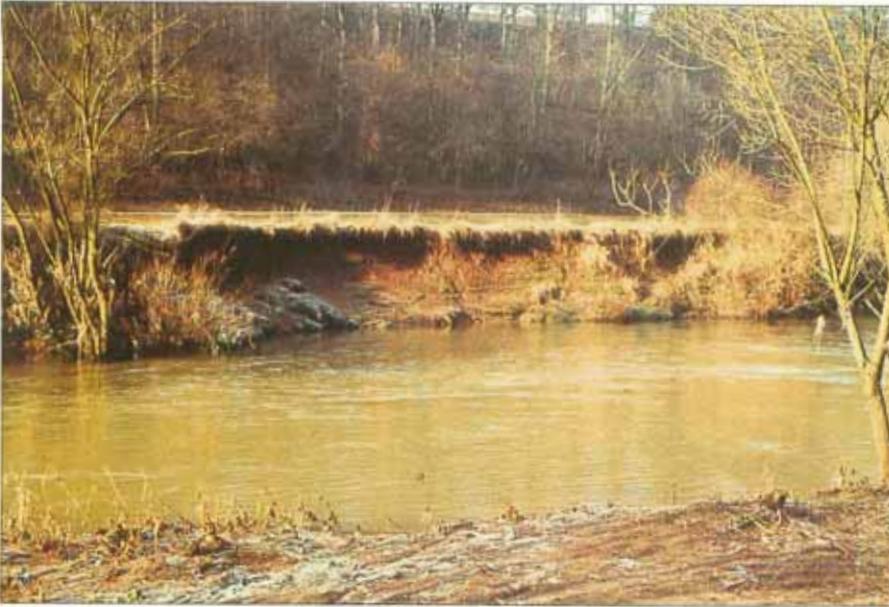
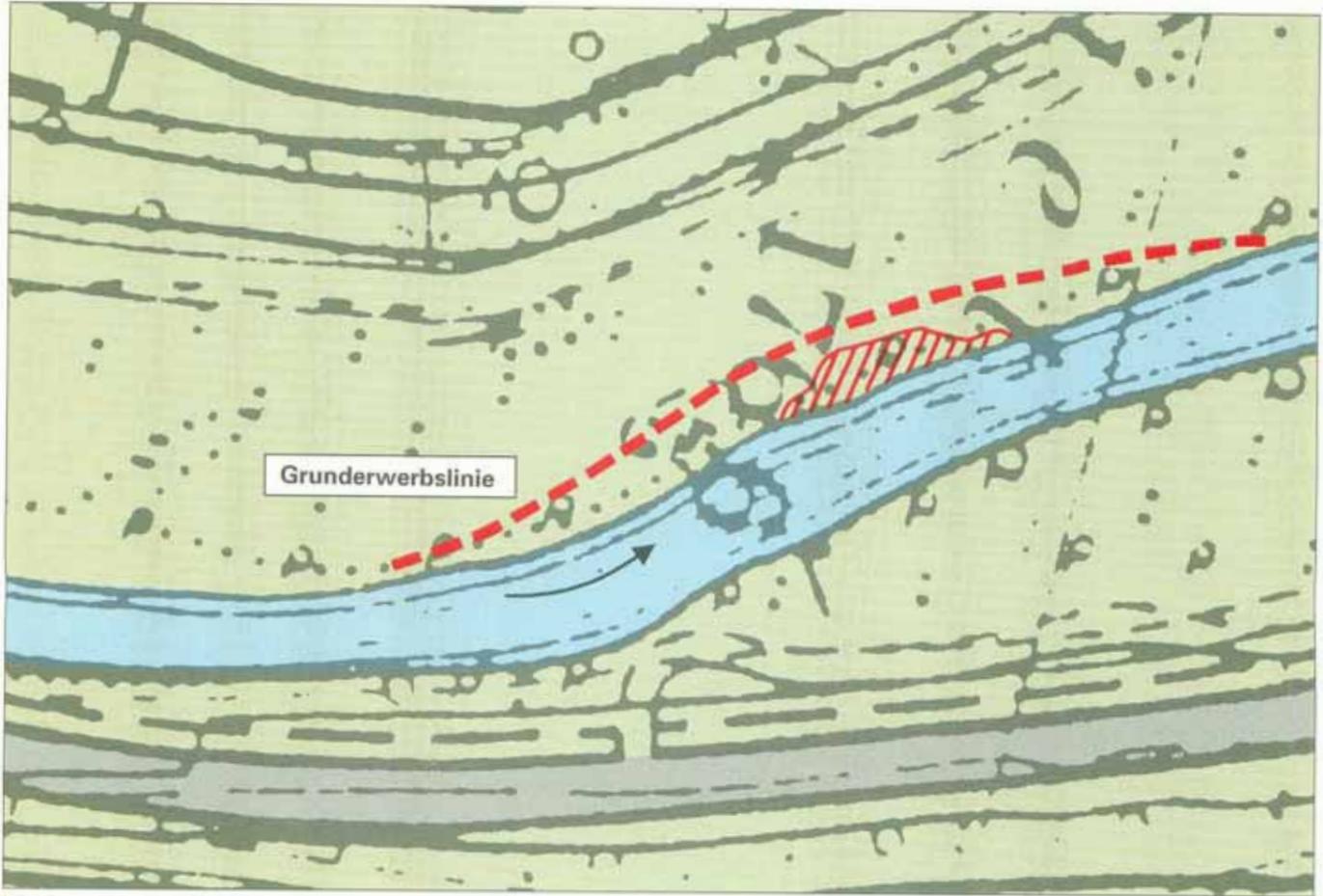
Vorteile:

- ▶ Das Gewässer bekommt einen Teil seines angestammten Raumes »zur freien Verfügung« zurück
- ▶ Förderung der Gewässerdynamik
- ▶ Förderung von gewässertypischen Pionierstandorten und Sukzessionen
- ▶ Sofort wirksam, keine jahreszeitlich bedingten Probleme
- ▶ Das Gewässer wird nicht zur Baustelle
- ▶ Im allgemeinen kostengünstige Maßnahme

Nachteile:

- ▶ Nur bedingt anwendbar, da oftmals die Rahmenbedingungen eine Gewässerentwicklung nicht oder nur mit Einschränkungen zulassen (Siedlungen, Verkehrswege, Leitungen)
- ▶ Grunderwerb und Entschädigungsleistungen können nicht grundsätzlich Sanierungsmaßnahmen ersetzen, insbesondere bei Tiefenerosion; gegebenenfalls ist eine Kombination mit anderen Bauweisen erforderlich (z. B. Gehölzpflanzungen, Sicherung der Sohle)

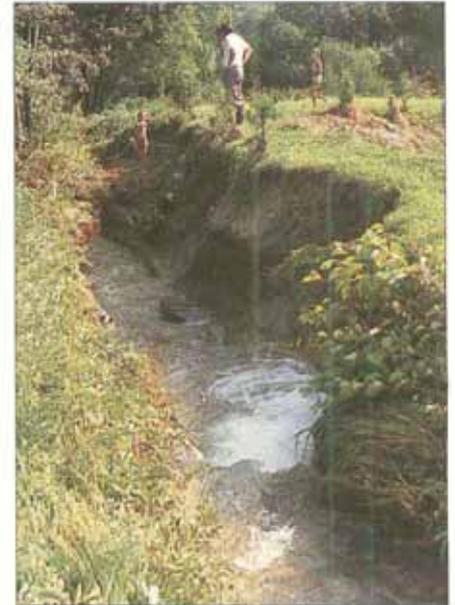




Uferabbruch kann nach Grunderwerb belassen werden.



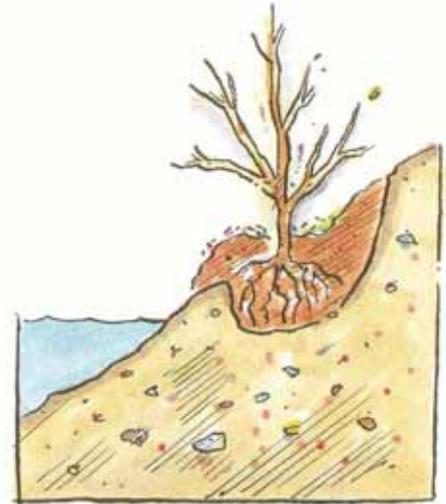
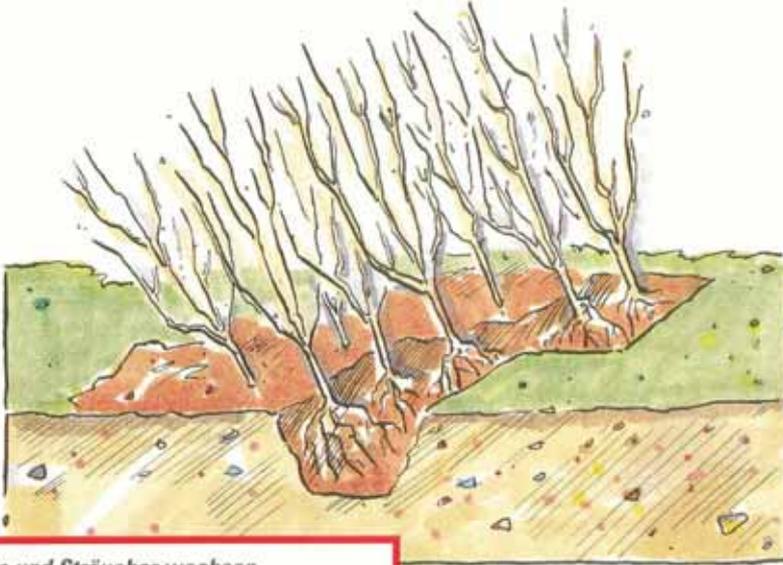
Statt teuren baulichen Maßnahmen ist hier der gezielte Landkauf die bessere Lösung!



Hier genügt Grunderwerb alleine nicht!

*Eigendynamische Entwicklung
ausgebauter Gewässer.*

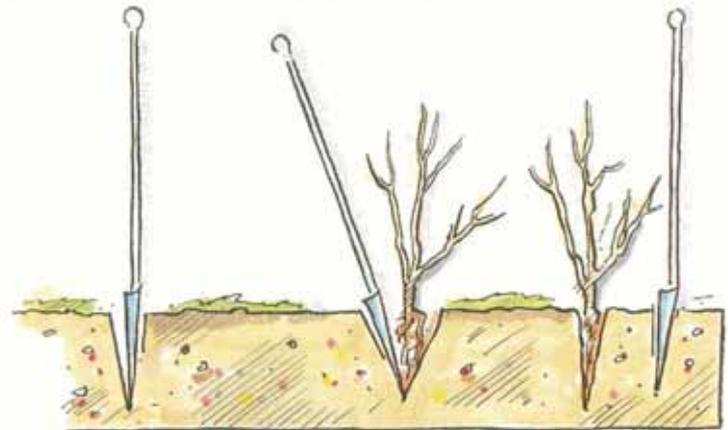
Gehölzpflanzungen



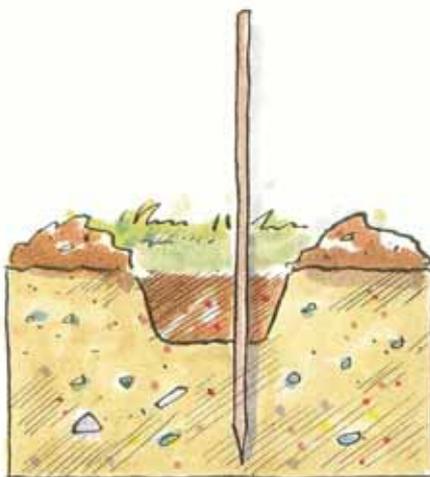
Bäume und Sträucher wachsen entsprechend ihrer Standortansprüche in unterschiedlichen Höhenlagen über dem schwankenden Wasserspiegel. Je nach Art dringen ihre Wurzeln bis in den ständig nassen Untergrund vor und schützen so den Boden vor Erosion.

Zwischenlagerung durch Einschlag

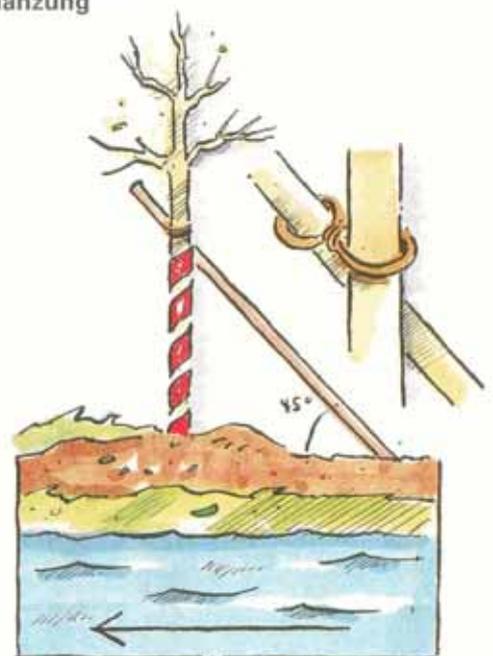
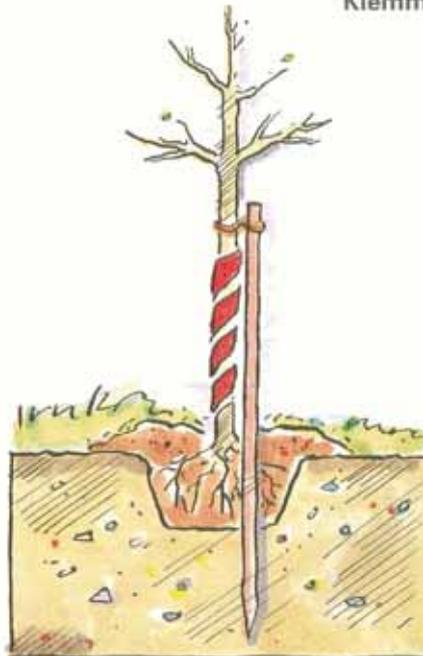
Lochpflanzung mit Gießmulde



Klemmpflanzung



Lochpflanzung mit Anpflocken



Anwendungsbereich Zur Ufer- und Böschungssicherung der Wasserwechsel- und Überwasserzone, sowie der Unterwasserzone in Gewässern bis 0,6 m Wassertiefe (SoMW) und feinkörnigen bis steinigen Böden.

Wirkungsweise Langfristige Sicherung von erosionsgefährdeten Böschungen bis in die Unterwasserzone durch Verklammerung von Bodenteilchen mit den Wurzeln. Die Lebensdauer der Wurzeln kann durch entsprechende Pflegeeingriffe (auf den Stock setzen) über das natürliche Baumalter hinaus verlängert werden.

Herstellung (s.a. DIN 18 916, DIN 19 657)

Transport und Lagerung Bei Transport und Lagerung sind die Gehölze vor Frost und Austrocknung zu schützen. Es ist zu beachten, daß die Wurzeln weder durch den Fahrtwind noch durch Wärme und Sonnenstrahlen austrocknen. Anfeuchten und Abdecken der Wurzeln oder Transport in geschlossenen Fahrzeugen kann dies verhindern. Bei mehrtägiger Lagerung sind die Gehölze fachgerecht einzuschlagen.

Pflanzschnitt (nicht bei Ballenware)

► **Wurzeln** Nur bei verletzten, kranken oder überlangen Wurzeln. Diese bis ins gesunde Holz, mit der Schnittfläche nach unten unter Schonung der Saugwurzeln, zurückschneiden.

► **Oberirdische Triebe** Nur erforderlich bei geringem Saugwurzelanteil sowie bei kranken, verletzten, vertrockneten oder frostgeschädigten Trieben. Zur Förderung des Wurzelwachstums sollten die Triebe um etwa $\frac{1}{3}$ ihrer Länge bis ins gesunde Holz zurückgeschnitten werden. Schwache Triebe können ganz abgeschnitten werden. Die Leittriebe der Bäume werden nicht geschnitten.

Einpflanzung

► **Lochpflanzung** Das Pflanzloch etwas größer als das Wurzelwerk ausgraben und die Pflanze ohne Veränderung der natürlichen Wurzellage in das Pflanzloch stellen. Die Pflanze so tief einpflanzen, wie sie vorher gestanden hatte. Die Erde einige Zentimeter höher ausfüllen, um Setzungen auszugleichen. Die Pflanze dabei mehrmals rütteln und die Erde vorsichtig antreten.

Bei nährstoffarmen Sand- und Kiesböden ist eine Bodenverbesserung mit Kompost oder Mutterboden ratsam (kein Torf). Zum Gießen und zum Sammeln von Regenwasser wird eine Mulde ausgebildet und diese mit Mulch (Grasschnitt) abgedeckt. Jede Pflanze gut gießen.

► **Klemmpflanzung, Spaltpflanzung** In besonderen Fällen, z.B. bei Pflanzung von leichten Sträuchern und Heistern in Spreitlagen, kann auch in mit dem Spaten hergestellten Spalten gepflanzt werden (Klemmpflanzung). Für Pflanzungen in vergasteten Flächen hat sich die Wiedehopfhaut bewährt (Spaltpflanzungen).

► **Schutz gegen Wildschäden** Zum Schutz gegen Wildschäden ist es ratsam, Manschetten aus Kunststoff oder Hasendraht um die Stämme zu binden. Chemischer Verbißschutz darf im Abflußprofil nicht verwendet werden.

► **Anpflocken** Nur bei Heistern über 150 cm erforderlich; evtl. zum Kennzeichnen kleiner Gehölze in hohem Gras. Vor dem Pflanzen den Pfahl (Mindestlänge 2 m) oberwasserseitig schräg in Fließrichtung einschlagen. Der Baum wird mit einem Kokosstrick oder einer Gummischlaufe nicht zu fest (Einschnürungsgefahr) an den Pfahl angebunden. Diese Verbindungen sind mehrmals im Jahr zu kontrollieren. Nachdem der Baum genügend Stabilität erreicht hat, muß die Verbindung gelöst werden, da er sonst eingeschnürt wird und absterben kann.

Pflanzmaterial

Es sind nur standortheimische Gehölze zu verwenden, die
► vor Ort gewonnen werden oder
► von anerkannten Markenbaumschulen bezogen werden.

Bevorzugte Größen

Sträucher:	leichte Sträucher	1 x verpflanzt	60 - 120 cm
	Sträucher	2 x verpflanzt	60 - 120 cm
Bäume:	leichte Heister	1 x verpflanzt	100 - 200 cm
	Heister	2 x verpflanzt	150 - 200 cm

Pflanzzeit Während der Vegetationsruhe an frostfreien Tagen in den ungefrorenen Boden.

Die Herbstpflanzung ist der Frühjahrspflanzung vorzuziehen, da der Boden noch relativ warm, das Wurzelwachstum im Herbst besonders intensiv und in den Wintermonaten viel Feuchtigkeit zu erwarten ist.

Pflege (s.a. DIN 18 916, DIN 19 657)

Fertigstellungs- und Entwicklungspflege Die Fertigstellungspflege umfaßt alle Leistungen nach der Pflanzung, die zur Erzielung eines abnahmefähigen Zustandes erforderlich sind.

Die anschließende Entwicklungspflege ist so lange erforderlich, bis die Gehölze über die Krautschicht hinausgewachsen sind. In der Regel 2-3 Vegetationsperioden.

Die Pflege umfaßt folgende Arbeiten:

Ausmähen, Wiederherstellen der Gießmulden, Mulchen der Baumscheiben, Entfernen vertrockneter Pflanzenteile, Kontrolle bzw. Entfernung der Baumpfähle und bei Bedarf Wässern. Aufrichten und Antreten der Pflanzen nach Hochwasser.

Gehölzpflege siehe hierzu Teil 1, Abschn. 6

Kosten Für Lieferrn, Pflanzen und 2- bis 3-jährige Pflege kann ca. das 5fache der Gehölzkosten angenommen werden. (Bei den angegebenen bevorzugten Größen).

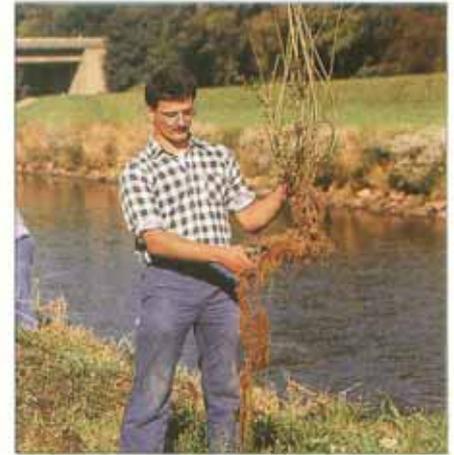
Beurteilung

Vorteile:

- Langfristig guter Ufer- und Böschungsschutz
- Hoher ökologischer Wert als Lebensraum im Wurzel- und Kronenbereich
- Positive Wirkung auf den Wasserlebensraum als Schattenspender (Verbesserung des Temperatur- und Sauerstoffhaushalts), als Nahrungsquelle und Siedlungssubstrat (Falllaub und Falläste), als Unterstand für Fische u. ä.
- Bedeutung für das Kleinklima und als Windschutz
- Pufferwirkung gegen Einträge von Schadstoffen aus der Landwirtschaft
- Wichtiges Element der Biotopvernetzung
- Aufwertung des Landschaftsbildes
- Geringerer Pflegeaufwand
- Für Bachpaten geeignet

Nachteile:

- Erst nach 2-3 Jahren wirksamer Schutz im unmittelbaren Pflanzenbereich, als Böschungsfußschutz erst nach 5-8 Jahren voll wirksam.

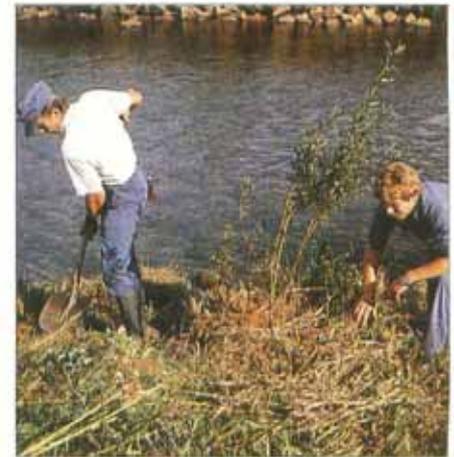
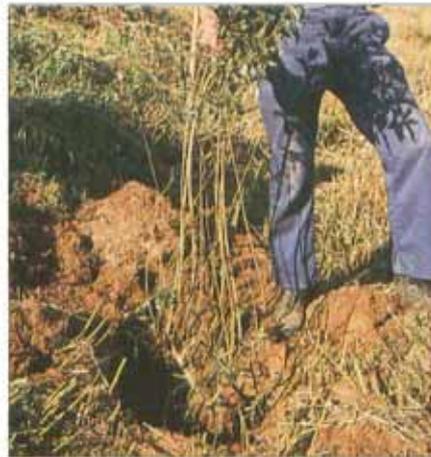


Wurzelschnitt vor der Pflanzung bei Bedarf.

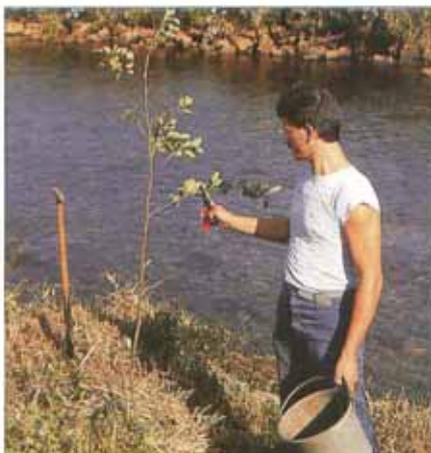
Vor der Pflanzung wird der Uferbewuchs gemäht.



Einstellen und Eingraben der Pflanze in Pflanzloch.



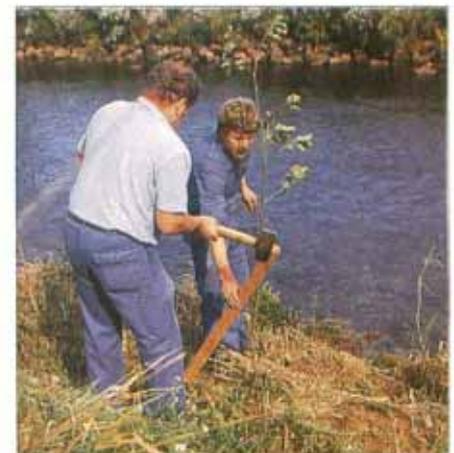
Mulchen der Baumscheiben, um ein starkes Verkrauten zu verhindern.



Rückschnitt der oberirdischen Triebe.



Wässern, mindestens ein 10-l-Eimer pro Pflanze.



Einschlagen eines Pfahles zur Sicherung der Neupflanzungen bei Hochwasser.



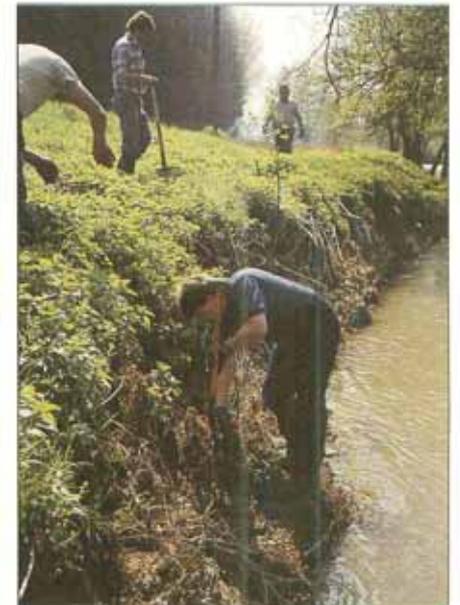
Zwei Personen pflanzen, die dritte mulcht die fertige Pflanzscheibe.



Mischpflanzung im 4. Jahr nach der Pflanzung.

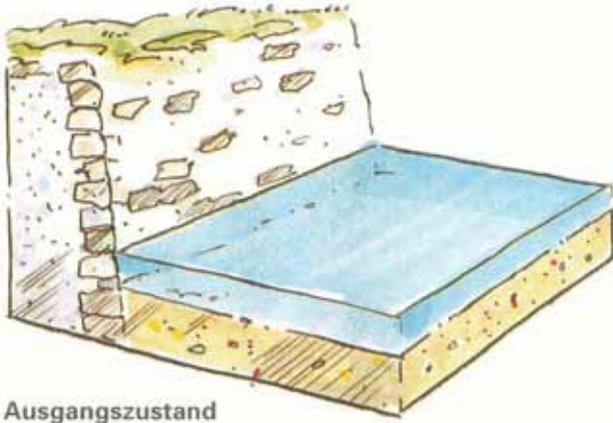


Spaltpflanzung: mit dem Spaten wird ein keilförmiger Spalt hergestellt. Die Pflanze wird eingebracht und das Pflanzloch durch Antreten geschlossen.

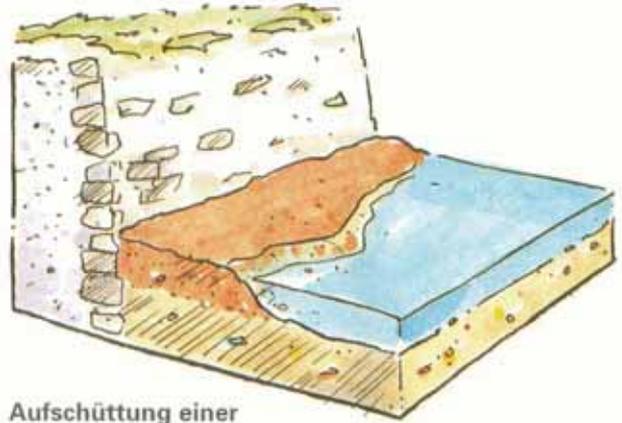


Spaltpflanzung an einem Steilufer.

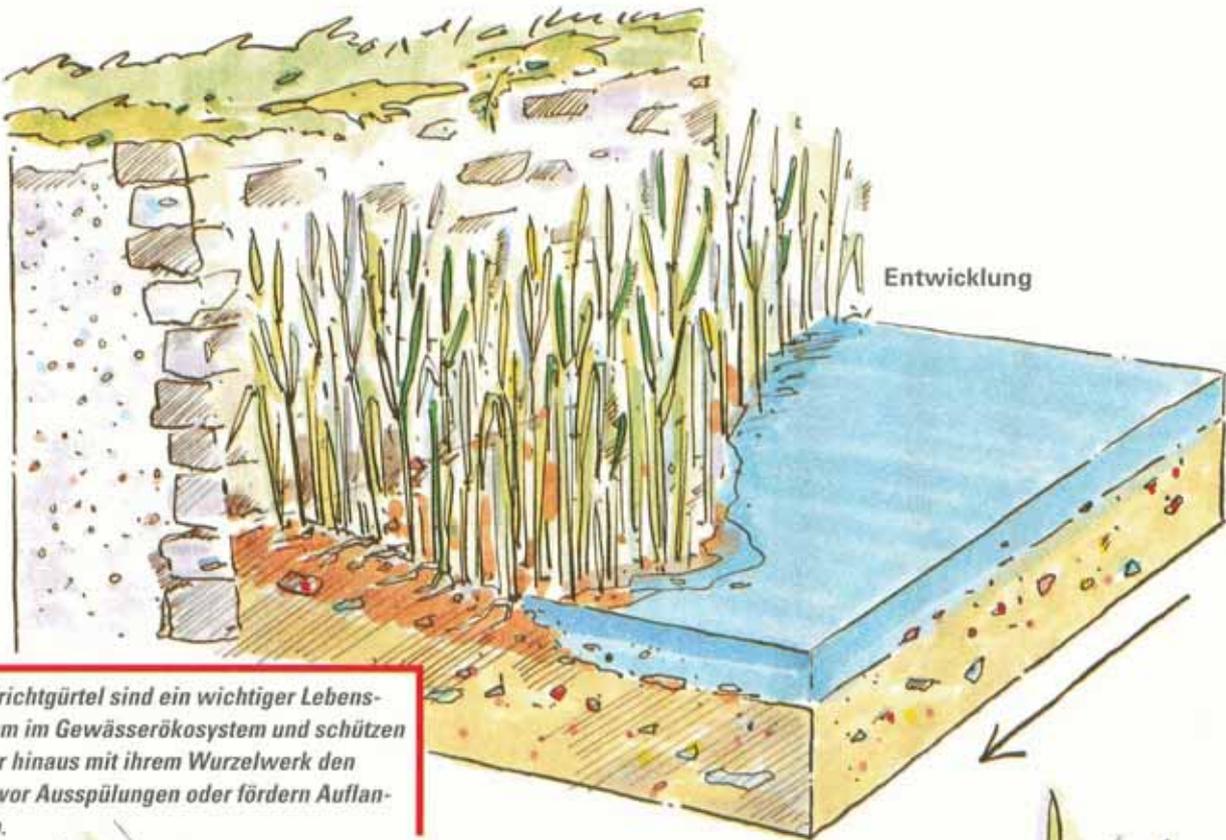
Röhrichtpflanzungen



Ausgangszustand

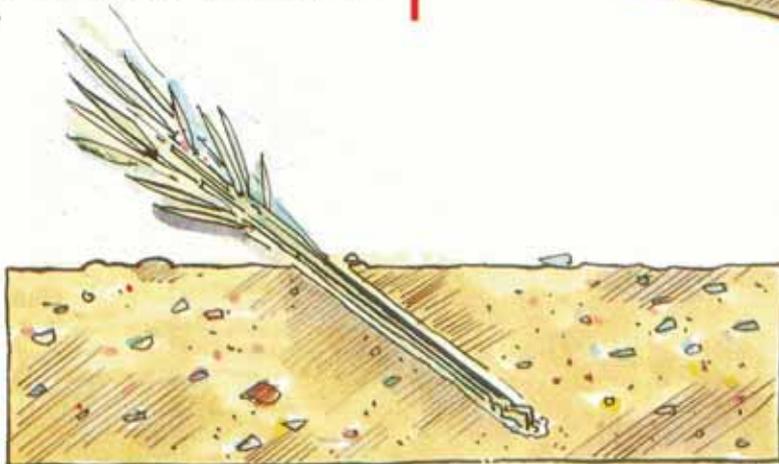


Aufschüttung einer Berme zur Röhrichtentwicklung

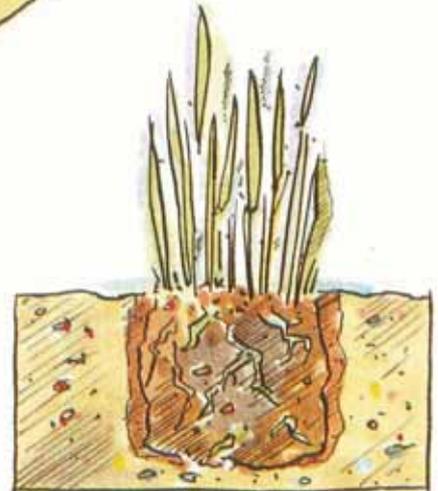


Entwicklung

Röhrichtgürtel sind ein wichtiger Lebensraum im Gewässerökosystem und schützen darüber hinaus mit ihrem Wurzelwerk den Boden vor Ausspülungen oder fördern Auflandungen.



Halmpflanzung



Ballenpflanzung

Anwendungsbereich Röhrichte breiten sich in der Natur bei entsprechendem Standort rasch von selbst aus. Röhrichtpflanzungen sind daher nur in begründeten Einzelfällen vorzunehmen.

Schwach durchströmte oder stille Flachwasserzonen sowie lichtexponierte Uferpartien bei feinkörnigen bis kiesigen Böden; Unterwasserzone bis über die Wasserwechselzone hinaus; bei Gewässern bis 0,75 m/s Fließgeschwindigkeit bei mittlerem Abfluß.

Schilf (*Phragmites communis*) und Wasserschwaden (*Glyceria maxima*) nur in Gewässern über 6 m Sohlbreite.

Wirkungsweise Dauerhafte Besiedlung geeigneter Bereiche. Tiefe des Wurzel- bzw. Rhizomgeflechts bis ca. 30 cm (bei Schilf bis ca. 60 cm); schützt den Boden vor Ausspülung. Strömungsbremsende Röhrichtpflanzungen fördern Auflandungen.

Herstellung (s. a. DIN 19 657, Ziffer 5.6.1.1.3)

Grundsätzlich Ballenpflanzung möglich; Schilf auch als Halm-, ausnahmsweise als Rhizompflanzung; Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) auch mit Ansaat.

Voraussetzung für die Ansiedlung von Röhrichten sind:

- ▶ ausreichende Wasserversorgung
- ▶ durchwurzelbarer Boden (Moor, Lehm, Sand, Feinkies; kein Ton, Grobkies oder Geröll)
- ▶ ausreichende Belichtung
- ▶ flache Böschung (bis 1 : 2,5), vorzugsweise jedoch Bermen in der Unterwasser- und Wasserwechselzone
- ▶ soweit möglich: Schutz vor schädigenden Tieren (Weidewiege, Wasservogel, Bisam)

Zur Förderung der Röhrichtansiedlung sind – soweit es die Randbedingungen zulassen – geeignete Standorte herzustellen. Ist aus besonderen Gründen eine Röhrichtpflanzung geboten, so sind lediglich standortgerechte Initialpflanzungen vorzunehmen. Röhrichtgürtel sollten mindestens 2 m breit sein.

a) Ballenpflanzung Die Ballen werden unter Schonung der Jungtriebe am besten mit dem Spaten gestochen – durch Maschinen können große Schäden am Entnahmeort entstehen – und sofort eingepflanzt.

b) Schilfhalm-pflanzung Die Halme werden mit einem geschärften Spaten dicht unter der Oberfläche abgestochen. Sie dürfen auf keinen Fall geknickt oder gequetscht werden. Während des Transports sind die Halmbündel mit Planen abzudecken, um ein Austrocknen zu verhindern. Nur in Ausnahmefällen können Halmbündel bis zu 24 Stunden unter Wasser gelagert werden.

Mit einem Pflanzeisen (z. B. Brechstange) werden 40 - 60 cm tiefe Löcher hergestellt, in die 3 - 5 Halme mit ihrer halben Länge gesteckt werden. Knicken vermeiden durch Mitstecken alter Halme. Da die Halme an den Knoten Wurzeln und neue Sprößlinge treiben, sind Pflanzlöcher so schräg wie möglich vorzutreiben. Die Pflanzungen können auch im knöcheltiefen Wasser erfolgen.

Pflanzabstand zum Aufbau geschlossener Bestände: 30 - 50 cm. Bei artgerechten Standortverhältnissen und sachgemäßer Pflanzung bilden sich nach einer Woche an den Knoten neue Wurzeln und nach ca. 6 Wochen neue Halm-sprößlinge.

c) Schilfrhizompflanzung Mit Schilfrhizomen durchwach-sener Boden wird entnommen und an der vorgesehenen Stelle eingebaut. Eine Zwischenlagerung ist bei ausreichender Feuchte unproblematisch. Diese Methode eignet sich besonders für Baustellen, bei denen in Schilfbestände eingegriffen werden muß.

d) Ansaat von Rohrglanzgras siehe Bauweise 4 »Anlage von Grasflächen«.

Material Die Entnahme von Pflanzgut ist mit Grundstückseigentümern und der Naturschutzbehörde abzustimmen. Die Pflanzen sind möglichst dem nächsten Bestand zu entnehmen.

In größeren Verbänden:

- Schilf (*Phragmites communis*)
- Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*)
- Sumpfschwertlilie (*Iris pseudacorus*)
- Wasserschwaden (*Glyceria maxima*)
- Schlanksegge (*Carex gracilis*)
- Ufersegge (*Carex riparia*)
- Sumpfssegge (*Carex acutiformis*)

Als einzelne Pflanzen:

- Breitblättriger Rohrkolben (*Typha latifolia*)
- Schmalblättriger Rohrkolben (*Typha angustifolia*)
- Kalmus (*Acorus calamus*)
- Igelkolben (*Sparganium erectum*)

Schilfhalme: möglichst stark, 0,8 - 1,2 m lang, nicht mehr als 5 Blätter.

Schilfrhizom: unterirdischer Sproß, mehrere Meter lang, bis zu 4 cm dick.

Einbauzeit

Ballenpflanzung Ganzjährig außerhalb der Blütezeit. Günstigste Pflanzzeit von Anfang März bis Mitte April.

Schilfhalm-pflanzung Die notwendige Länge und Dicke erreichen die Schilfhalme Anfang Mai; ab Mitte Juni sind sie zu lang und haben zu viele Blätter. Optimale Pflanzzeit: Mitte Mai bis Mitte Juni.

Schilfrhizompflanzung Ganzjährig möglich.

Pflege In der Regel keine Pflege, auch keine Mahd.

Kosten Die Kosten schwanken sehr stark, sie sind abhängig von: Verhältnisse am Gewinnungsort (Befahrbarkeit, Transport innerhalb der Gewinnungsstelle, evtl. Entschädigungen). Transportentfernung bis zur Einbaustelle. Verhältnisse an der Einbaustelle (Befahrbarkeit, Transport, Wasserführung, Bodendichte). Vorkehrungen gegen Verbiß.

Beurteilung

Die Anlage von Röhrichtgürteln durch Schaffung geeigneter Standorte ergibt in vielen Bereichen ausreichenden Uferschutz und ist aus ökologischer Sicht erwünscht. Dabei erübrigen sich in den meisten Fällen gezielte Anpflanzungen.

Vorteile:

- ▶ Sofortige Begrünung von Baustellen bei Pflanzungen
- ▶ Ggf. Ersatz vom Standort verdrängter Pflanzenarten

Nachteile:

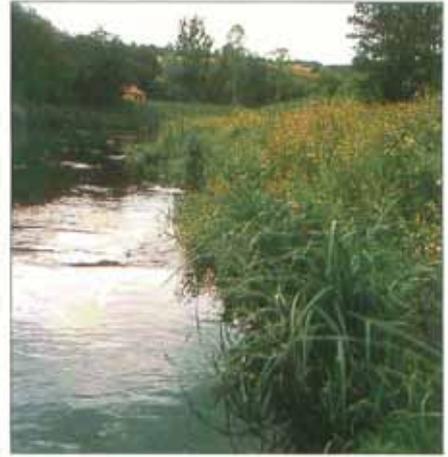
- ▶ Gefahr der Florenverfälschung und Fehleinschätzung der Standortverhältnisse
- ▶ Bei Entnahme Eingriff in geschützte Bestände



Schilfballen 20 x 20 x 20 cm. Gestochen Anfang Mai. Die Jungtriebe sind schon zu lang.



Sumpfschilf (*Carex acutiformis*), Ballenpflanzung. Gepflanzt Mitte April (Foto Anfang Juni), Pflanzabstand ca. 1,25 m.



Die gleiche Pflanzung wie Bild links Ende August. Außer der gepflanzten Segge haben sich in kurzer Zeit weitere Röhrichte angesiedelt und entwickelt.



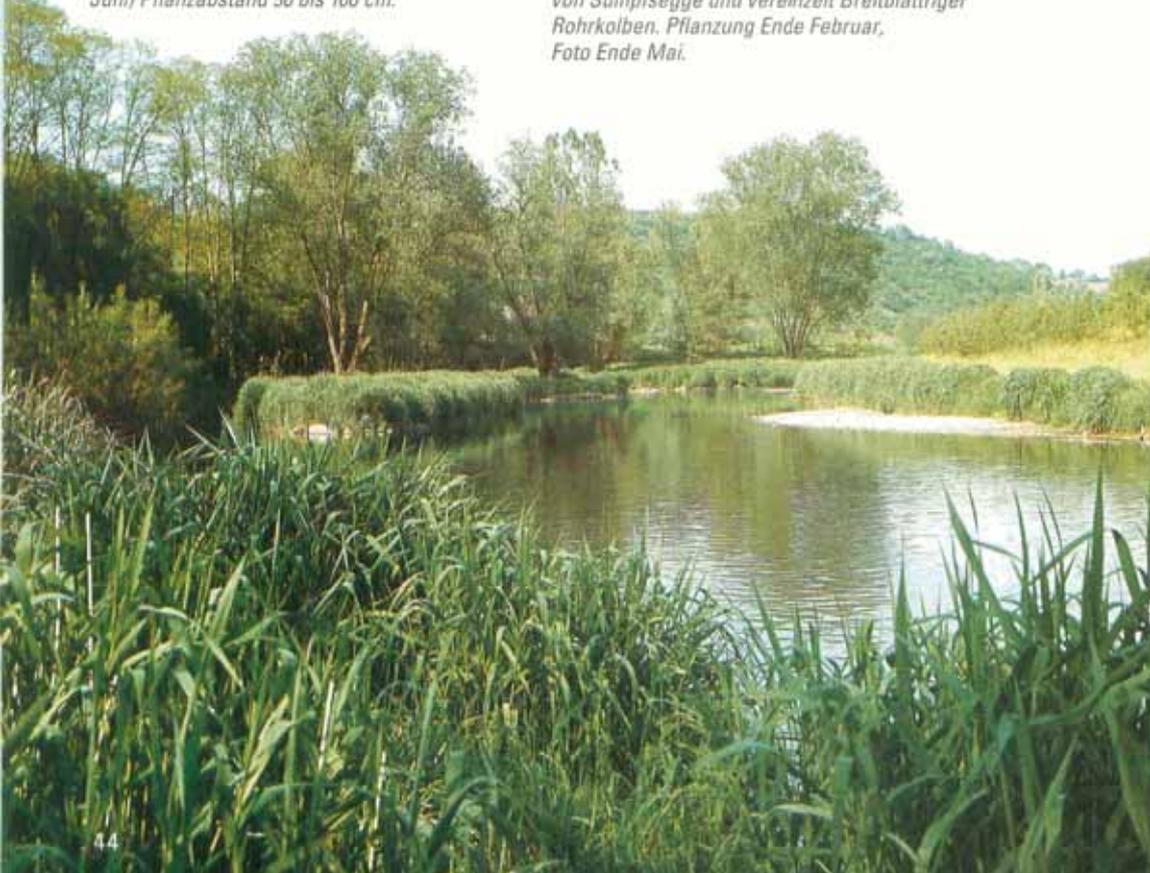
Schilfballen – gepflanzt im Februar (Foto Mitte Juni) Pflanzabstand 50 bis 100 cm.



Gleiche Stelle wie Bild links. Ballenpflanzung von Sumpfschilf und vereinzelt Breitblättriger Rohrkolben. Pflanzung Ende Februar, Foto Ende Mai.



Der gleiche Pflanzbereich nach einem Jahr.

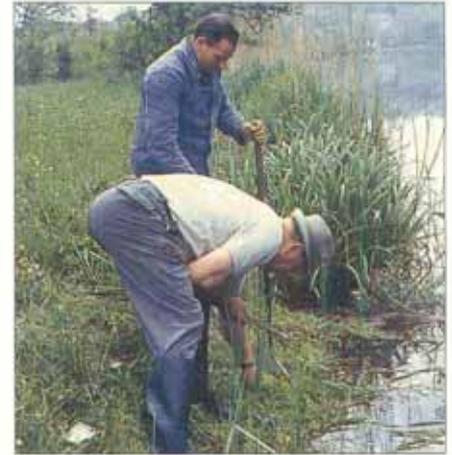




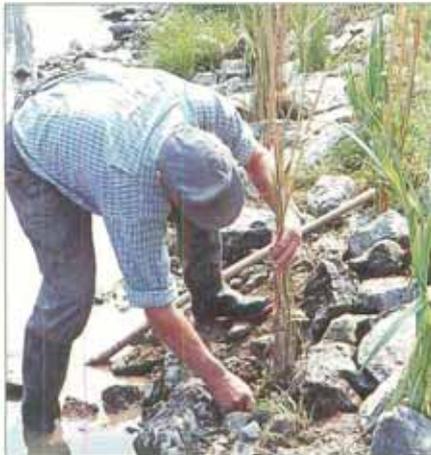
Schilfhalm sind dicht unter der Geländeoberfläche mit einem scharfen Spaten o. dgl. zu stechen.



Herstellen eines Pflanzloches \varnothing 30 mm mittels einer Brechstange. Lochtiefe = halbe Halmlänge (40 bis 60 cm).



In die Pflanzlöcher werden 3 bis 5 Schilfhalm gesteckt. Die Halme dürfen dabei nicht gebrochen oder gequetscht werden.



Kombination von Steinschüttung und Röhrichten. Schwertlilien und Rohrglanzgras wurden als Ballen gepflanzt. Schilf wird durch Halmpflanzung eingebracht.



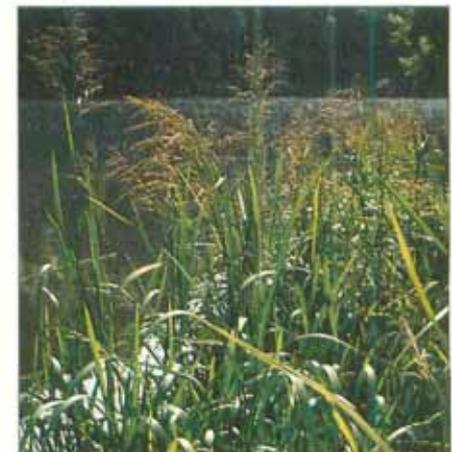
Herstellen eines ca. 2,5 m breiten Schilfgürtels auf einem Vorland. Die Halmpflanzung ist ca. 3 Wochen alt. Der Anwuchserfolg lag bei ca. 70 %.



Jungastrieb nach 7 Wochen aus vertrockneten Halmen.



Bepflanzen einer Berme, die bei Mittelwasser etwa 15 cm überströmt wird. Pflanzabstand 20 bis 50 cm. In der Tiefe von 35 cm war der sonst schluffige Boden mit größeren Steinen durchsetzt. Die Halme wurden z. T. nicht tief genug eingesteckt. Besser wäre hier eine Ballenpflanzung gewesen.



Wasserschwaden – ein Röhricht für größere Gewässer.

Anlage von Grasflächen



Grasflächen sind gut geeignet zum vorübergehenden Schutz von Rohböden auf Böschungen, Vorländern und Bermen. Häufig kann auf die Herstellung von Grasflächen verzichtet werden, da sich i. d. R. rasch eine natürliche Krautschicht bildet.

Tabelle geeigneter Gräser für den Wasserbau		Samen je 1 g	Feuchteanspruch			Bodensäure		
			trocken	frisch feucht	naß	sauer	basisch	
Ackerquecke	<i>Agropyron repens</i>	O	430					
Weißes Straußgras	<i>Agrostis alba</i>	U	11 000					
Flechtstraußgras	<i>Agrostis stolonifera</i>	U	17 000					
Rotes Straußgras	<i>Agrostis tenuis</i>	U	16 000					
Rohrschwengel	<i>Festuca arundinacea</i>	O	500					
Wiesenschwengel	<i>Festuca pratensis</i>	O	800					
Horst-Rotschwengel	<i>Festuca rubra commutata</i>	U	1 000					
Ausläufertr. Rotschwengel	<i>Festuca rubra eurubra</i>	U	1 000					
Rohrglanzgras	<i>Phalaris arundinacea</i>	O	120					
Sumpfrispe	<i>Poa palustris</i>	M	5 000					
Wiesenrispe	<i>Poa pratensis</i>	U	3 300					
Gemeine Rispe	<i>Poa trivialis</i>	U	5 500					
Für Dämme geeignete Gräser								
Schafschwengel	<i>Festuca ovina</i>	U	2 000					
Glattthafer	<i>Arrhenatherum elatius</i>	O	500					
Knautgras	<i>Dactylis glomerata</i>	O	550					
Wiesenrispe	<i>Poa pratensis</i>	U	3 300					

U = Untergras Länge 30 – 90 cm
M = Mittelgras Länge 30 – 120 cm
O = Obergras Länge 30 – 150 cm (200 cm)

Die Grasmischungen sind entsprechend der Standortverhältnisse unterschiedlich. Es ist daher nicht möglich, den Anteil der einzelnen Arten nach Gewicht (g/m²) in der Tabelle anzugeben.

Die Tabelle wurde in Anlehnung an H. Peucker aufgestellt. (H. Peucker: Maßnahmen der Landschaftspflege, Paul Parey, 1974, Berlin, Hamburg.)



Anwendungsbereich Zur vorübergehenden oder dauerhaften Sicherung in der Überwasserzone bei feinkörnigen bis steinigen Böden. Erst nach 1 - 2 Monaten wirksam.

Wirkungsweise Die Wurzeln von Gräsern und Kräutern bilden einen 5 - 15 cm dicken Wurzelfilz, der nach 2 - 3 Vegetationsperioden Fließgeschwindigkeiten bis zu 2 m/s widerstehen kann.

Herstellung

a) Ansaat Bei der Anlage von Grasflächen sollte der Auftrag von Oberboden, wenn überhaupt, so dünn wie möglich erfolgen (5 - 8 cm). Der Samen wird bei windstillem Wetter gleichmäßig auf die vorbereitete Fläche von Hand oder mittels Maschinen gesät und leicht in den Boden eingearbeitet. Die Saatfläche ist nach Möglichkeit leicht abzuwalzen. Wird während einer Trockenperiode gesät, ist das Beregnen zur vermeintlichen Beschleunigung des Saataufbaus eher schädlich als nützlich.

Samenmenge: Je nach Zusammensetzung der Mischung und Böschungsneigung 15 bis 30 g/m². Bei Böschungsneigungen ab 1 : 1,5 sollte die 1,5-fache Menge gesät werden. Pro Quadratmeter sind 30 000 - 50 000 Samenkörner erforderlich.

Es kann nicht erwartet werden, daß der Graswuchs in seiner Artenzusammensetzung genau der angesäten Samenmischung entspricht. Je nach Jahreszeit, Witterung, Bodenverhältnissen, Exposition, Sameninhalt des angedeckten Oberbodens und dgl. wird die junge Grasnarbe mehr oder weniger von der Mischung abweichen. Empfohlen wird die Aussaat einer Saadmischung mit wenigen (3 - 6), anspruchslosen Grassorten. Man erreicht dadurch einen baldigen Erosionsschutz. Eine standortgerechte Pflanzengesellschaft entsteht nach und nach durch Zuwanderung von Gräsern und Kräutern aus der Nachbarschaft.

Zur Verbesserung des Erosionsschutzes in der Anfangszeit kann ab September Wintergetreide eingesät werden. Der Grasmischung werden ca. 5 g/m² Wintergerste oder Winterweizen beigemischt bzw. als zweiter Arbeitsgang die angesäte Fläche damit überworfen. Das Getreide bildet innerhalb kurzer Zeit verhältnismäßig blattreiche Horste, die schützend wirken. Nach der ersten Mahd im Frühjahr bleibt das Getreide aus.

In Ausnahmefällen kann die Fläche mit einem mittleren Jutegewebe (ca. 250 bis 300 g/m²) abgedeckt und mittels Holznägeln befestigt werden. Dabei sind nur besonders erosionsgefährdete Flächen, höchstens bis zum mittleren Hochwasserstand, abzudecken.

b) Rasensoden und Rollrasen (Fertigrasen) An besonders gefährdeten Stellen, die sofort geschützt werden müssen, kann Fertigrasen zum Einsatz kommen. Für kleinere Flächen eignen sich 30 x 30 cm große, maximal 5 cm dicke Rasensoden, für größere Flächen der 30 cm breite und 2 - 3 cm dicke Rollrasen. Die Verlegefläche ist anzufeuchten und bei nährstoffarmen Böden vorzudüngen. Die Rasensoden bzw. -bahnen werden bündig mit Fugenversatz verlegt und mit einer leichten Walze angedrückt. Besonders gefährdete Stellen wie Bauwerksanschlüsse, können mit Holznägeln (vom Handel) befestigt werden.

Material

Saatgut Der Handel hält für alle Bereiche erprobte Standardmischungen bereit. Eigene Rezepte nur bei ausreichender Erfahrung. Für die Lieferung von Saatgut gilt DIN 18 917 sowie die Saatgutmischungsverordnung. Auf einen geringen Kräuteranteil bei den Saadmischungen ist zu achten.

Es ist darauf zu achten, daß der Samen nur aus mitteleuropäischen Gewinnungsgebieten stammt, um keine fremdartigen Pflanzen einzuschleppen.

Die Mischungen sollten kein Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*) enthalten. Dieses Gras ist sehr raschwüchsig und wirkt verdrängend. Nach 2 - 3 Jahren fällt es aus und hinterläßt kahle Stellen, die erosionsgefährdet sind.

Fertigrasen Rasensoden können kostensparend selbst gewonnen werden bei rechtzeitiger Anlage (mindestens 1 Jahr vorher) einer geeigneten Rasenfläche in Baustellennähe. Hierzu wird am besten ein Schälplflug verwendet. Rollrasen muß i. d. R. vom Fachhandel bezogen werden. Während der Zwischenlagerung (max. 3 Tage) sind die Wurzeln feucht zu halten.

Saatzeit Die günstigste Saatzeit ist der Spätsommer, weil hier die Witterungsverhältnisse am ausgeglichtesten sind. Noch günstig ist das Frühjahr. Im übrigen läßt sich das ganze Jahr über säen, wenn gewisse Risiken durch Frost oder Trockenheit in Kauf genommen werden.

Pflege Der Jungrasen sollte etwa 8 Wochen nach der Saat gemäht werden. Dadurch wird die Entwicklung der Gräser wesentlich gefördert. Danach kann der Rasen nur durch dauernde Pflege Bestand haben, i. a. bei 1- bis 2maliger Mahd jährlich.

Das Mähgut sollte abgeräumt werden. Bleibt das Gras liegen, kann ein Nährstoffeintrag in das Gewässer hervorgerufen werden. Artenrückgang und Verbreitung von wühlenden Säugetieren können gefördert werden.

Kosten Die Kostenfaktoren sind: Vorbereitung des Saatbettes mit evtl. Grunddüngung, Einkauf von Saatgut, Aussaat, evtl. Verlegen von Jutegewebe, Einkauf und Verlegen von Rollrasen, erster Pflegeschnitt.

Beurteilung

Vorteile:

- ▶ Ansaaten sind leicht und preiswert herzustellen
- ▶ Fertigrasen bietet sofortigen Schutz
- ▶ Gut kombinierbar als Flächenschutz mit Gehölzpflanzungen
- ▶ Ganzjährig einsetzbare Lebendbauweise (außer bei Frost)

Nachteile:

- ▶ Ansaaten erst nach 4 - 8 Wochen wirksam
- ▶ Oberflächige Verwurzelung
- ▶ Förderung von Auflandungen auf Böschungen und Vorländern
- ▶ Pflegeaufwendig
- ▶ Gefahr der Florenverfälschung durch unkontrollierbare Saadmischungen
- ▶ Langjährige Dominanz standortfremder Grasarten
- ▶ Bei großflächiger Anwendung als Dauerschutz: naturferne Bauweise



Begrünung einer Uferböschung ohne Ansaat. Die Gräser und Kräuter entwickelten sich aus den im angedeckten Oberboden enthaltenen Samen.



Trockenrasen mit seinen tiefwurzelnden Gräsern und Kräutern gewährleistet einen guten Uferschutz. Wegen seiner Artenvielfalt ist er in ökologischer Hinsicht von großer Bedeutung. Er verursacht einen verhältnismäßig geringen Unterhaltungsaufwand.



Graswurzeln erreichen nur eine geringe Tiefe. Etwa 75 % der Wurzelmasse befinden sich in der oberen, ca. 5 cm dicken Bodenschicht.

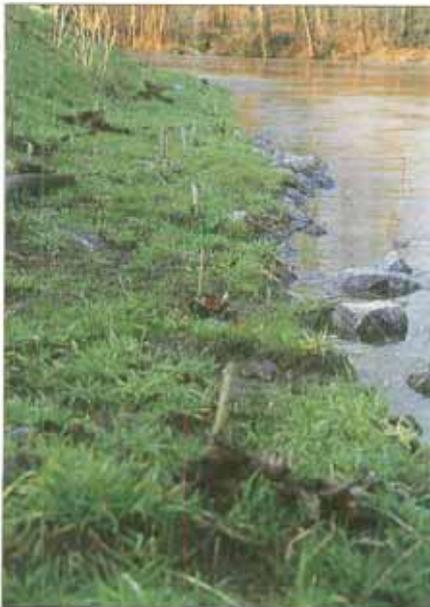


Eine noch im Oktober eingesäte Uferböschung. Um ein Abschwemmen des Oberbodens möglichst zu verhindern, wurde die Fläche mit Jute bzw. mit Fichtenreisern abgedeckt. Die zum Beschweren aufgelegten Steine wurden im folgenden Frühjahr an der Wasserwechselleinie eingebaut und später entfernt.

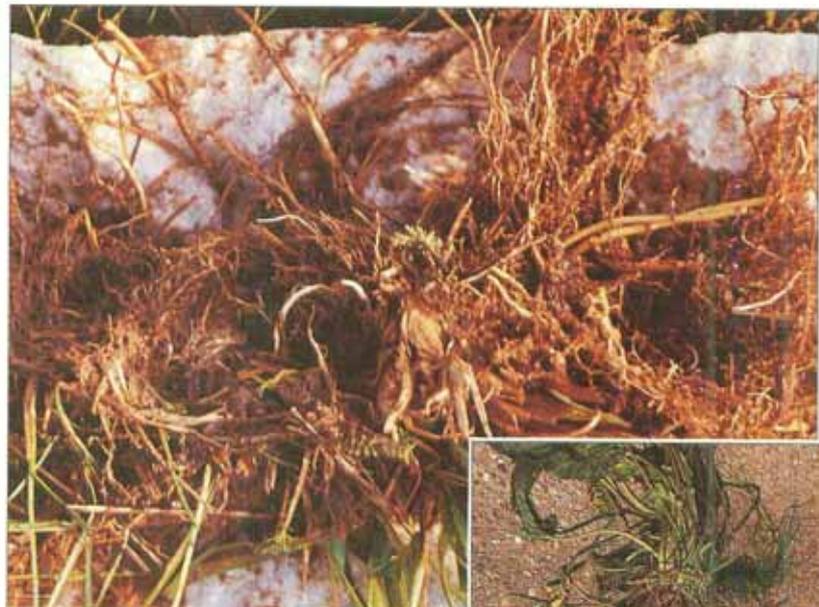


Bei den Pflegearbeiten wird sehr oft das Mähgut liegen gelassen. Neben anderen Nachteilen hat das zur Folge, daß die Grasnarbe verarmt und sich – wie auf dem Bild ersichtlich – Monokulturen entwickeln.

Das Wurzelwerk einer Grasnarbe ist flach, aber sehr dicht.



Spätsaaten können gegen Abschwemmen auch durch Beimischen von Wintergetreide gesichert werden.

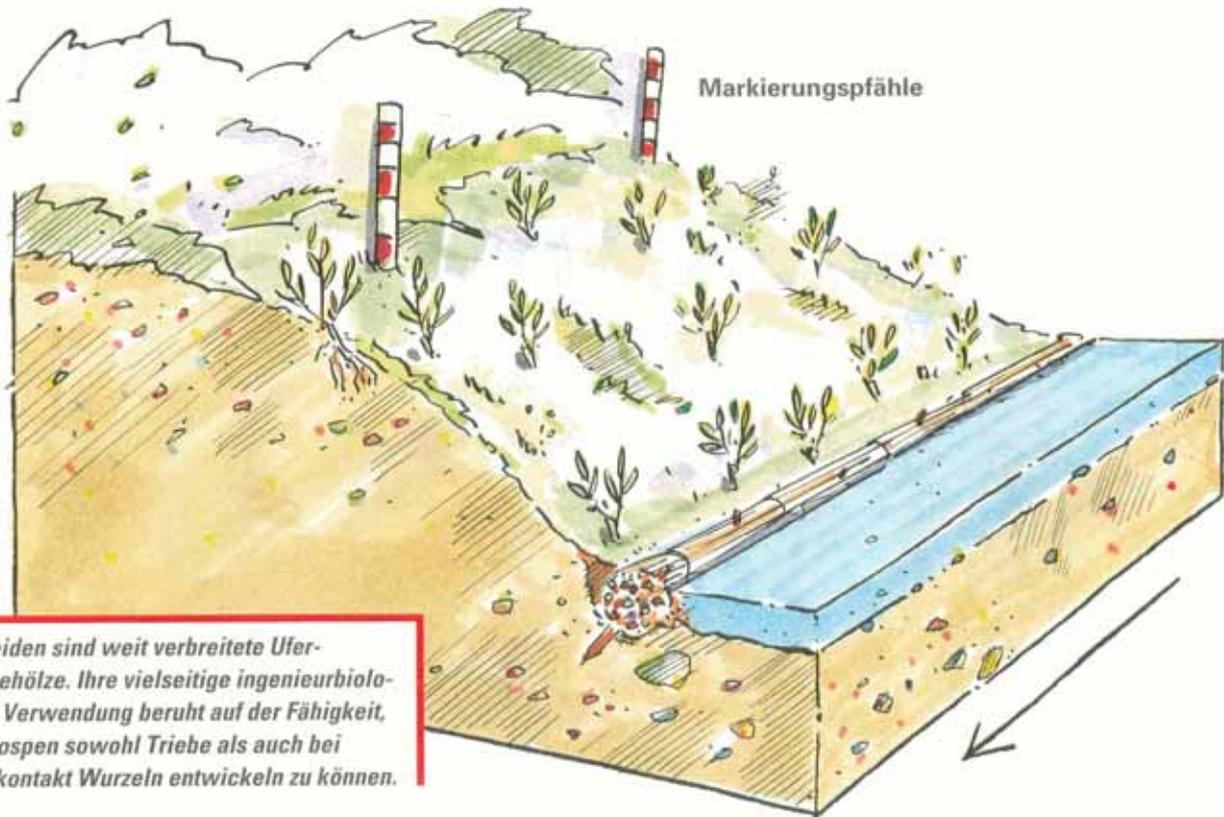


Hederichpflanze – in ca. 6 Wochen entwickelte die Pflanze eine Pfahlwurzel von 30 cm Länge. Die flache Grasnarbe wird durch derartige Wurzeln verankert.

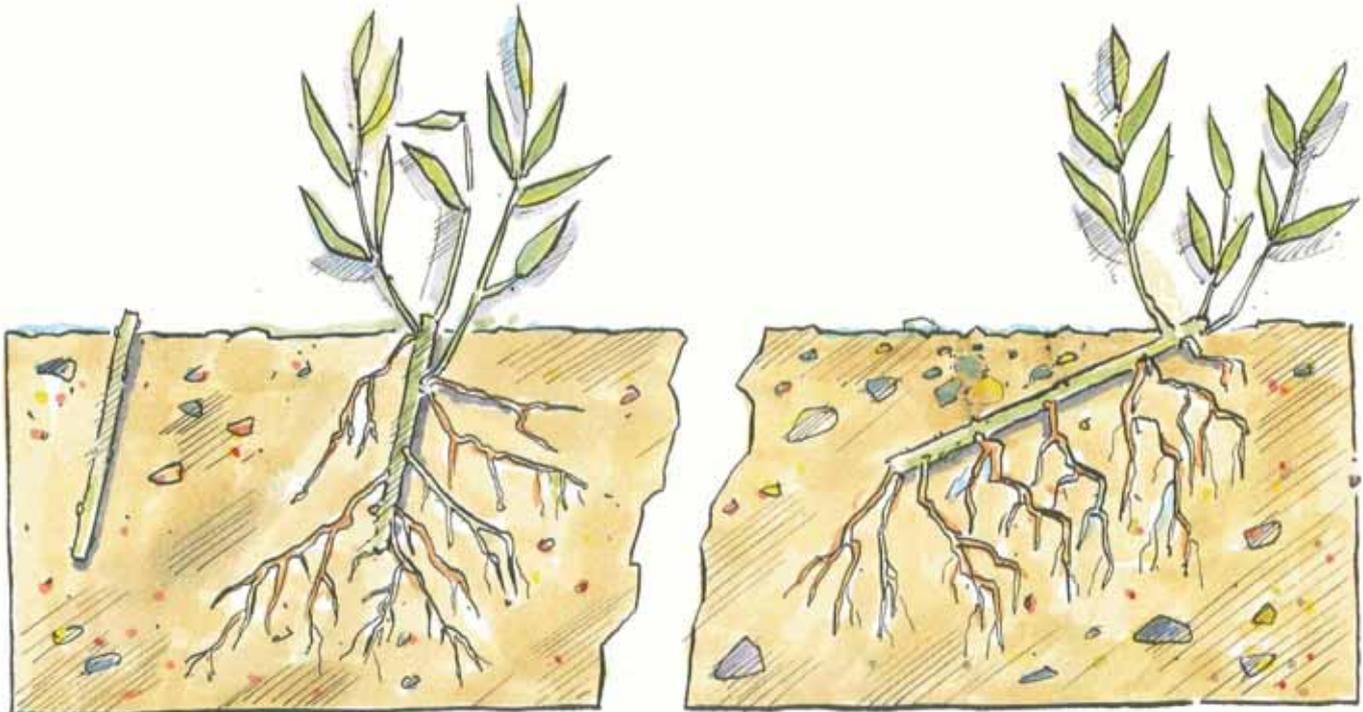


Wasserampfer – eine für den Uferschutz wichtige Pflanze. Durch die vielen und großen Blätter wird die Oberfläche abgedeckt, während die Wurzeln tief in den Untergrund eindringen (6 Wochen alte Pflanze).

Weidenstecklinge



Weiden sind weit verbreitete Ufergehölze. Ihre vielseitige ingenieurbiologische Verwendung beruht auf der Fähigkeit, aus Knospen sowohl Triebe als auch bei Bodenkontakt Wurzeln entwickeln zu können.



Frisch eingebrachter Steckling

Nach 6 Wochen

Schräg eingebrachte Stecklinge entwickeln mehr Wurzeln

Weidenstecklinge

Anwendungsbereich Zur Ufer- und Böschungssicherung der Wasserwechsel- und Überwasserzone in Gewässern bis 0,6 m Wassertiefe (SoMW) bei feinkörnigen bis steinigen Böden. In der Regel in Kombination mit anderen Bauweisen. Geeignet zur Sanierung kleinerer Böschungsschäden.

Wirkungsweise Die Wurzelentwicklung der Stecklinge hängt, wie bei allen Pflanzen, von den Bodeneigenschaften ab (Nährstoffe, Feuchtigkeit, Verdichtung u. a.). Stecklinge können gut zwischen Steinen und anderen Bodenabdeckungen (z. B. Spreitlagen) eingebracht werden.

Herstellung Die 2 - 5 cm dicken und 30 - 50 cm langen Stecklinge werden am besten schräg von Hand in den Boden eingesteckt oder eingedrückt. Bei schweren Böden sind die Löcher mit Brechisen oder dergleichen vorzubohren. Flach gesteckte Stecklinge entwickeln mehr Wurzelmasse als senkrecht gesteckte. Die Stecklinge sind so tief in den Boden einzubringen, daß höchstens 2 - 3 Knospen über Gelände verbleiben. Der Abstand zwischen den Stecklingen beträgt 30 - 50 cm. Einschlagen oder maschinelles Eindringen hat sich in der Praxis nicht bewährt, weil dadurch die Rinde oder die Knospen oft beschädigt werden.

Material

Schmalblättrige Weiden: Purpurweide (*Salix purpurea*)
Hanfweide (*Salix viminalis*)
Mandelweide (*Salix triandra*)
Reifweide (*Salix daphnoides*)
Bruchweide (*Salix fragilis*)
Silberweide (*Salix alba*)

Die Stecklinge sollen möglichst aus örtlichen Weidenbeständen gewonnen werden. Sie müssen gesund und astfrei sein. Weiterhin müssen sie glatt, ohne Rindenverletzung und nicht zersplittert sein. Daher ist bei der Gewinnung nur Astschere oder Säge zu benutzen.

Besonderer Wert ist auf gesunde und unverletzte Knospen zu legen.

Während der Vegetationszeit geschnittenes Weidenmaterial, das nicht sofort gesteckt werden kann, ist naß zwischenzulagern.

Einbauzeit Möglichst zwischen Oktober und März. Am günstigsten ist die Herbstpflanzung.

Pflege Fertigstellungspflege wegen Beschattung durch Krautflora. Entwicklungspflege je nach Zielsetzung.

Kosten Die Kostenfaktoren sind: Gewinnung der Stecklinge, Transport zur Einbaustelle, Einbau (abhängig von der Dicke der Stecklinge und den Bodenverhältnissen)

Beurteilung

Vorteile:

- ▶ Langfristig guter Ufer- und Böschungsschutz
- ▶ Gut kombinierbar mit anderen Bauweisen
- ▶ Ökologische Beurteilung wie Gehölzpflanzung
- ▶ Für Bachpaten geeignet

Nachteile:

- ▶ Empfindlich gegen Beschattung (Krautwuchs, Gehölze)



Purpurweide
(*Salix purpurea*)



Hanfweide
(*Salix viminalis*)



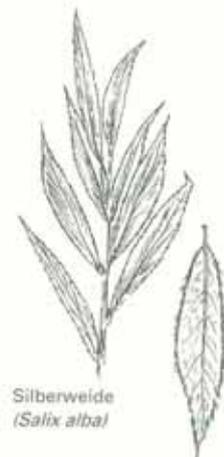
Mandelweide
(*Salix triandra*)



Reifweide
(*Salix daphnoides*)



Bruchweide
(*Salix fragilis*)



Silberweide
(*Salix alba*)

Blattzeichnungen: Siegfried Latke



Wiederherstellen einer Dammbuchstelle in einem Naturschutzgebiet am Neckar. Bevor der endgültige Gehölzwuchs gepflanzt wird, erfolgt der Schutz durch schnellwachsende Weiden, die durch Spreitlage und als Stecklinge gepflanzt werden.



Weidenstecklinge von Purpurweide. Dicke ca. 2 cm, Länge 30 cm.



Ein Uferabbruch wurde mit Geschiebe aus dem Fluß aufgefüllt. Der Anteil von bindigem Bodenmaterial war gering.
Links: 3 Monate nach Austrieb.
Oben: 1 Jahr später.

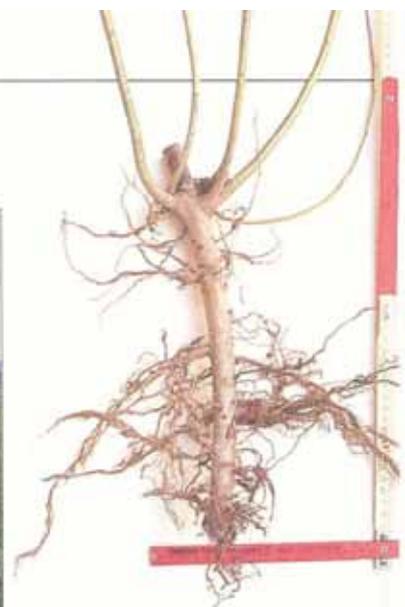
Weidenstecklinge



Schäden an einem älteren Böschungspflaster wurden durch Weidenstecklinge behoben.

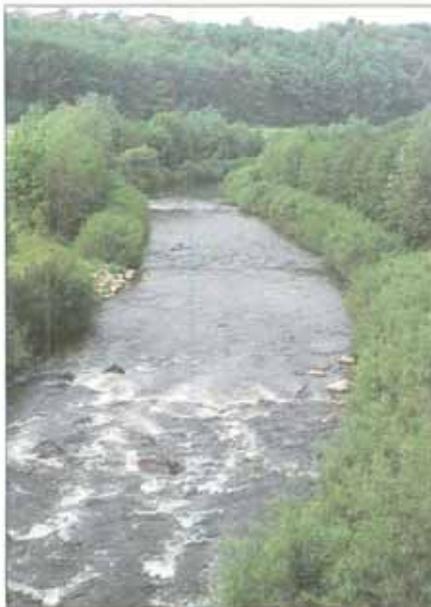


Wie links in der dritten Vegetationsperiode.



Weidensteckling, im Februar gepflanzt, nach der ersten Vegetationsperiode.

Die im Bereich der Wasserwechselzone stockenden Weiden wurden durch ein Hochwasser umgelegt und schützten gut das Ufer.

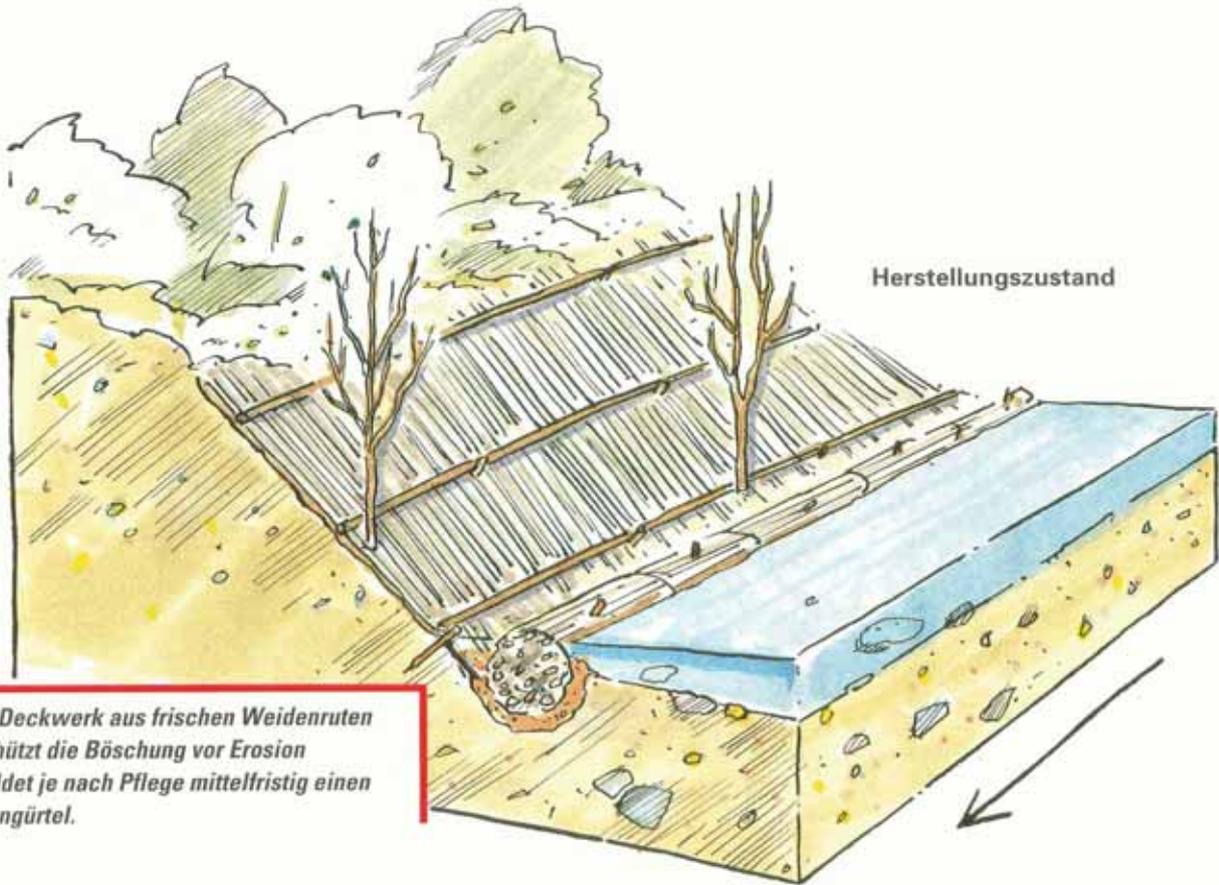


Weidengürtel – entstanden durch eine Stecklingspflanzung. Im Laufe der Zeit werden die Weiden durch die übrigen Gehölze zurückgedrängt.

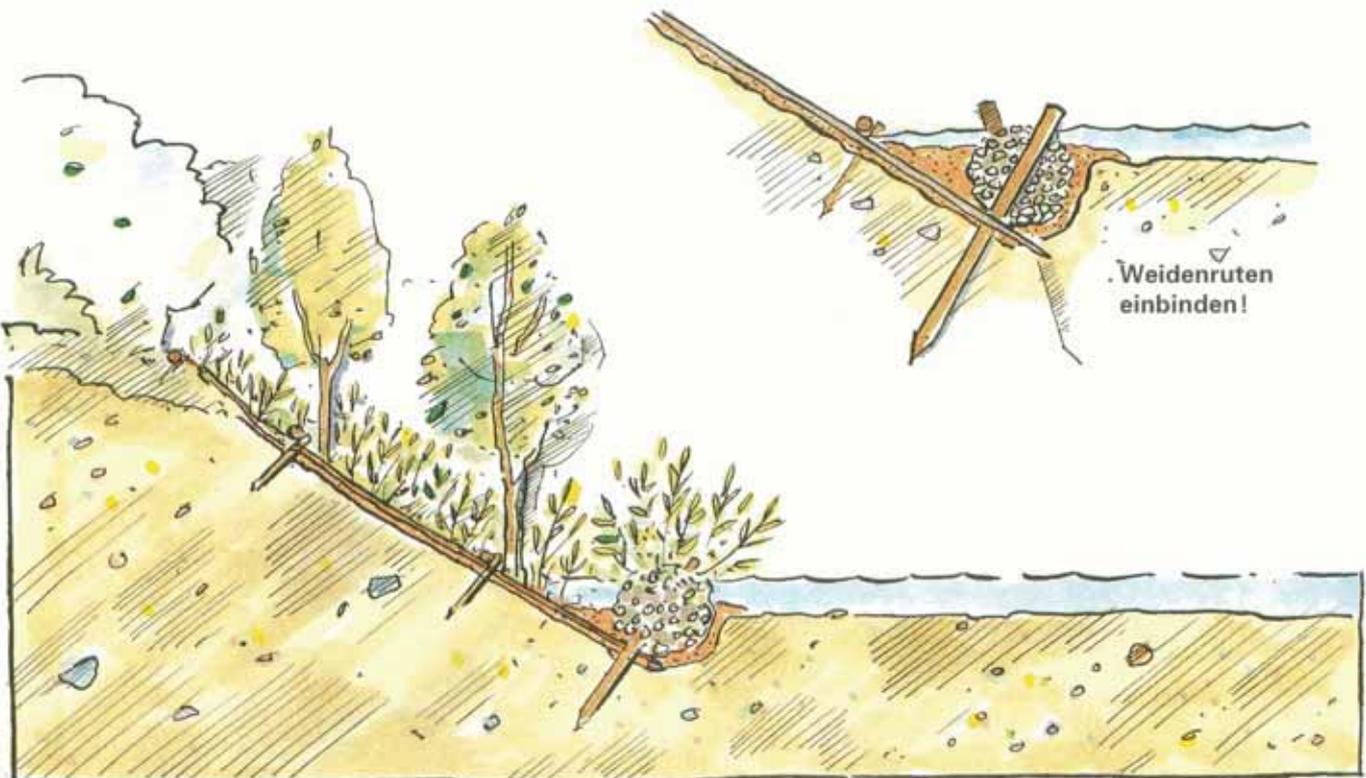


Durch Hochwasser umgelegte Purpurweiden, die z.T. durch Geschiebe geschält wurden. In kürzester Zeit entwickelten sich aus den Wurzelstöcken neue, sehr rasch wachsende Triebe.

Weidenspreitlage



Ein Deckwerk aus frischen Weidenruten schützt die Böschung vor Erosion und bildet je nach Pflege mittelfristig einen Weidengürtel.



Entwicklungszustand nach 3 Monaten

Anwendungsbereich Unterwasser- und Wasserwechselzone bei Gewässern ab 2 m Sohlenbreite bei feinkörnigen bis steinigen Böden. Ab 0,5 m Wassertiefe (SoMW) zusätzliche Böschungfußsicherung erforderlich. Geeignet für starke Beanspruchungen. Böschungsneigung max. 1 : 1.

Wirkungsweise Dauerhafte oder vorübergehende Sicherung von erosionsgefährdeten Böschungen durch Abdecken der Böschungflächen mit ausschlagfähigen Weidenruten. Die ausgeschlagenen Weiden gewährleisten kurzfristig einen zunehmenden Stabilisierungseffekt, der bei Kombination mit Gehölzpflanzungen (und entsprechender Pflege) durch deren Wurzeln übernommen wird.

Herstellung Die Böschungfläche wird eingeebnet. Längs des Böschungfußes wird ein etwa spatentiefer Graben zur Einbindung der Weidenruten in die Sohle hergestellt. Weidenruten werden senkrecht zur Fließrichtung dicht aneinander auf der Böschung verlegt. Das untere Ende wird in den vorgefertigten Graben am Böschungfuß eingebunden. Zum Schutz vor Auskolkung am Böschungfuß können z. B. zusätzliche Faschinenwalzen eingebaut werden. Der Rutenbelag wird mit Stangen, in Ausnahmen mit geglühtem Spanndraht, fest auf die Böschung angedrückt. Hierzu sind nach dem Auflegen der Weidenruten die Pfähle mit Stangen oder Draht untereinander zu verbinden und so weit einzuschlagen, daß die Weiden weitgehend ohne Hohlräume fest auf dem Boden aufliegen. Anschließend wird die Spreitlage leicht übererdet. Alle Zweige und Ruten sind in Erde einzubetten, aber nicht vollständig zu überdecken. Ist langfristig ein anderer Gehölzaufbau anstelle eines Weidengürtels vorgesehen, so sind gleichzeitig Bäume (Klemmpflanzung) zu pflanzen, da spätere Pflanzungen nur geringen Erfolg haben. Hierfür sind mit einem Holzpfehl Löcher in der Spreitlage herzustellen, die der Ballengröße einer Jungpflanze entsprechen. Nachdem die Pflanzen eingebracht sind, wird das Andrücken ebenfalls mit dem Holzpfehl ausgeführt.

Material

- ▶ **Weidenruten** 2- bis 3jährige Ruten von schmalblättrigen Strauchweiden sind zu bevorzugen. Es sind lokale standortheimische Arten zu verwenden. Salweide und Grauweide sind ungeeignet. Nach dem Schnitt sofort einbauen oder naß zwischenlagern wegen Austrocknungsgefahr.
- ▶ **Pfähle** Unbehandeltes, leicht verrottbares Nadelholz, Pfehlänge etwa 1 m, Durchmesser 4 - 8 cm, 1,5 Stück/qm
- ▶ **Ggf. Stangen** 3 - 4 m lange Stangen aus Nadelholz, Durchmesser 4 - 8 cm
- ▶ **Verbindungsmaterial** Geglühter Draht, evtl. Nägel

Einbauzeit Bevorzugt bei geringer Wasserführung; Einbau von Weidenspreitlagen nicht in der Blütezeit oder bei Frost.

Pflege Ggf. Entfernen von Kräutern, die den Wuchs behindern, z. B. Brennesseln, Springkraut o. ä. Entsprechend den hydraulischen Erfordernissen Rückschnitt des Weidengebüsches. Entfernung des Drahts. Bei einer zusätzlichen Gehölzpflanzung sind durch einen Rückschnitt der Weidentriebe die jungen Gehölzpflanzen der Dauerbestockung freizuhalten, soweit diese im Wuchs behindert werden.

Kosten Kostenbildende Faktoren sind Gewinnung, Transport und Einbau von Weidenmaterial, wenn dies nicht bei Pflegemaßnahmen anfällt. Pfähle, Stangen und Draht müssen beschafft werden. Der Einbau ist arbeitsaufwendig (ca. 10 Arbeitsstunden für den Einbau von 10 m² Weidenspreitlage).

Beurteilung

Vorteile:

- ▶ Sofort und langfristig wirksam
- ▶ Sich ständig verbessernde Schutzwirkung
- ▶ Gute Schutzwirkung bis zur langfristigen Ausbildung einer Dauerbestockung
- ▶ Schnelle Bildung eines ökologisch vorteilhaften Wurzelvorhangs

Nachteile:

- ▶ Unter Umständen aufwendige Materialbeschaffung, zeitaufwendige Herstellung
- ▶ Weiden empfindlich gegen Schatten (zu beachten im Bereich von Bäumen und bei steilen Böschungen)
- ▶ Entfernung des Verbindungsmaterials



Fertig verlegte Spreitlage, Überspannung mit Nadelholzstangen.



Wie vor, 6 Wochen nach Austrieb.



Wie vor, in der 3. Vegetationsperiode.

Weidenspreitlage



Die Weidenruten wurden nicht sorgfältig verlegt. Durch den lockeren Draht können die Weiden nicht an die Böschung gedrückt werden. Eine Bewurzelung auf ganzer Rutenlänge ist nicht möglich.

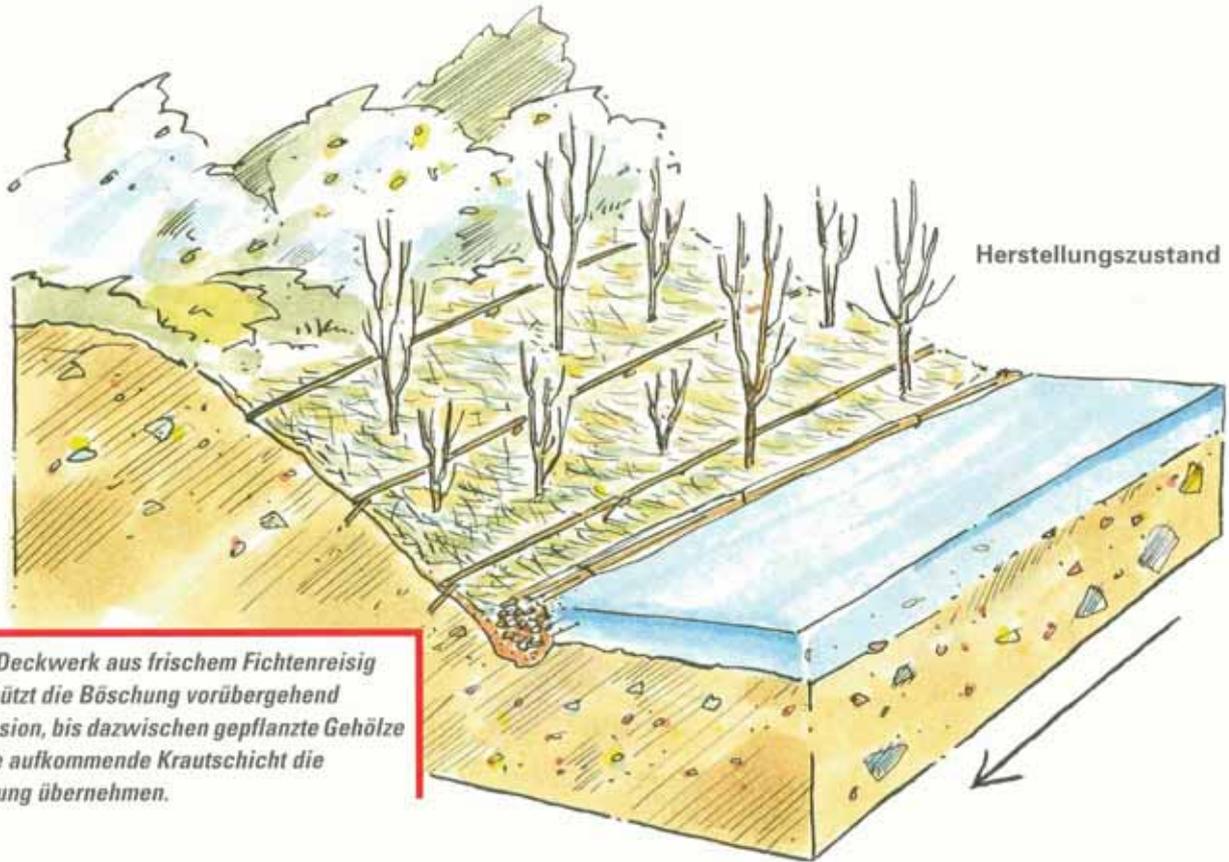


5 Jahre später. Bewurzelung nur am Böschungsfuß möglich.



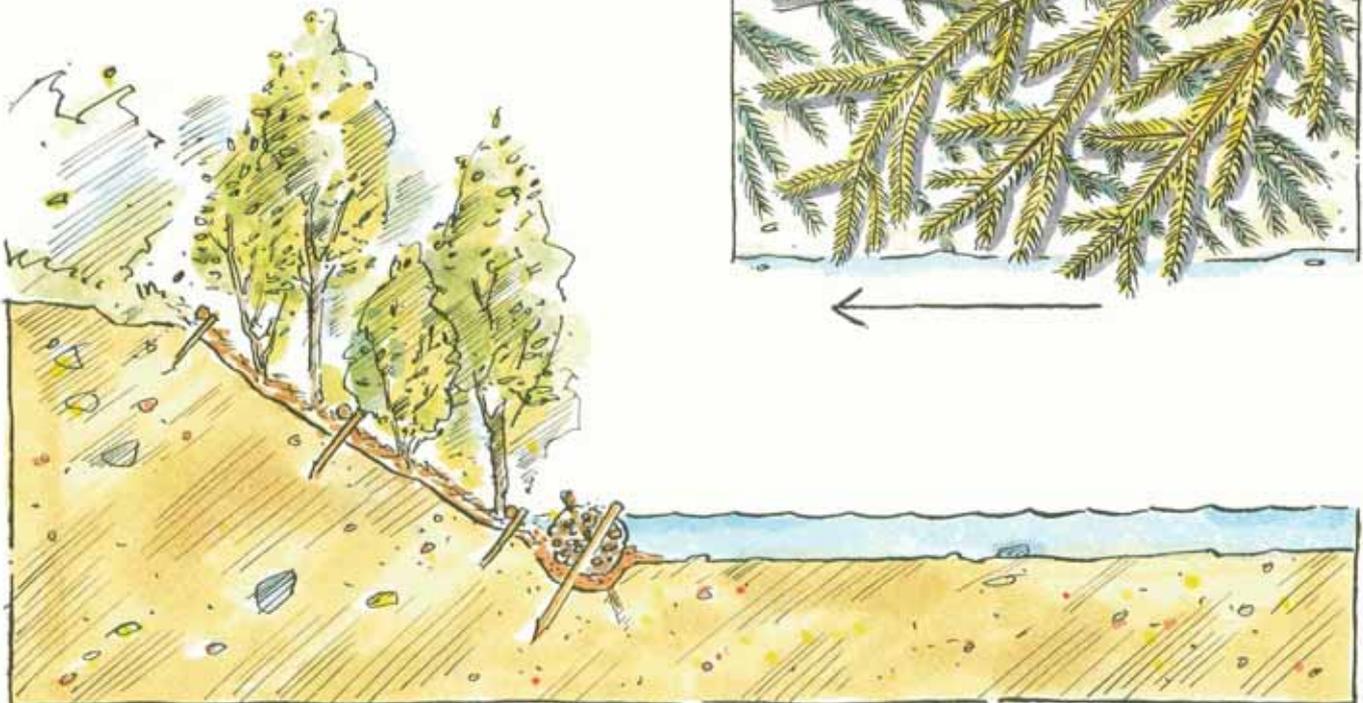
Guter Anwuchserfolg einer Weidenspreitlage nach einem Jahr.

Fichtenspreitlage



Ein Deckwerk aus frischem Fichtenreisig schützt die Böschung vorübergehend vor Erosion, bis dazwischen gepflanzte Gehölze und die aufkommende Krautschicht die Sicherung übernehmen.

Fichtenreisig, kreuzförmig verlegt



Schnitt

Anwendungsbereich Zur vorübergehenden Sicherung erosionsgefährdeter Böschungen und Vorlandflächen in der Wasserwechsel- und Überwasserzone, besonders geeignet zum sofortigen Schutz frisch hergestellter Flächen in der Vegetationsruhezeit und in stark beschatteten Bereichen, bei schwächerer Beanspruchung. Außerdem zur vorübergehenden Sicherung des Böschungsfußes in der Unterwasserzone. In langsam fließenden (< 1 m/s), feinsedimentführenden Gewässern bis zu 0,5 m Wassertiefe (SoMW). Wirkung ähnlich wie Rauhbaum.

Wirkungsweise Die dichte Packung des Fichtenreisigs setzt die Fließgeschwindigkeit über der Böschungfläche bzw. am Böschungsfuß erheblich herab. Neben der erosionsschützenden Wirkung werden hierdurch Anlandungen gefördert. Die volle Wirkung ist in der Überwasserzone auf 2-3 Monate beschränkt (solange die Nadeln halten), im Wasserwechsel- und Unterwasserbereich etwas länger. Die Fichtenspreitlage wird in der Regel mit Gehölzpflanzungen kombiniert. Die Flächen können eingesät oder der Sukzession überlassen werden.

Herstellung In die eingeebnete Böschung (max. Neigung 1:1,5, in Ausnahmefällen 1:1) werden zunächst die Gehölze eingepflanzt bzw. die Gräser und Kräuter gesät, welche die langfristige Ufersicherung übernehmen sollen. Frisch geschlagene, dicht benadelte Fichtenzweige werden zweilagig gekreuzt auf die Fläche gelegt, wobei die untere Lage mit 45° gegen die Fließrichtung und die obere Lage in 45° mit der Fließrichtung verlegt wird. Die untere Reisiglage kann ebensogut durch Stroh ersetzt werden. Die Befestigung des Fichtenreisigs erfolgt wie bei der Weidenspreitlage: 0,7 - 1,0 m lange Pflöcke werden in regelmäßigen Abständen (1,0 - 1,2 m) zu 2/3 in den Boden geschlagen, geglühter Eisendraht diagonal verspannt und die Reisiglagen durch weiteres Einschlagen der Pflöcke an den Boden gedrückt. Die Befestigung kann mit Fichtenstangen ergänzt werden. Auf Vorlandflächen und flach geneigten Böschungen können die Lagen auch mit großen Steinen beschwert werden. Auf eine dichte Bedeckung des Bodens ist zu achten, daß die Reisiglage auch nach Verlust der Nadeln zumindest teilweise ihre Schutzfunktion erfüllen kann.

Material Frisches, dicht benadeltes Fichtenreisig mit Stangen, evtl. Stroh, Holzpfähle (siehe Bauweise »Stangenverbau«), geglühter Eisendraht (2 mm), evtl. Steine (mind. 5 kp).

Einbauzeit Beliebig, Pflanzungen außerhalb der Vegetationszeit.

Pflege Nach 1 - 2 Jahren Entfernen der nicht verrottbaren Teile.

Kosten Kostenbildende Faktoren sind Gewinnung, Transport und Einbau von Fichtenreisig. Dieses fällt bei Forstarbeiten häufig kostenlos an. Pfähle und Draht müssen beschafft werden. Für den Einbau von 10 qm Fichtenspreitlage sind ca. 5 Arbeitsstunden notwendig.

Beurteilung

Vorteile:

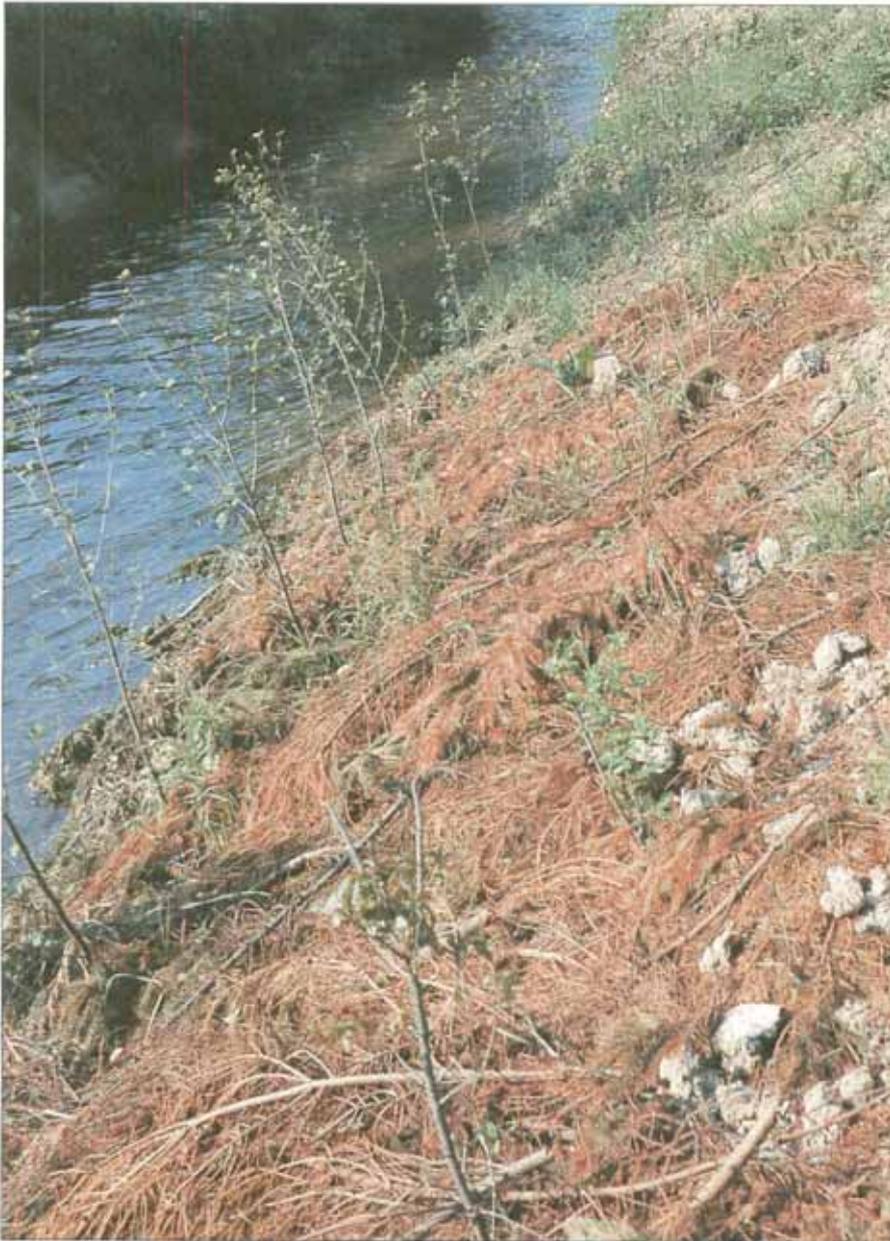
- ▶ Sofortiger Erosionsschutz
- ▶ Keine Pflege
- ▶ Leicht kombinierbar mit Gehölz- oder Stecklingspflanzungen und Rasenansaat
- ▶ Keine Florenverfälschung, da sich die Krautschicht spontan entwickeln kann
- ▶ Geeignet für schattige Standorte

Nachteile:

- ▶ Nur relativ kurze Zeit wirksam



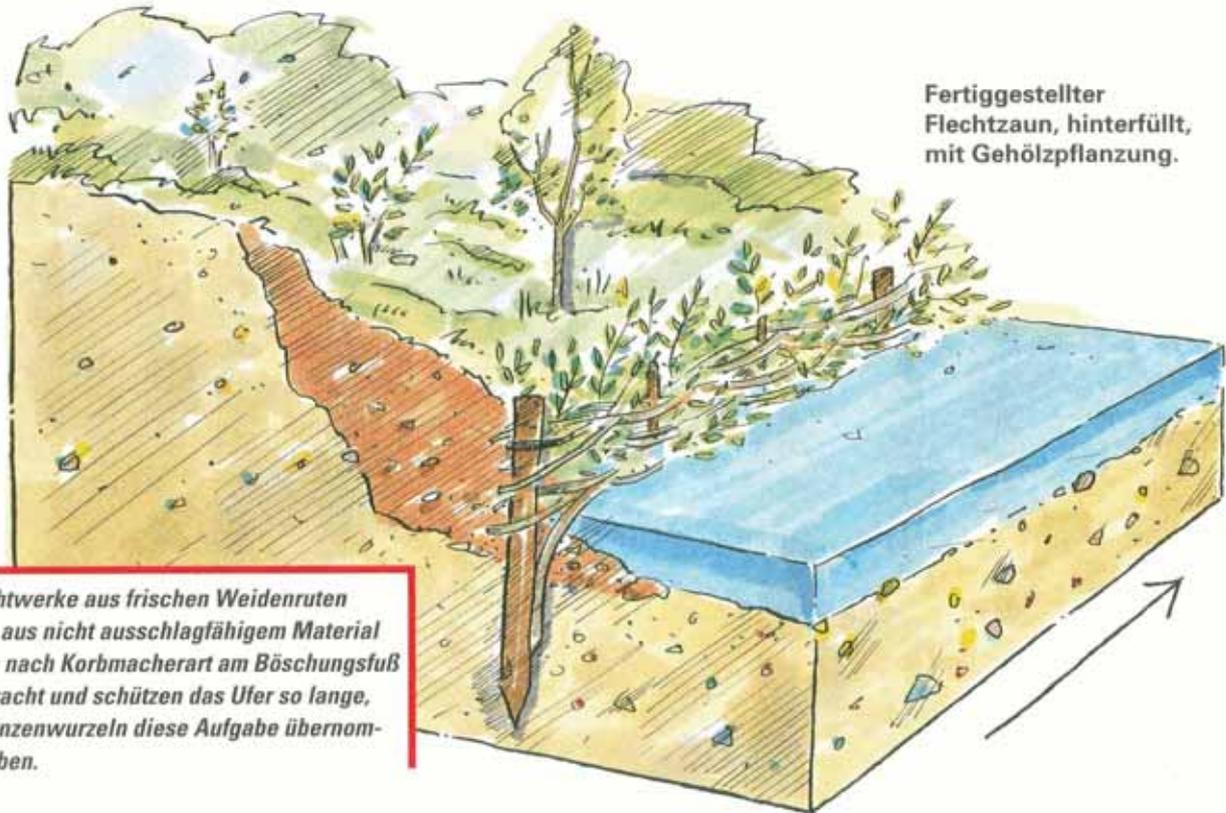
Frisch hergestellte Fichtenspreitlage mit Gehölzpflanzung.



Wie links, 4 Wochen nach Einbau.

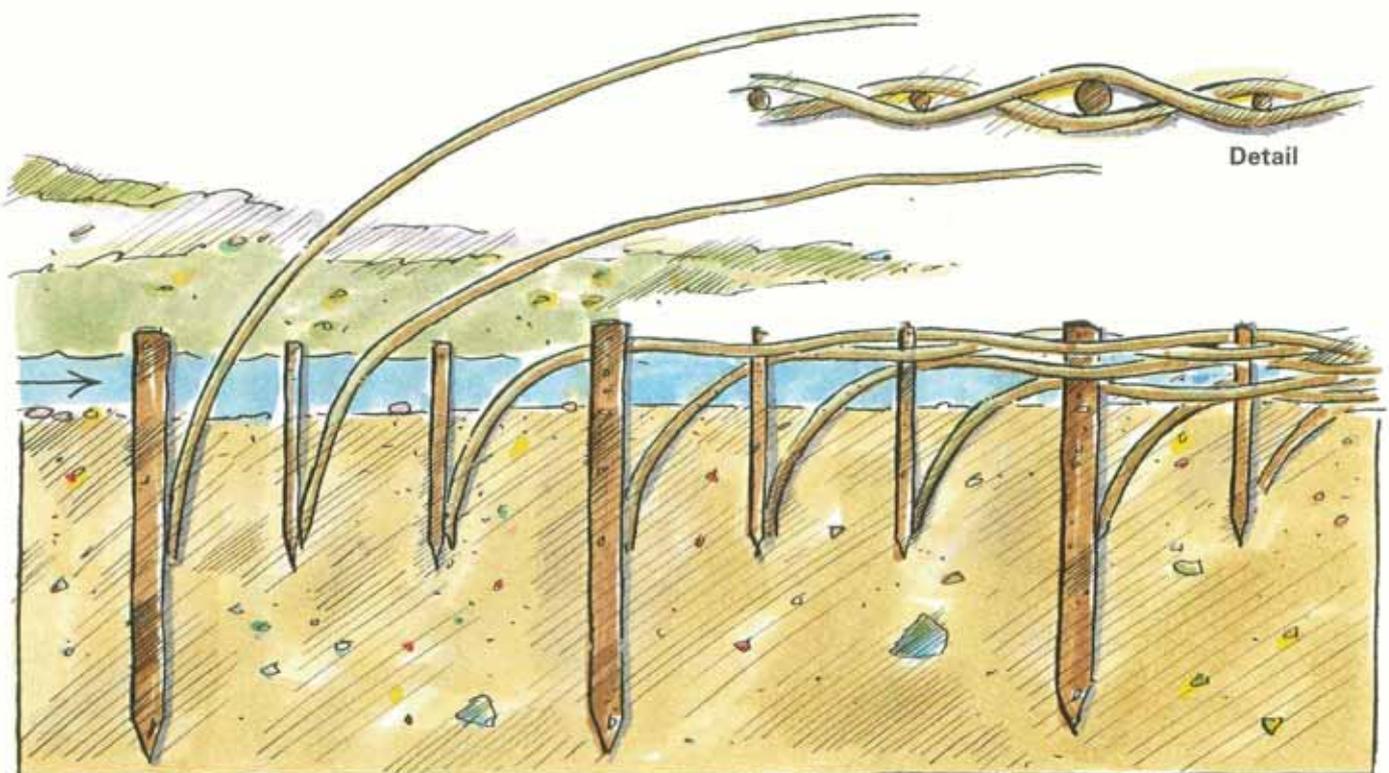


Flechtwerke



Fertiggestellter
Flechtzaun, hinterfüllt,
mit Gehölzpflanzung.

Flechtwerke aus frischen Weidenruten oder aus nicht ausschlagfähigem Material werden nach Korbmacherart am Böschungfuß eingebracht und schützen das Ufer so lange, bis Pflanzenwurzeln diese Aufgabe übernommen haben.



Längsschnitt, Weidenenden in Sohle oder Böschung eindrücken.

Anwendungsbereich Unterwasser- und Wasserwechselzone bei Gewässern von feinkörnigen bis kiesigen Böden, bis 0,3 m Wassertiefe (SoMW), Verbauhöhe max. 0,4 m.

Wirkungsweise Vorübergehende Sicherung von erosionsgefährdeten Bereichen am Böschungsfuß. Haltbarkeit 3 - 5 Jahre bei nicht ausschlagfähigen Flechtwerken. Die Flechtwerke sind immer zusammen mit Gehölzpflanzungen anzuwenden, deren Wurzeln die Sicherung übernehmen können. Die ausgeschlagenen Weiden bei lebenden Flechtwerken gewährleisten darüberhinaus einen zunehmenden Stabilisierungseffekt bis zu der allmählichen Ablösung durch die Dauerbestockung.

Herstellung

a) Lebende Flechtwerke aus ausschlagfähigen Weidenruten

Längs gepflanter oder bestehender Uferlinie Pfähle ca. 50 - 70 cm tief senkrecht oder leicht nach hinten geneigt im Abstand von ca. 1,0 m einschlagen. Dazwischen werden zwei lebende Steckhölzer gesetzt, die etwa 30 cm in die Sohle einzubinden sind. Ruten schmalblättriger Baum- oder Strauchweiden mit dem Ende in den Boden stecken und nach Korbmacherart durch die Pfahlreihe über Wasser einflechten. Jetzt das Geflecht bis zur Sohle eindrücken und das Flechtwerk bis zur gewünschten Höhe fertigstellen. Pfähle bis auf Verbauhöhe kürzen, Arbeitsraum hinterfüllen und zur Bepflanzung vorbereiten.

b) Flechtwerke aus nicht ausschlagfähigem Material

Pfähle im Abstand von ca. 0,5 m einschlagen und mit biegsamem, kräftigem Laubholzreisig umflechten, sonst wie unter a) beschrieben.

Material

- ▶ Pfähle Unbehandeltes, leicht verrottbares Nadelholz, Pfahllänge etwa 1,20 - 1,50 m, Pfahldurchmesser 4 - 10 cm, 1 - 2 Stück/m.
- ▶ Steckhölzer Länge ca. 60 cm, 2 Stück/m (nur bei lebendem Flechtwerk).
- ▶ Weidenruten oder Laubholzreisig Frische, daumenstarke, ca. 1,20 - 1,50 m lange Weidenruten (*Salix alba*, *Salix fragilis*, *Salix purpurea* u. a.) ca. 10 Stück für 0,3 m Verbauhöhe oder frisches, biegsames Laubholzreisig, das z. B. bei der Verjüngung von Feldgehölzen gewonnen werden kann, ca. 7 - 10 Stück für 0,3 m Verbauhöhe.
- ▶ Hinterfüllung Material entsprechend der angetroffenen Bodenzusammensetzung.

Einbauzeit Beliebig. Bei Verwendung ausschlagfähiger Weiden nicht in deren Blütezeit.

Pflege Ggf. Weiden zurückschneiden zur Erhaltung der Abflusskapazität.

Kosten Die Kosten sind abhängig von Gewinnung, Transport und Einbau der Pfähle und des Weidenmaterials. Das Einbaumaterial fällt künftig bei Pflegemaßnahmen an. Der Einbau ist arbeitszeitaufwendig (ca. 4 Arbeitsstunden und 0,5 Stunden Einsatz einer Ramme oder eines Baggers für 10 m Flechtwerk).

Beurteilung

Vorteile:

- ▶ Sofort wirksam
- ▶ Sich ständig verbessernde Schutzwirkung bei lebendem Flechtwerk
- ▶ Schnelle Bildung eines ökologisch vorteilhaften Wurzelvorhangs (bei lebendem Flechtwerk)
- ▶ Auch ohne Baumaschinen an unzugänglichen Stellen einzubringen
- ▶ Für Bachpaten unter Anleitung geeignet

Nachteile:

- ▶ Bei Flechtwerk aus nicht ausschlagfähigem Material kurze Wirkung, dauerhafte Sicherung muß durch Gehölzpflanzung erreicht werden
- ▶ Hinterspülungsgefährdet
- ▶ u. U. aufwendige Materialbeschaffung
- ▶ Lebende Flechtwerke empfindlich gegen Beschattung und hohe Wasserführung
- ▶ Ggf. Rückschnitt der Weidentriebe zur Erhaltung der Abflusskapazität erforderlich



Unbehandeltes Nadelholz für Totholzpfähle.



Ruten schmalblättriger Weiden.



Weiden biegsam halten, am besten ins Wasser legen.



Totholzpfähle längs der Uferlinie im Abstand von ca. 1 m einschlagen, dazwischen zwei lebende Steckhölzer 20 – 30 cm tief stecken.



Biegsame, ausschlagfähige Weidenruten mit dem dickeren Ende in den Boden, am besten bis in den Unterwasserbereich stecken und nach Korbmacherart durch die Pfahlreihe einflechten.



Verbleibende Böschung abschrägen und damit Arbeitsraum hinterfüllen, einschlämmen, um Weidenruten Substratkontakt zu bieten.



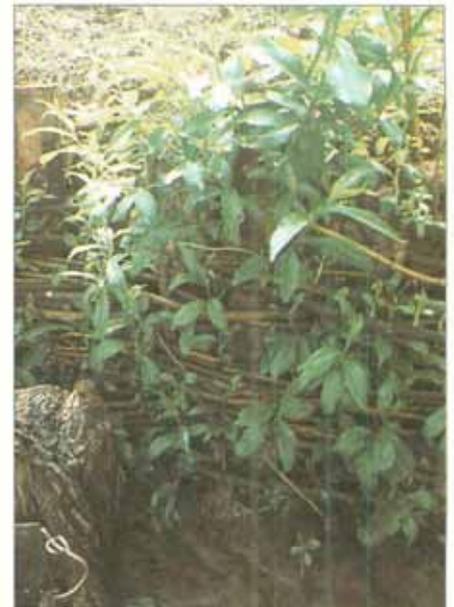
Lebender Flechtzaun fertiggestellt und zur Gehölzpflanzung vorbereitet.



Der hinterpflanzte Flechtzaun bietet sofortigen Erosionsschutz.



Wie vor, 6 Wochen nach Fertigstellung.

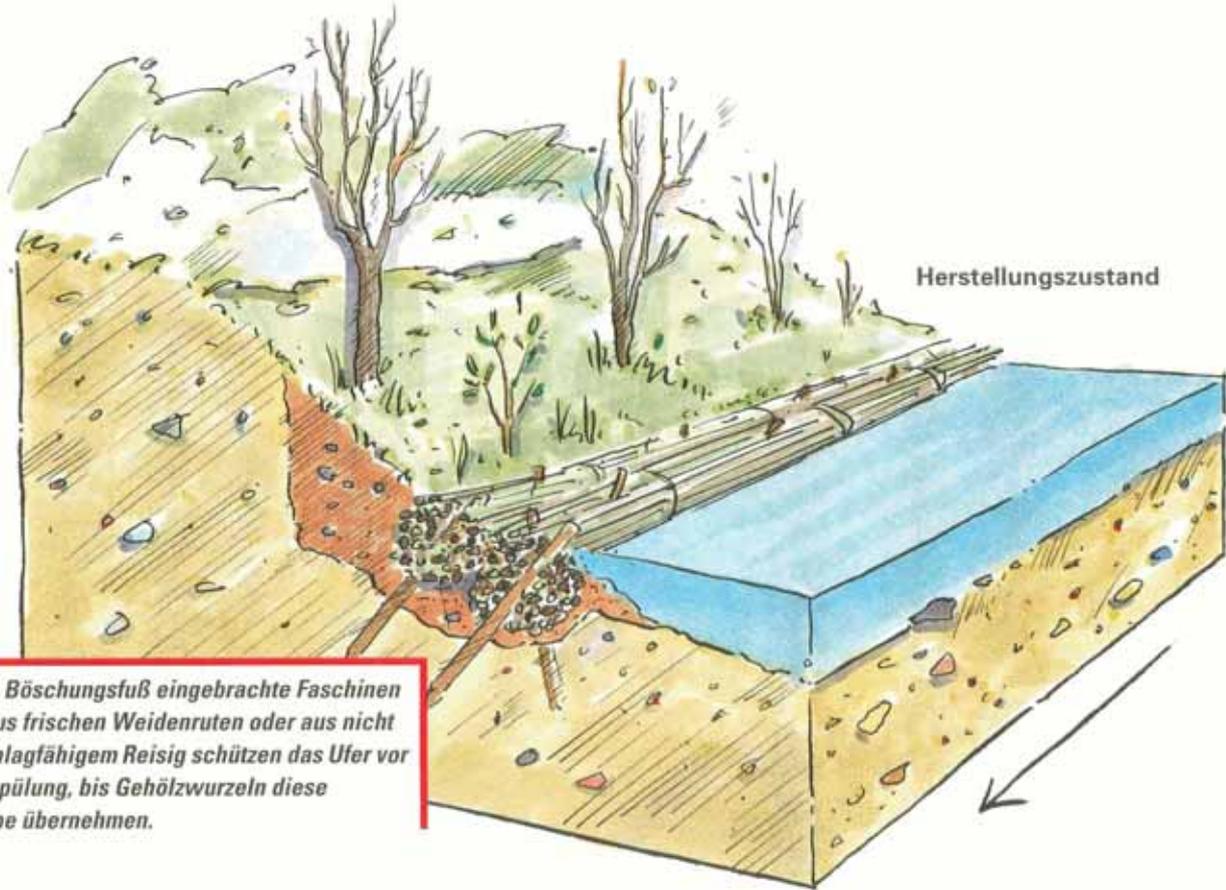


Detail



Wie vor, Detail mit ausgeschlagenen Weidenruten.

Faschinenwalzen



Am Böschungsfuß eingebrachte Faschinen aus frischen Weidenruten oder aus nicht ausschlagfähigem Reisig schützen das Ufer vor Unterspülung, bis Gehölzwurzeln diese Aufgabe übernehmen.



Entwicklungszustand nach 3 Monaten

Anwendungsbereich Faschinenwalzen werden zum sofortigen Schutz des Böschungsfußes in der Unterwasser- und Wasserwechselzone eingebaut. Anwendung bei feinkörnigen bis steinigen Böden möglich.

Wirkungsweise Vorübergehende Sicherung des Böschungsfußes, bei ausschlagfähigen Weidenfaschinen mittelfristige Durchwurzelung des unteren Böschungsbereichs. Gehölzpflanzungen übernehmen langfristig die Ufersicherung und verdrängen bei entsprechender Pflege den Weidengürtel. Haltbarkeit von nicht ausschlagfähigen Faschinen in der Unterwasserzone ca. 10 - 30 Jahre.

Herstellung Weidenruten oder Reisigäste werden zu zylindrischen Körpern von 3 - 10 m Länge und 10 - 40 cm Durchmesser zusammengebunden. In einen spatentiefen Graben am Böschungsfuß werden die Faschinenwalzen verlegt. Anschließend folgt die Andeckung mit dem Aushub. Durch Einschwebmen von Erde werden Hohlräume zwischen den Ruten weitgehend verfüllt.

Die Faschinenwalzen werden durch Pfähle im Untergrund verankert. Die Pfähle werden durch die Faschinen durchgeschlagen und nicht weiter befestigt.

Abstände zwischen den Pfählen sowie die Pfahllängen sind je nach Bodenart und Beanspruchung zu wählen (Richtwert ca. 1 m Abstand).

Material

▶ **Ausschlagfähige Faschinen** 3- bis 4jährige Weidenruten aller Weidenarten. Der Anteil an schmalblättrigen Weiden (Korbweide, Mandelweide, Purpurweide) sollte nicht unter 30 % liegen. Nach dem Schnitt muß der Einbau sofort erfolgen, da eine Zwischenlagerung nur wenige Tage im Wasser möglich ist (Austrocknungsgefahr). Zur Materialersparnis kann auch nicht ausschlagfähiges Reisig mit eingebunden werden.

▶ **Nicht ausschlagfähige Faschinen** Biegsames Laubholzreisig

▶ **Pfähle** Unbehandeltes, leicht verrottbares Nadelholz (keine Lärche), Pfahllänge 1,2 - 1,5 m, Pfahldurchmesser 8 - 12 cm, an einem Ende zugespitzt und gegebenenfalls mit Pfahlschuh und Blechring versehen; 1 - 2 Stück/m.

▶ **Verbindungsmaterial** Geglühter Draht.

Einbauzeit Einbau von Weidenfaschinen nicht in der Blütezeit oder bei Frost.

Pflege Fertigstellungspflege ist nicht erforderlich, lediglich bei Schadstellen sollte nachgebessert werden. Bestandspflege je nach Zielsetzung (z.B. Weidengürtel, Mischgehölze).

Kosten Kostenbildende Faktoren sind Gewinnung von Weidenmaterial, wenn dies nicht bei Pflegemaßnahmen anfällt sowie Herstellung, Transport und Einbau der Faschinen, Pfähle und Draht. Für Herstellung und Einbau der Faschinenwalze ist ca. 1 Arbeitsstunde pro Laufmeter erforderlich.

Beurteilung

Vorteile:

- ▶ Sofort und noch mittelfristig wirksam
- ▶ Sich ständig verbessernde Schutzwirkung bei Weidenfaschinen
- ▶ Schnelle Bildung eines ökologisch vorteilhaften Wurzelvorhangs (bei Weidenfaschinen)

Nachteile:

- ▶ Unter Umständen aufwendige Materialbeschaffung
- ▶ Weidenfaschinen empfindlich gegen Beschattung und langanhaltende, hohe Wasserführung

Faschinen werden auf einem Faschinenbock hergestellt.



Die Faschinen sollten an allen Stellen gleich aufgebaut sein, d. h. an allen Stellen sollen die gleiche Anzahl von starken und dünnen Ästen und Zweigen vorkommen.



Faschinentransport.



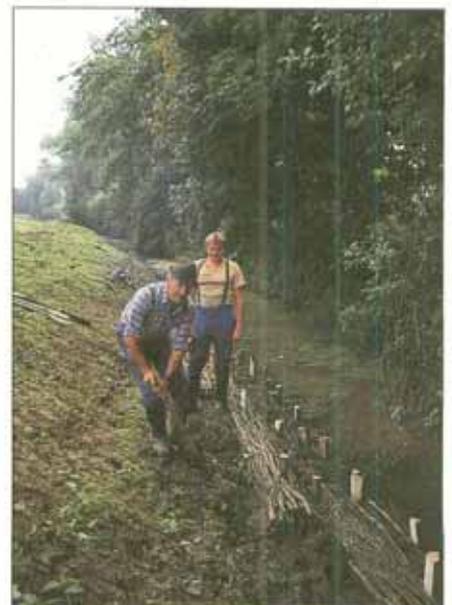
Faschineneinbau.



Ausgetriebene Faschinen ca. 4 Monate nach Einbau.

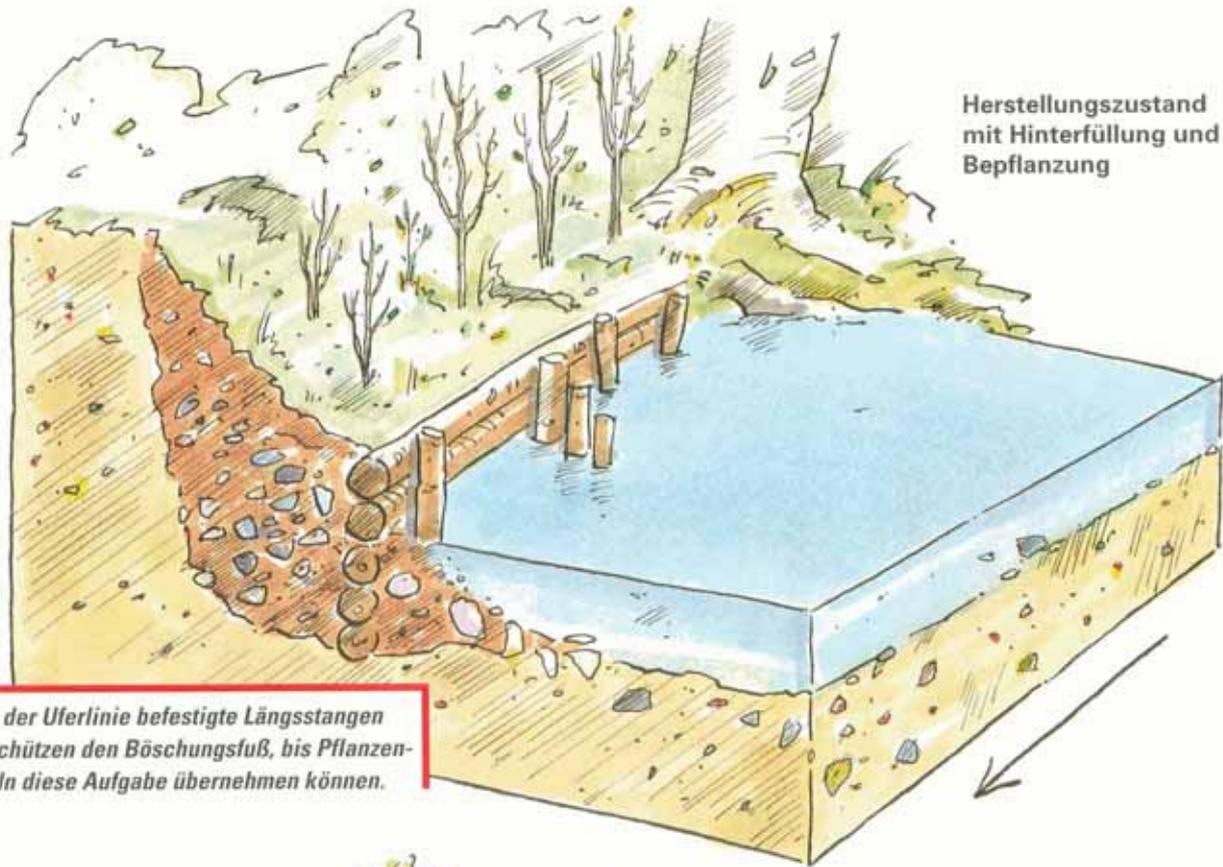


Einschlagen der Sicherungspfähle.

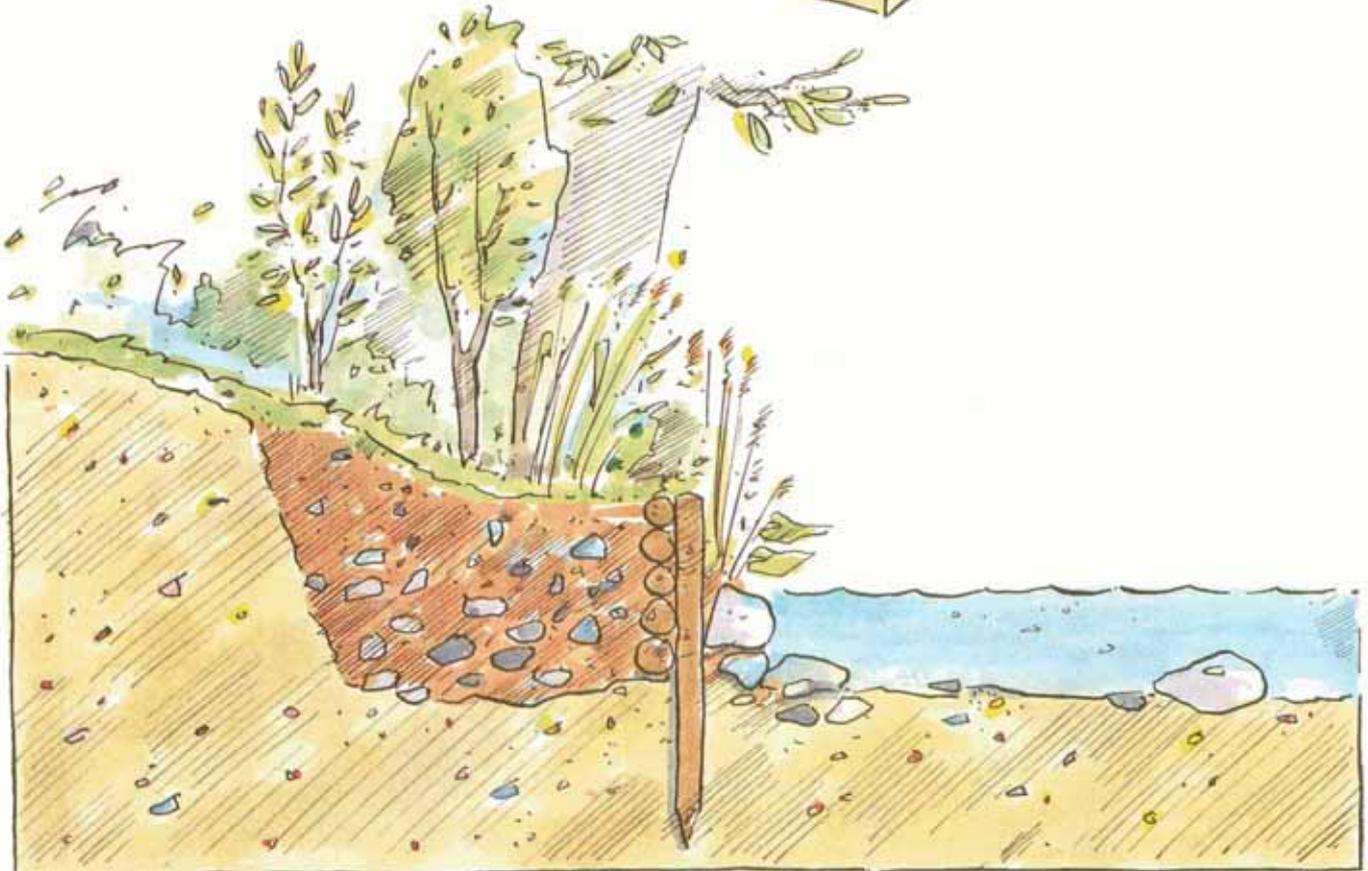


Hinterfüllen mit Erdmaterial.

Stangenverbau



An der Uferlinie befestigte Längsstangen schützen den Böschungsfuß, bis Pflanzenwurzeln diese Aufgabe übernehmen können.



Entwicklungszustand nach 3 Monaten

Anwendungsbereich Unterwasserzone und Wasserwechselzone für steile Ufer bei Gewässern mit kiesigen bis steinigen Böden, bis 0,3 m Wassertiefe (SoMW), Verbauhöhe max. 0,4 m. Nur auf kurzen Strecken anzuwenden!

Wirkungsweise Zur vorübergehenden Sicherung von erosionsgefährdeten Bereichen am Böschungsfuß. Haltbarkeit ca. 8 - 10 Jahre. Sie sind immer zusammen mit Gehölzpflanzungen anzuwenden und wirken so lange, bis nach einigen Wuchsperioden die Wurzeln die Sicherung übernehmen können.

Herstellung Am Böschungsfußpunkt werden Rundholzpfähle in 1 - 2 m Abstand ca. 50 - 70 cm tief eingedrückt oder mit einer Ramme eingeschlagen. Bei kiesigem Untergrund sind die Pfähle leicht zur Böschung geneigt einzuschlagen. Bei steinigem Untergrund können die Pfahllöcher zuvor mit dem Baggermeisel vorbereitet und die Pfahlspitzen mit einem einfachen Pfahlschuh aus Stahlblech von 1,5 mm Dicke geschützt werden. Der Pfahlkopf ist beim Rammen durch Blechring oder Rammhaube gegen Aufspalten zu schützen. Um das Mittel- und Niedrigwasserbett abwechslungsreich zu gestalten, ist der Längsverbau fischgrätartig auszubilden. Zur Vermeidung einer Unterspülung des Längsverbaus sollte die Sohle durch eine Vorlage geschützt werden. Bei steinigem Untergrund können Einzelsteine vorgelegt oder – auch bei kiesigem Boden – Pfahlbuhnen angeordnet werden. Raubbäume kommen in Frage, wenn mit Anlandungen gerechnet werden kann. Der Arbeitsraum zwischen der zuvor angelegten Böschung und dem Längsverbau wird danach verfüllt und zur Bepflanzung vorbereitet.

Material

- ▶ **Pfähle** Unbehandeltes, leicht verrottbares Nadelholz (keine Lärche), Pfahllänge 1,2 - 1,5 m, Pfahldurchmesser 8 - 12 cm, an einem Ende zugespitzt und ggf. mit Pfahlschuh und Blechring versehen; 1 - 2 Stück/m.
- ▶ **Längsstangen** Unbehandeltes, leicht verrottbares Nadelholz, ca. 2 - 5 m lang; 5 - 10 cm Durchmesser.
- ▶ **Verbindungsmaterial** Geglühter Draht, Nägel oder Bauklammern.
- ▶ **Hinterfüllung** Material entsprechend der angetroffenen Bodenzusammensetzung.

Einbauzeit Beliebig. Pflanzungen in der Vegetationsruhe.

Pflege Entfällt.

Kosten Die Kosten sind abhängig von Gewinnung, Transport und Einbau der Pfähle und Stangen. Als Verbindungsmaterial müssen Draht, Nägel und evtl. Bauklammern beschafft werden. Der Einbau ist arbeitszeitaufwendig (ca. 4 Arbeitsstunden und ca. 0,5 Stunden Einsatz einer Ramme oder eines Baggers für 10 m Stangenverbau).

Beurteilung

Vorteile:

- ▶ Sofortiger Schutz des Böschungsfußes

Nachteile:

- ▶ Stangenverbau ist ohne sicherndes Wurzelwerk unter- und hinterspülungsgefährdet
- ▶ Maschineneinsatz ist in der Regel erforderlich
- ▶ Bewirkt als Längsverbau monotone Uferstrukturen
- ▶ Der natürliche Wurzelvorhang stellt sich erst nach geraumer Zeit ein

Anwendungsbeispiel am Prallhang.



Pfähle im Abstand von rund 2 m längs der Uferlinie eingeschlagen, Doppelpfahl an den Stößen.



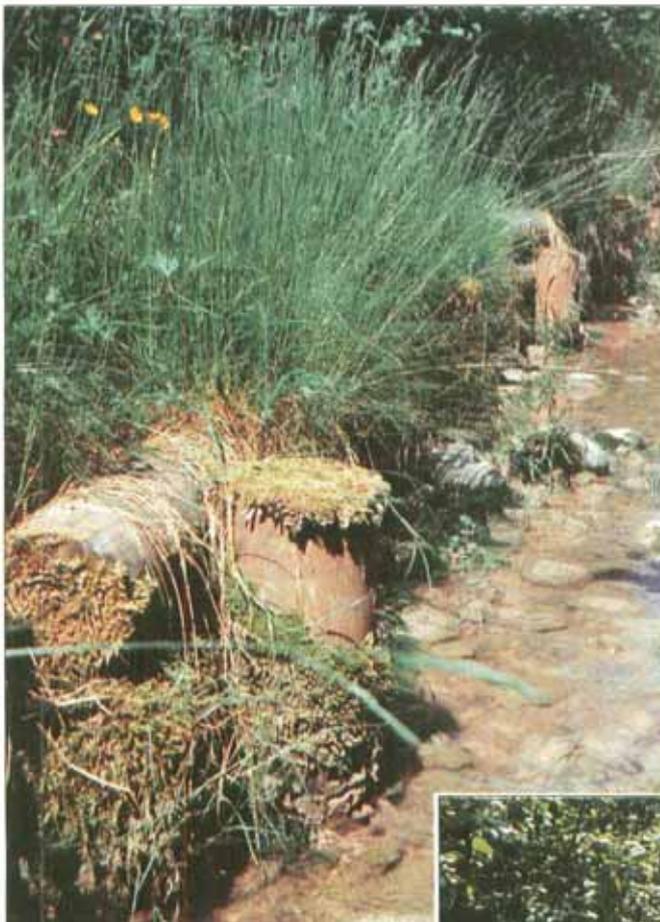
Arbeitsraum hinterfüllen und einschlämmen, für Gehölzpflanzung vorbereiten.



Schwachwüchsige Nadelholzstangen lagenweise mit geringer Verbauhöhe einbringen, Böschung abschrägen.



Wie vor, 6 Wochen nach Fertigstellung.



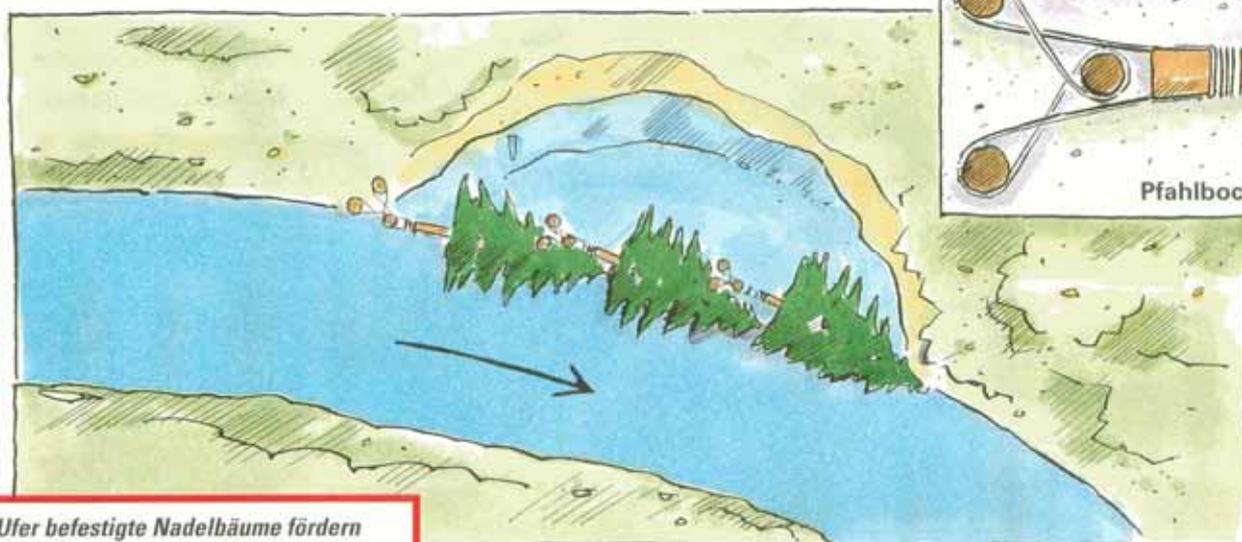
Durchmesser der Pfähle und Längsstangen zu groß gewählt, Verrottung lässt zu lange auf sich warten.



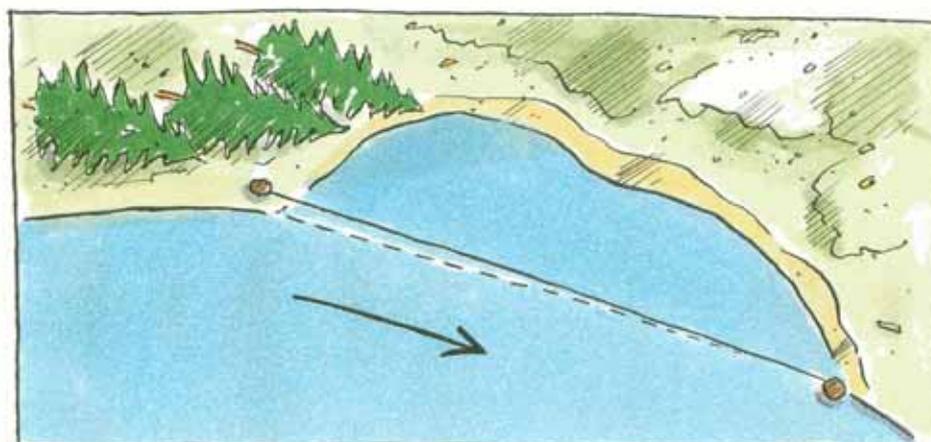
Negativbeispiel: auf langer Strecke wurden bis in die Überwasserzone Stangenverbau angewendet. Besser wären Gehölzpflanzungen auf erworbenem Uferstreifen.



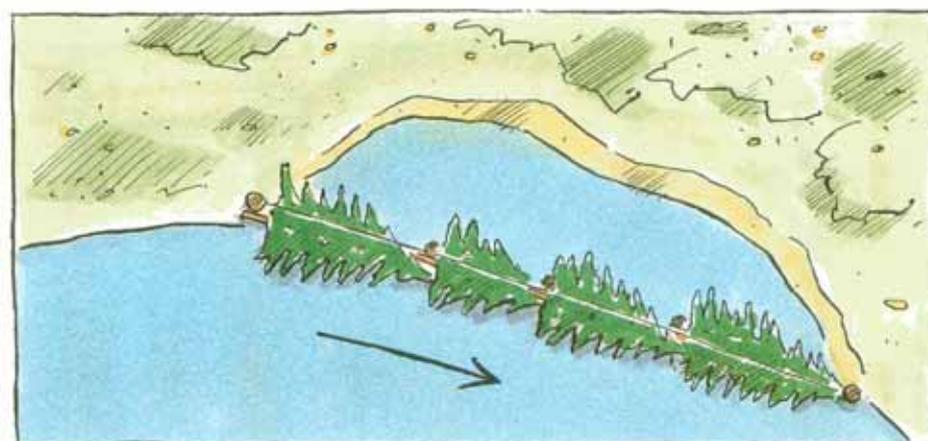
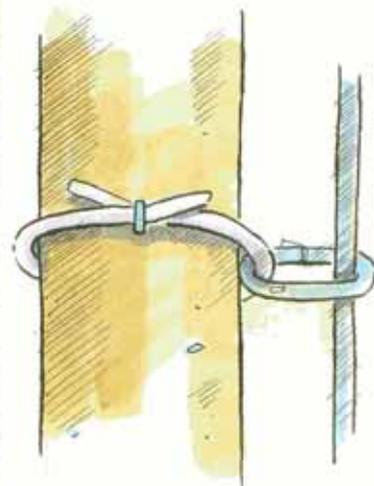
Rauhbaum



Am Ufer befestigte Nadelbäume fördern die Verlandung von Kolken, bis Pflanzenwurzeln den Uferschutz übernehmen.



Befestigen des Führungsseils



Rauhbaumkette



Karabinerhaken



Barrenring



Kettenglied



Seilklemme

Anwendungsbereich Vorübergehende Sicherung auch von größeren Uferabbrüchen in der Unterwasser- und Wasserwechselzone bei Gewässern mit Sedimenttransport und höchstens 0,5 m Wassertiefe (SoMW), bei feinkörnigem bis steinigem Sediment.

Wirkungsweise Rauhbaume leiten die Sicherung von Uferabbrüchen ein. Das fein verästelte Netz der Nadeln, Äste und Zweige erzeugt in der Strömung energieumwandelnde Turbulenzen. Auf diese Weise werden Feinsedimente bis einschließlich Kies aus der fließenden Welle »ausgesiebt« und eine rasche Verlandung herbeigeführt. Danach kann die Bepflanzung zur Dauerbestockung ausgeführt werden. Die verlandungsfördernde Wirkung läßt mit dem Verlust der Nadeln und der Verrottung des Feingehästs nach (1 - 2 Jahre).

Herstellung

a) Einzelbäume

Die Bäume werden mit der Spitze in Fließrichtung längs der Uferlinie in den Anbruch gelegt. Etwa 0,5 m vom Stammende wird ein Seil mehrfach um den Stamm fest geschlungen und z. B. mit einer Klemme fixiert. Die beiden Seilenden werden an einem Pfahl so befestigt, daß der Rauhbaum bei Hochwasser leicht aufschwimmen kann. Bei Bedarf kann der Pfahl durch weitere Pfähle rückwärtig verankert werden (Pfahlbock).

b) Rauhbaumkette

1. Am unterwasserseitigen Ende wird an der Uferlinie ein Pfahl eingeschlagen und ein Seil daran fixiert. Dieses Führungsseil befestigt man behelfsmäßig mit ausreichend langen Seilenden an einem vorhandenen Ufergehölz oder einem weiteren Pfahl am oberwasserseitigen Anfang der Ausbaustrecke.

2. An jedem Rauhbaum wird etwa 0,5 m vom Stammende und im oberen Drittelpunkt eine Schlaufe angebracht. Sie besteht aus einem Seilstück, etwas länger als der Stammumfang, das mit Seilklemmen zusammengehalten wird. Darin wird ein Karabinerhaken, ein Kettenglied oder eine weitere gleichermaßen hergestellte Seilschleife eingehängt. Die gleiche Funktion erfüllt auch ein Barrenring mit Holzschraube.

3. Jetzt wird der erste Rauhbaum in das Führungsseil eingefädelt und bis zum Pfahl gezogen. Am Stammende wird nun ein weiterer Pfahl eingeschlagen und das Führungsseil dort befestigt. Jeder folgende Rauhbaum wird auf die gleiche Weise eingebracht.

Je nach Seitenausdehnung des Uferabbruchs sind ggf. rückwärts weitere Rauhbaume dahinter einzulegen.

Material

- ▶ **Pfähle** siehe Bauweise »Stangenverbau«
- ▶ **Nadelbäume** Frisch gefällte, vollbeastete und -benadelte Nadelbäume, wie auch Baumkronen, die im Forstbetrieb unter Umständen kostenlos anfallen, Größe entsprechend Einbauort, max. 4 m Länge.
- ▶ **Verbindungsmaterial** Stahlseile (3 mm) oder geglähter Draht, Seilklemmen zur Herstellung zugfester Seilverbindungen, Karabinerhaken, Nägel, Kettenglieder oder dergleichen.

Einbauzeit Am besten in der spätherbstlichen Niedrigwasserperiode, da die Winterhochwasser die Verlandung des Rauhbaumes beschleunigen und im Frühjahr genügend Substrat zur Bepflanzung vorhanden ist.

Pflege Gehölzpflanzungen nach Auflandung, ggf. Entfernung des Verbindungsmaterials.

Kosten Die Kosten sind abhängig von Gewinnung, Transport und Einbau der Pfähle und Nadelbäume. Als Verbindungsmaterial müssen Stahlseile (3 mm) oder geglähter Draht, Seilklemmen, Karabinerhaken, Nägel etc. beschafft werden. Für den Einbau eines 3 - 4 m langen Rauhbaumes sind ca. 0,5 Arbeitsstunden und ca. 0,5 Ramm- oder Baggerstunden notwendig.

Beurteilung

Vorteile:

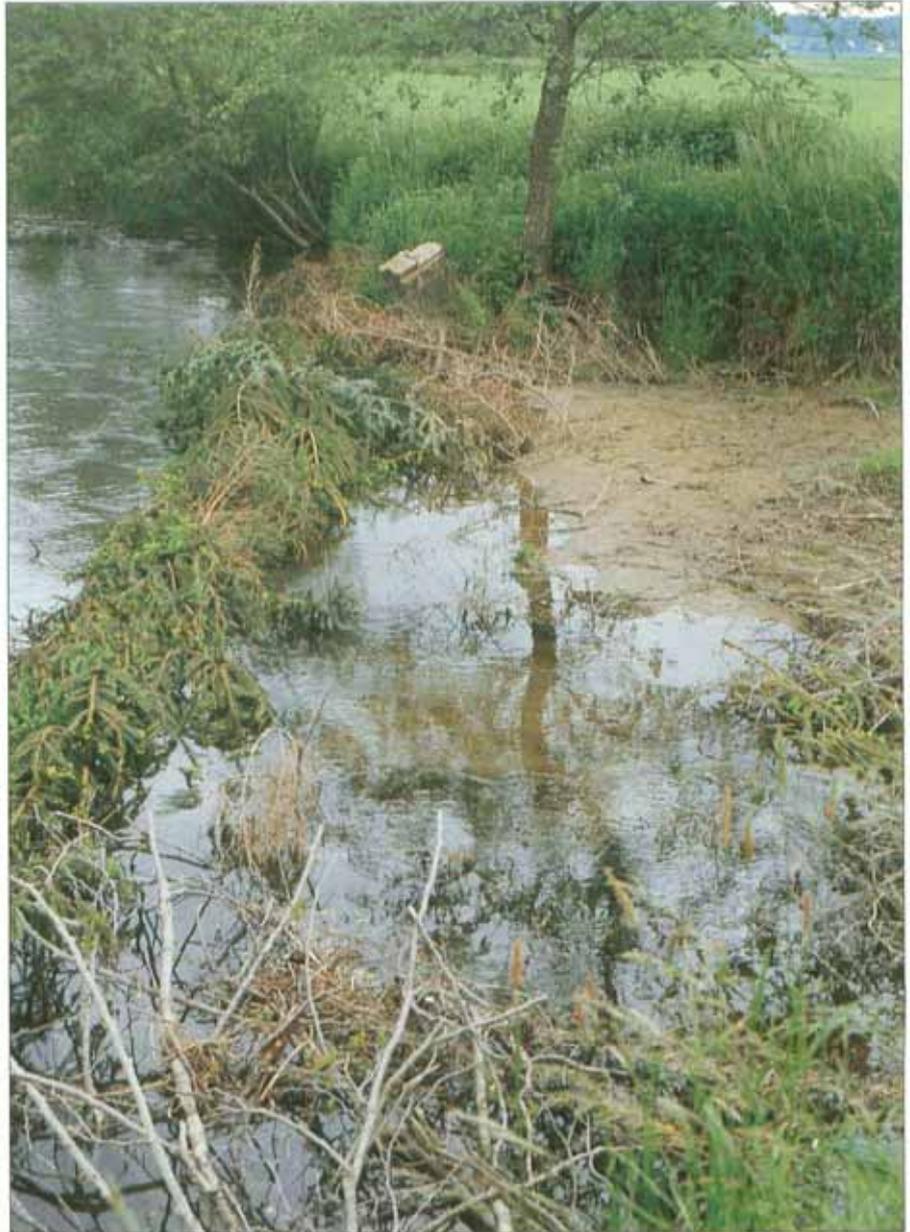
- ▶ Sofortiger Schutz vor weiteren Uferabbrüchen
- ▶ Entstehendes Kleinrelief bietet auch nach der Verlandung Lebensraum für Kleintiere
- ▶ Sehr gut zur Verbreitung einer naturgemäßen Dauerbestockung
- ▶ Ohne großen maschinellen Aufwand auch an schwer zugänglichen Stellen durchführbar
- ▶ Nach Einweisung für Bachpaten geeignet

Nachteile:

- ▶ Nur relativ kurze Zeit wirksam, Gehölzpflanzungen müssen in einem späteren Arbeitsgang vorgenommen werden.



Im Wasser werden die Fichten zusammengekettet.



Uferabbruch durch Raupbaumkette gesichert.



Sanierung eines Uferabbruchs auf einfache Weise; die als Baumaterial zu verwendenden Nadelgehölze, evtl. auch Baumkronen, lagern im Hintergrund.



Nadelbäume ein- oder mehrlagig mit der Spitze in Fließrichtung einbringen und am dicken Ende verzurren.



Ufererosion am Prallhang



Schon nach einem Hochwasser lagert das Gewässer Sediment im Korngrößenbereich von Schluff bis Steinen in dem fein verästelten Netzwerk ab.



Gleiches Bild wie oben links nach Reparatur durch Rauhbaumlage. Im ruhigen Wasser wird die Sedimentation gefördert.

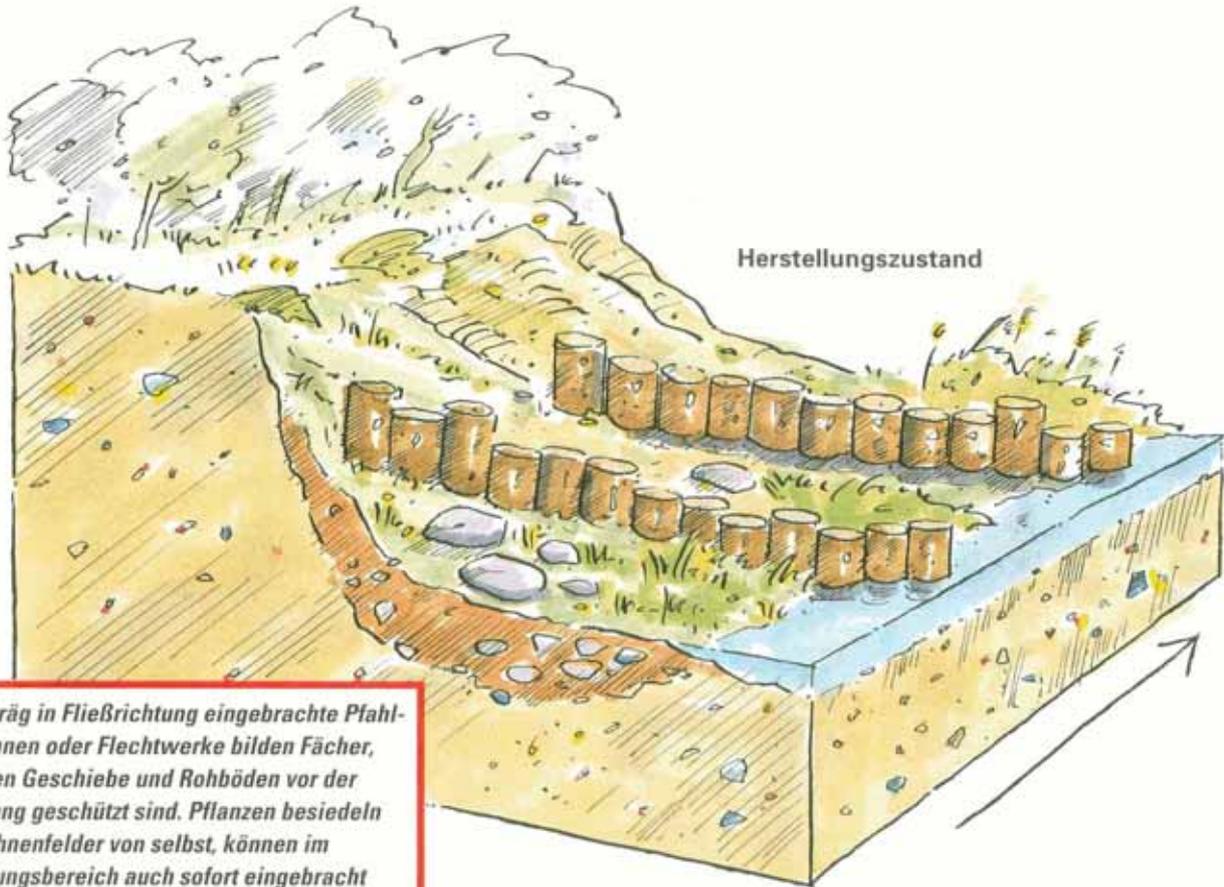


Nach kurzer Zeit entwickelt sich zwischen den Ästen eine Krautflora.

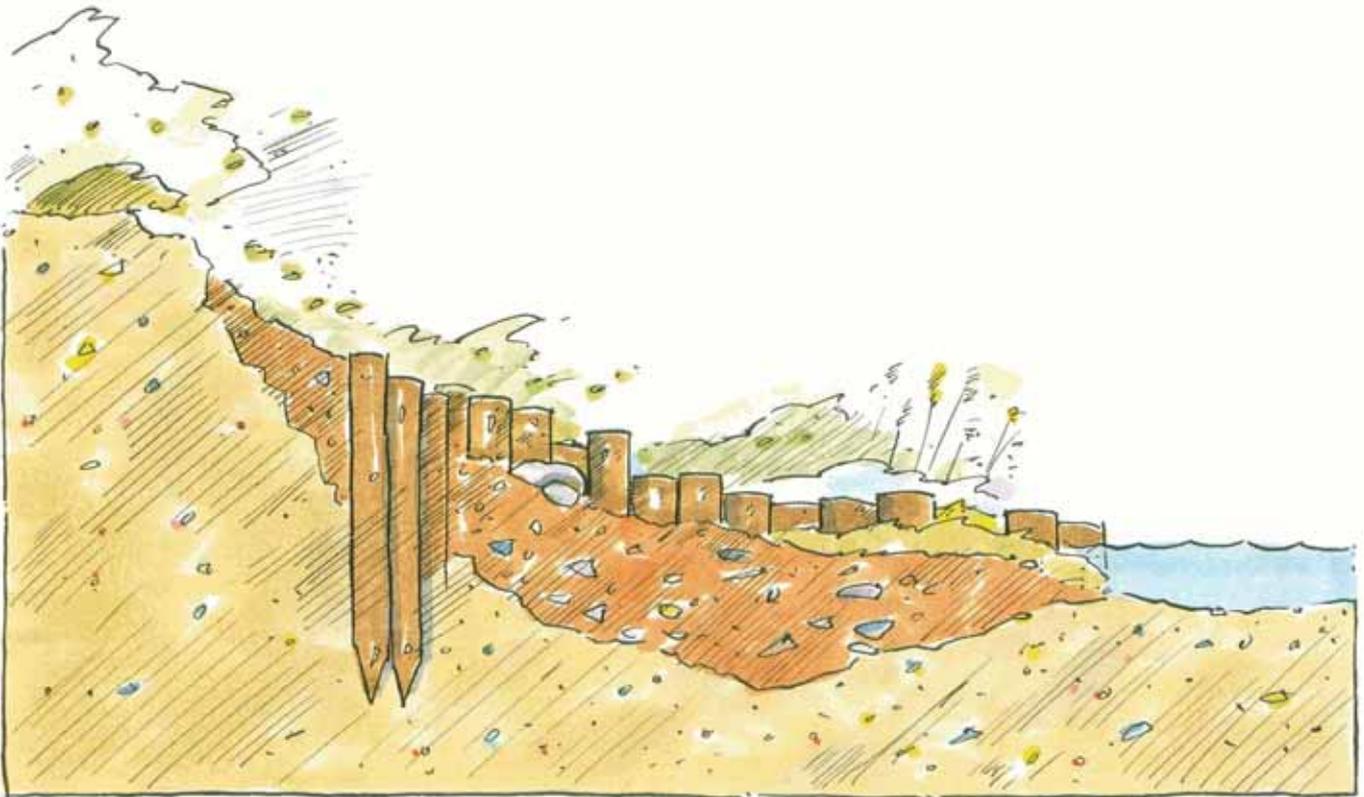


Nunmehr kann die Gehölzpflanzung zur Schaffung eines lückenlosen Gehölzbestandes folgen.

Pfahlbuhnen



Schräg in Fließrichtung eingebrachte Pfahlbuhnen oder Flechtwerke bilden Fächer, in denen Geschiebe und Rohböden vor der Strömung geschützt sind. Pflanzen besiedeln die Bühnenfelder von selbst, können im Böschungsbereich auch sofort eingebracht werden.



Schnitt

Anwendungsbereich Unterwasser- und Wasserwechselzone in ausgekolkten Bereichen bei Gewässern bis zu 0,5 m Wassertiefe (SoMW) und kiesigen bis steinigen Böden.

Wirkungsweise Vorübergehende Sicherung von Uferabbrüchen zur Schaffung durchwurzelungsfähiger Böschungen. Lebensdauer von Pfahlbuhnen in der Wasserwechselzone 8 - 10 Jahre, in der Unterwasserzone 10 - 20 Jahre. Buhnen wirken so lange, bis nach einigen Wuchsperioden Wurzeln aufkommender oder gepflanzter Gehölze die Sicherung übernehmen können.

Herstellung

► **Pfahlbuhnen** Mit einer am Bagger angebauten kleinen Ramme werden Rundholzpfähle buhnenartig in die Uferböschung eingeschlagen. Die Pfahlreihen weisen in Fließrichtung unterschiedliche Winkel zwischen 50 und 70° auf und werden mit einem Abstand von rund 2/3 der Buhnenlänge angeordnet. Die Pfahlköpfe schauen unterschiedlich weit aus der Böschung heraus.

► **Flechtwerke** Statt Pfahlbuhnen werden Flechtzäune (Weidenkämme) mit ausschlagfähigen Weiden eingebracht (siehe Bauweise »Flechtwerke«).

Die Buhnenfelder werden mit ungleichkörnigem Gesteinschutt entsprechend dem anstehenden Boden teilverfüllt. In der Überwasserzone erfolgt ggf. eine Andeckung mit rekultivierungsfähigem Rohboden und Bepflanzung mit standortgerechten Gehölzen.

Material

► **Pfahlbuhnen** Unbehandeltes, leicht verrottbares Nadelholz, ggf. mit Blechpfahlschuh versehen, etwa 1,3 - 2,0 m lang, Durchmesser 10 - 20 cm.

► **Flechtwerke** Siehe Bauweise »Flechtwerke«.

► **Füllmaterial** Aus anstehendem Material aus dem Gewässer oder Abfallmaterial aus Steinbrüchen. Das Material muß nach Größe und Art zum örtlich vorkommenden Gestein passen. Gestein, das im Laufe der Zeit verwittert (Kalkstein, Nagelfluh usw.) ist anderem Material vorzuziehen.

Einbauzeit Beliebig, Pflanzungen in der Vegetationsruhe.

Pflege Entfällt.

Kosten Die Kosten sind abhängig von Gewinnung, Transport und Einbau der Pfähle, wobei die Bodenverhältnisse am Einbauort von besonders großem Einfluß sind. Bei ca. 15 Pfählen pro Buhne und einem Buhnenabstand von 1,5 m sind auf 10 m Uferlänge ca. 14 Arbeitsstunden und ca. 7 Baggerstunden notwendig.

Beurteilung

Vorteile:

- Sofortiger Uferschutz
- Kein durchgehender, monotoner Längsverbau
- In den Buhnenfeldern können vielfältige Lebensräume entstehen

Nachteile:

- Wirkung von Pfahlbuhnen nur begrenzt; dauerhafte Sicherung muß durch Gehölze erreicht werden
- Aufwendige Herstellung, Maschineneinsatz bei Pfahlbuhnen unentbehrlich



Ausgangszustand – Uferabbruch am Prallhang, Kolkentiefe ca. 0,5 – 0,7 m.



Nadelholzstangen \varnothing 10 – 20 cm, ca. 1,2 – 2 m lang auf Pfahlbock mit Kettensäge anspitzen.



Pfähle buhnenartig mittels Bagger eindrücken. Je nach Untergrund gegebenenfalls mit Meisel vorbohren.



Überstehende Pfähle gegebenenfalls kürzen.



In der Draufsicht werden die Buhnen schräg in Fließrichtung angeordnet, so daß die Strömung abgewiesen wird und sich im Totwasser Material ablagert.



Fertiggestellter Pfahlbuhnenverbau; teilweise mit Geschiebe verfüllt und der Sukzession überlassen.

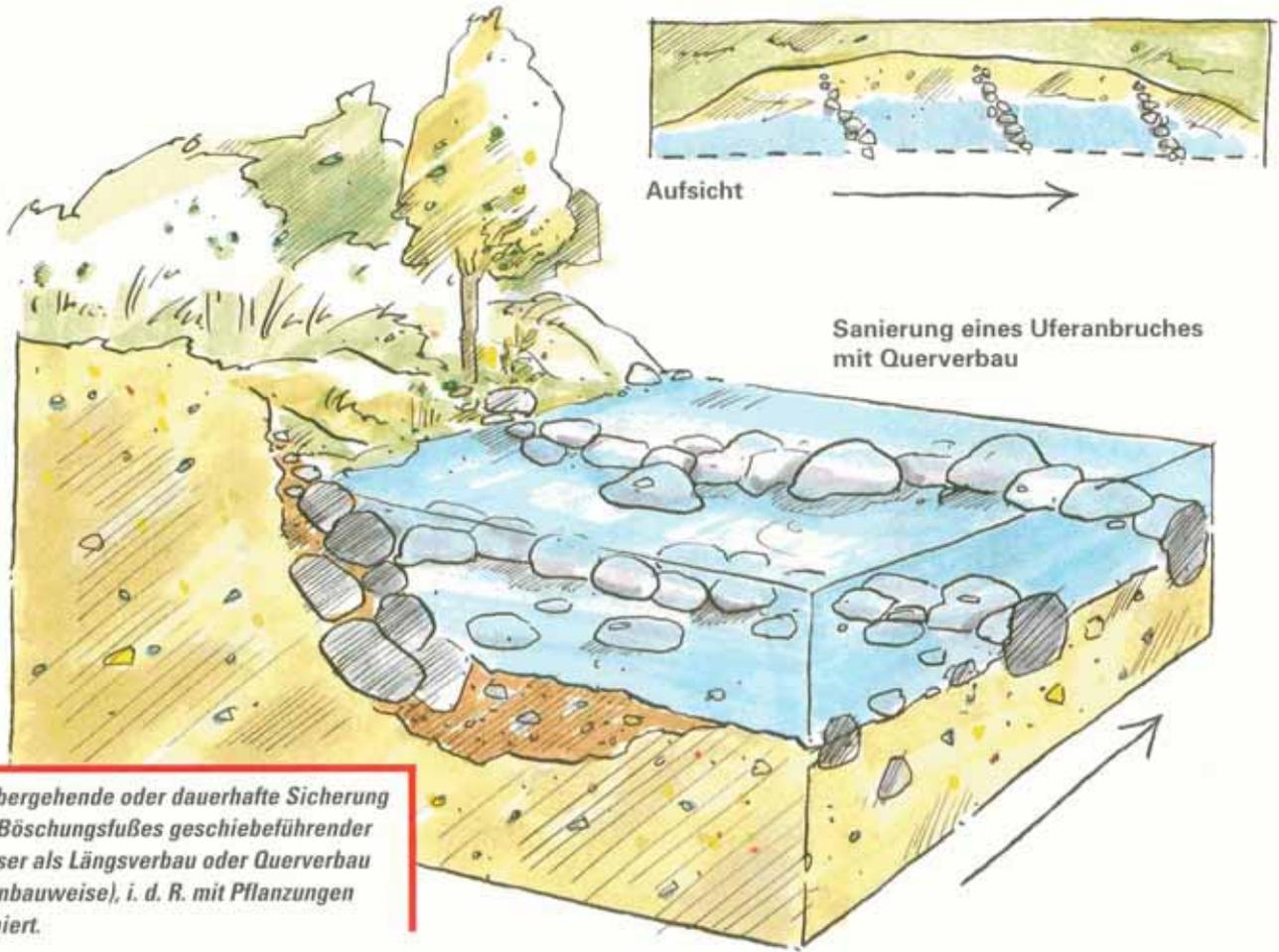




Die hydraulische und ökologische Wirkung sowie die Standsicherheit des Verbaus kann gesteigert werden, wenn die Buhnen abwechselnd aus verrottbaren Baustoffen und ausschlagfähigen Weiden hergestellt werden.



Steinschüttungen



Vorübergehende oder dauerhafte Sicherung des Böschungfußes geschiebeführender Gewässer als Längsverbau oder Querverbau (Buhnenbauweise), i. d. R. mit Pflanzungen kombiniert.

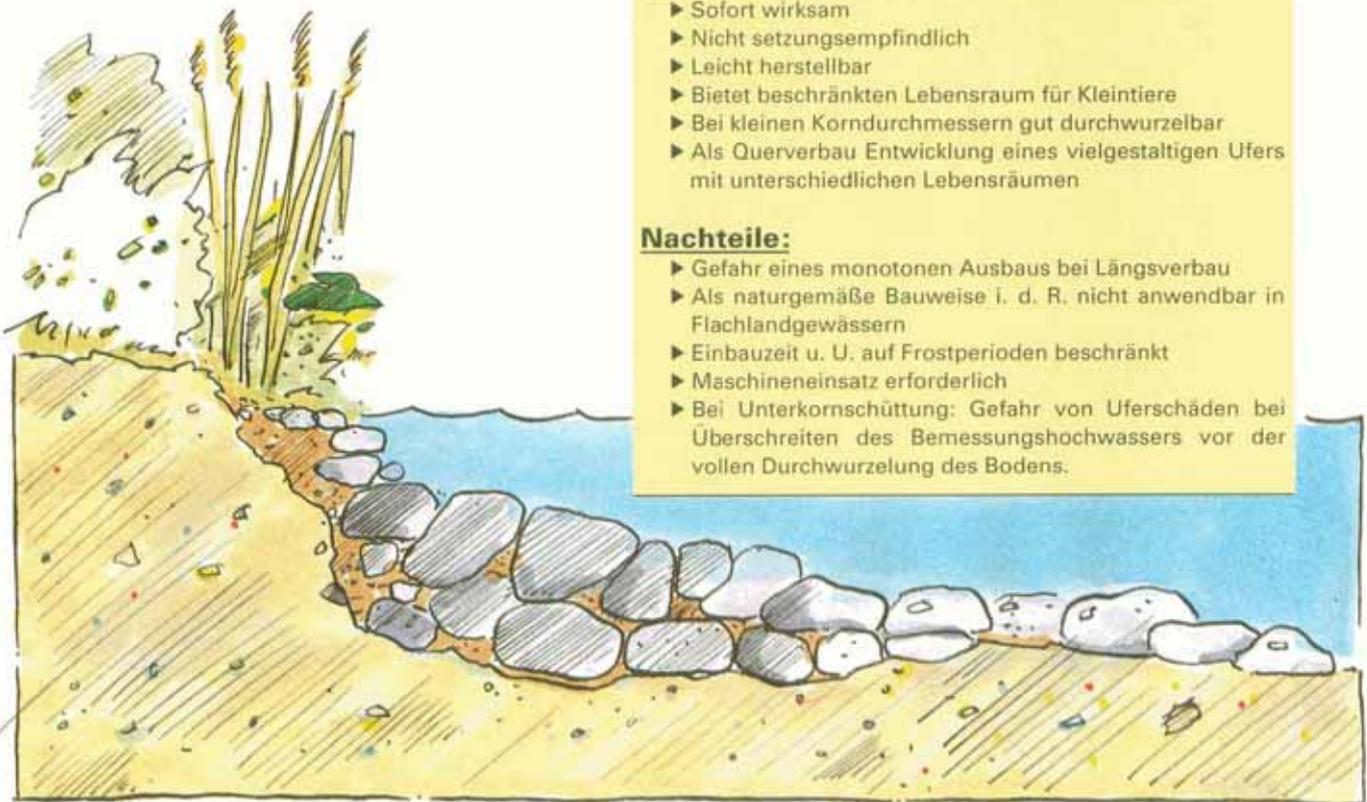
Beurteilung

Vorteile:

- ▶ Sofort wirksam
- ▶ Nicht setzungsempfindlich
- ▶ Leicht herstellbar
- ▶ Bietet beschränkten Lebensraum für Kleintiere
- ▶ Bei kleinen Korndurchmessern gut durchwurzelbar
- ▶ Als Querverbau Entwicklung eines vielgestaltigen Ufers mit unterschiedlichen Lebensräumen

Nachteile:

- ▶ Gefahr eines monotonen Ausbaus bei Längsverbau
- ▶ Als naturgemäße Bauweise i. d. R. nicht anwendbar in Flachlandgewässern
- ▶ Einbauzeit u. U. auf Frostperioden beschränkt
- ▶ Maschineneinsatz erforderlich
- ▶ Bei Unterkornschüttung: Gefahr von Uferschäden bei Überschreiten des Bemessungshochwassers vor der vollen Durchwurzelung des Bodens.



Schnitt

Anwendungsbereich Dauerhafte oder vorübergehende Sicherung des Böschungfußes bis zur Höhe des Mittelwasserspiegels (bei Wassertiefen > 0,3 m und Fließgeschwindigkeiten > 0,75 m/s). Der Einsatz sollte weitgehend auf Gewässer beschränkt bleiben, die im anstehenden Uferboden oder im Sediment von Natur aus Steine aufweisen; daher in der Regel keine Anwendung in Flachlandgewässern.

Wirkungsweise

- a) Unterkornschüttung (als Längsverbau)** Zur vorübergehenden Sicherung in Kombination mit Pflanzungen werden die Steinschüttungen so dimensioniert, daß das Größtkorn bis zum 2- bis 5-jährlichen Hochwasser liegenbleibt. Die Sicherungsfunktion übernimmt langfristig das Wurzelgeflecht der Pflanzen. Der Verbund von Pflanze und Stein kann besonders erosionsbeständigen Schutz bieten. Vorteilhaft ist die Verwendung von rasch verwitternden (nicht frostbeständigen) Steinen, wie z. B. Muschelkalk, die dann entsprechend größer dimensioniert werden können.
- b) Überkornschüttung (als Längsverbau)** Zur dauerhaften Sicherung wird das Größtkorn der Steinschüttung so gewählt, daß es beim Bemessungshochwasser gerade nicht verfrachtet wird. Die Überkornschüttung sollte ebenfalls mit Pflanzen kombiniert werden; sie kann in Ausnahmefällen auch ohne Pflanzungen eingesetzt werden.
- c) Kombinationen aus Unterkorn- und Überkornschüttungen** Bei tieferen Gewässern (SoMW > 1 m) kann der Böschungfuß ohne Totbaustoffe nur durch voll ausgebildete Gehölzwurzeln (vor allem Erlen) geschützt werden, deren Entwicklung Jahrzehnte in Anspruch nimmt. Hier ist es deshalb angezeigt, den Böschungfuß bis etwa 30 cm unterhalb der Mittelwasserlinie mit einer Überkornschüttung zu sichern und darüber die Unterkornschüttung zu verwenden.
- d) Steinbuhnen (Querverbau)** Dauerhafte Sicherung von Uferabbrüchen zur Schaffung bepflanzungsfähiger Böschungen. Sie sind i. d. R. zusammen mit Pflanzungen als Überkornschüttung anzuwenden.

Herstellung Die Stabilität von Steinschüttungen kann durch die Verklammerung von Pflanzenwurzeln erheblich erhöht werden. Steinschüttungen werden je nach Beanspruchung und Standort mit Erlen, Weiden, Röhrichten sowie Rasenansaat kombiniert.

a) Steinschüttungen als Längsverbau

(s. a. DIN 19 657 Ziffer 5.1.1)

Einbringen der gewählten Kornmischung ins Flußbett bis auf die Höhe des Mittelwasserspiegels von Hand oder durch Maschinen. Bei Verwendung eines breiten Kornmischungsbandes kann auf den Einbau einer Filterschicht verzichtet werden. Filtervlies entspricht nicht den naturgemäßen Baustoffen und darf deshalb nicht verwendet werden (ökologische Nachteile).

Schichtdicke bei kleineren Gewässern: 20 - 30 cm
bei größeren Gewässern: 30 - 60 cm

Die Schüttung wird je nach Schichtdicke 20 - 60 cm tief am Böschungfuß unter Sohlenniveau eingebunden.

b) Steinbuhnen (Querverbau) Ähnlich wie Pfahlbuhnen können zur Sicherung von Uferabbrüchen auch Steinbuhnen angeordnet werden. Als Anhaltswert kann für den Buhnenabstand von der 2- bis 4-fachen Buhnenlänge ausgegangen werden. Die Buhnenhöhe verringert sich von der Böschung zur Gewässermite. Sie werden bis zur ehemaligen Uferlinie vorgeschüttet. Zur Anwendung kommen nur Überkornschüttungen.

c) Pflanzen

► **Rasenansaat** Steinschüttung wird in der Überwasserzone übererdet, planiert und eingesät (siehe Bauweise »Anlage von Grasflächen«). Anwendbar an allen Gewässern bis zu einer Fließgeschwindigkeit von ca. 2 m/s.

► **Röhrichte** Die Röhrichte werden als Ballen oder Halme (bei Schilf) in die Zwischenräume der Steinschüttung eingebracht; auf eine gute Verbindung zum Untergrund ist zu achten (siehe Bauweise »Röhrichtpflanzungen«).

► **Gehölze** Unmittelbar oberhalb der bis zur MW-Linie reichenden Steinschüttung werden Erlen oder Weiden gepflanzt (siehe Bauweise »Gehölzpflanzungen«) oder Weidensteckhölzer eingebracht (siehe Bauweise »Weidenstecklinge«). Die Weidensteckhölzer können auch – oberhalb der Wasserwechselzone – direkt in die Steinschüttung eingebracht werden. Sie müssen dann mindestens bis zur Hälfte im Untergrund stecken. Es empfiehlt sich nicht, die Steckhölzer nur in die mit Boden ausgefüllten Zwischenräume zu stecken. Die Länge der Steckhölzer beträgt daher mindestens die doppelte Einbaudicke der Steinschüttung (siehe Bauweise »Weidenstecklinge«).

Bei lockerem Untergrund können auch Weidenruten durch die Zwischenräume so tief wie möglich gesteckt und bündig abgeschnitten werden. Strauchweiden nur bei Gewässern über 6 m Sohlenbreite.

Material

► **Steine** Naturstein, wie er im Bereich der Einbaustelle ansteht, bzw. im Einzugsgebiet vorkommt, um den Charakter des Gewässers nicht zu verfälschen. Falls im Einzugsgebiet vorkommend, für vorübergehende Sicherungen verwitterungsaktive Steine.

► **Pflanzen** Siehe jeweilige Bauweisenbeschreibung.

Dimensionierung Die Steinschüttung sollte immer als breit gestuftes Korngemisch verwendet werden mit einem etwa 30%igen Gewichtsanteil des Größtkorns. Die Dimensionierung erfolgt nach maßgebenden Schubspannungen oder Fließgeschwindigkeiten. Die Verwendung von weit überdimensionierten Steinen entspricht nicht den naturgemäßen Bauweisen.

a) Unterkornschüttung Bemessen wird nach dem 2- bis 5-jährlichen Hochwasserabfluß.

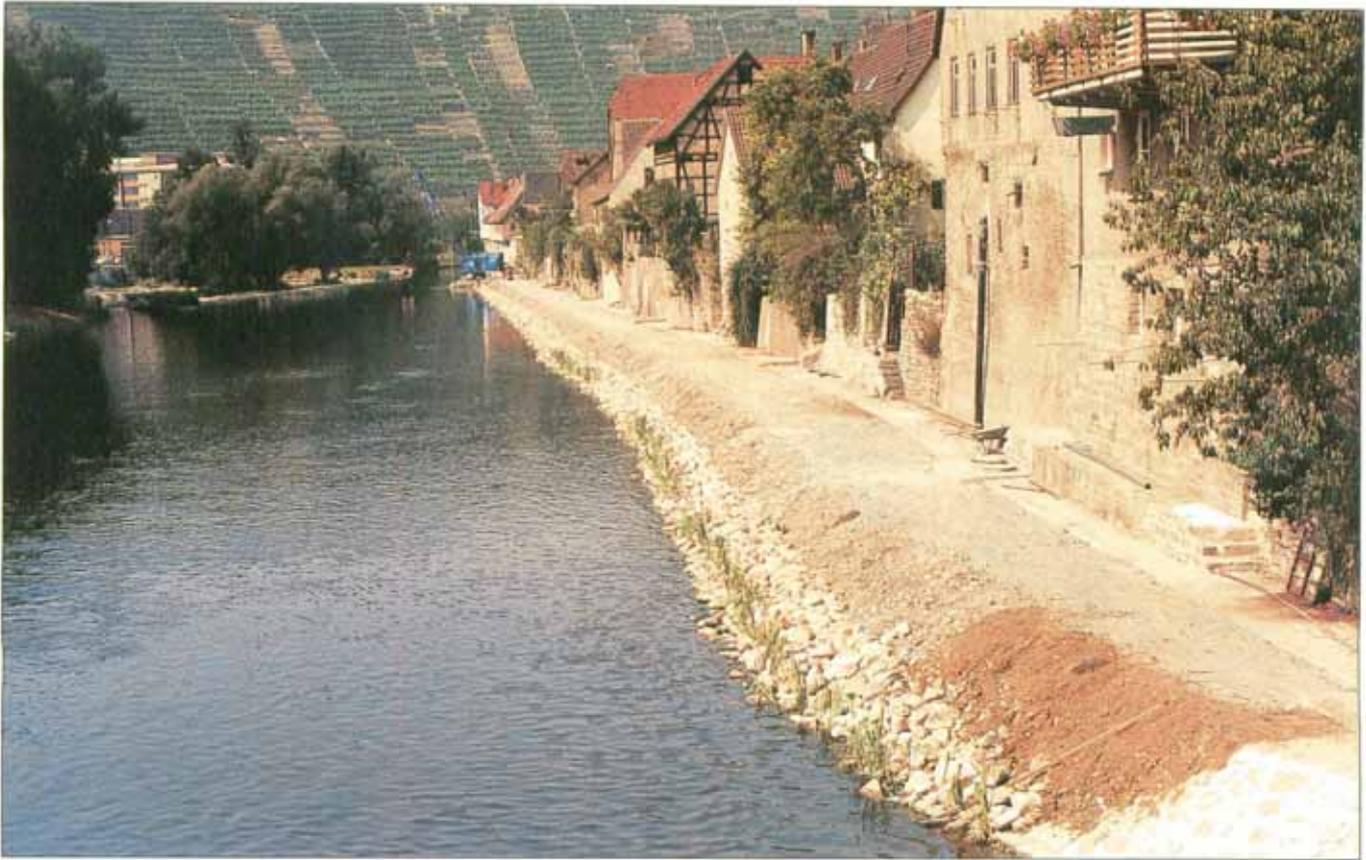
b) Überkornschüttung Der Dimensionierung des größten Korndurchmessers wird das für den Ausbau gewählte Bemessungshochwasser oder der bordvolle Abfluß zugrundegelegt (der höhere Wert ist maßgebend).

c) Steinbuhnen Die stärkere Beanspruchung des Querverbaus ist bei der Dimensionierung des Größtkorndurchmessers zu beachten.

Einbauzeit Beliebig.

Pflege Nachbesserung eventueller Fehlstellen. Bei Steinbuhnen ggf. Bepflanzung aufgelandeter Böschungen.

Kosten Die Kostenfaktoren sind: Steinmaterial ab Steinbruch (bei vorgegebener Sortierung), Transport zur Einbaustelle, Herstellung von Bauwegen, Entschädigungszahlungen, Einbau, Pflanzkosten.



Fertiggestellte Steinschüttung, kombiniert mit Röhrichtern und Gehölzpflanzungen. Entwicklung nach 6 Jahren.



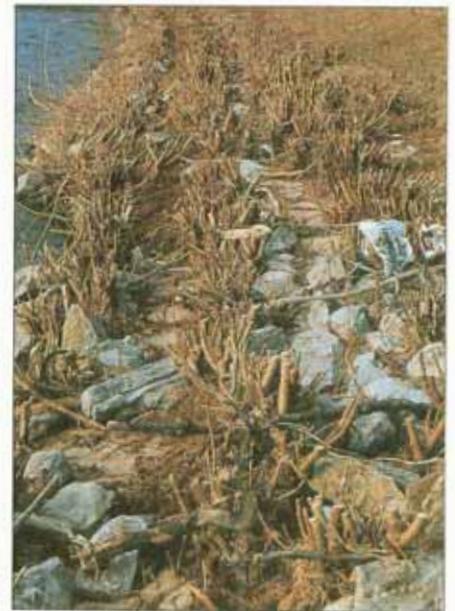
Unterkornbauweise, mit breitgestuftem Kornmischungsband, $d_{\max} = 63 \text{ mm}$, $d_{\min} = 5 \text{ mm}$.



Steinschüttung als Unterkornbauweise, 3 Monate nach dem Einbau.

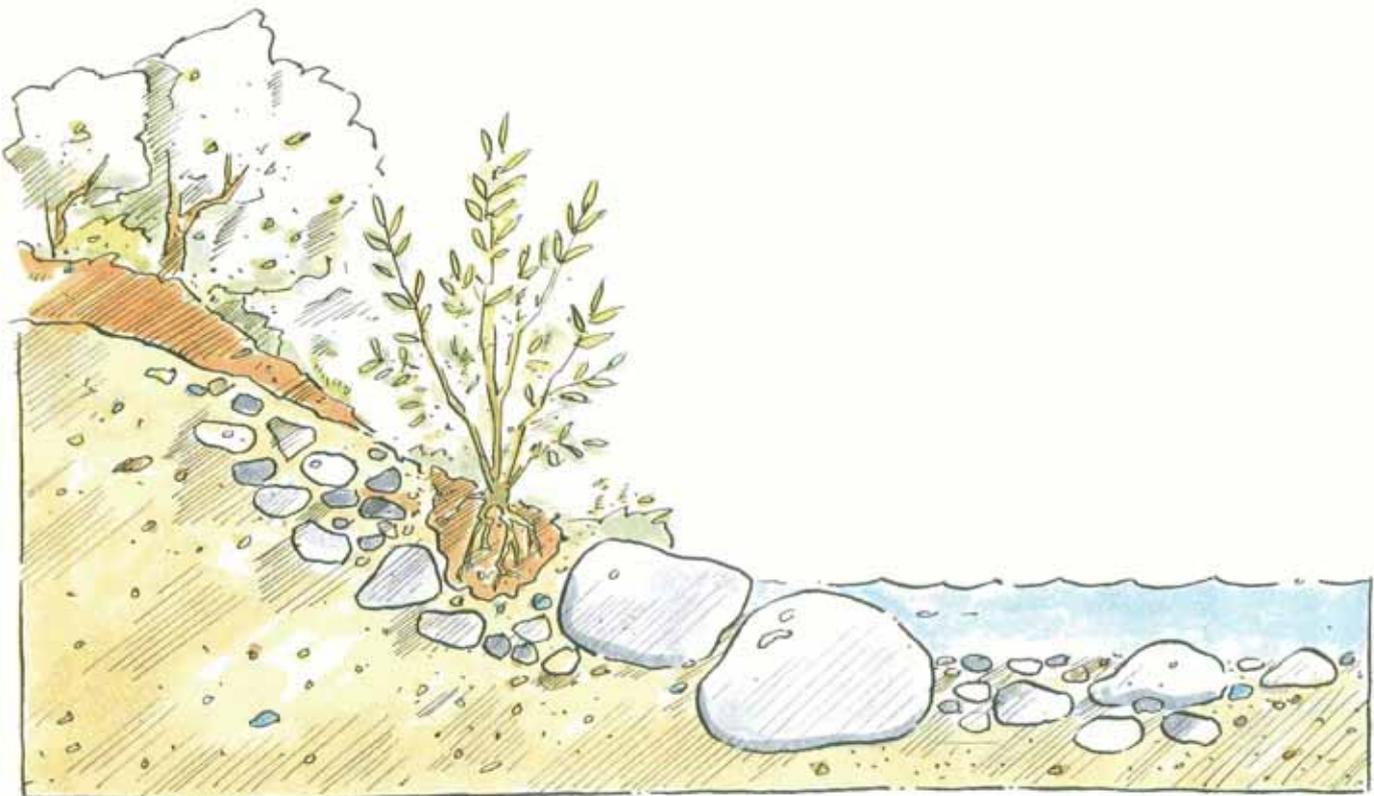
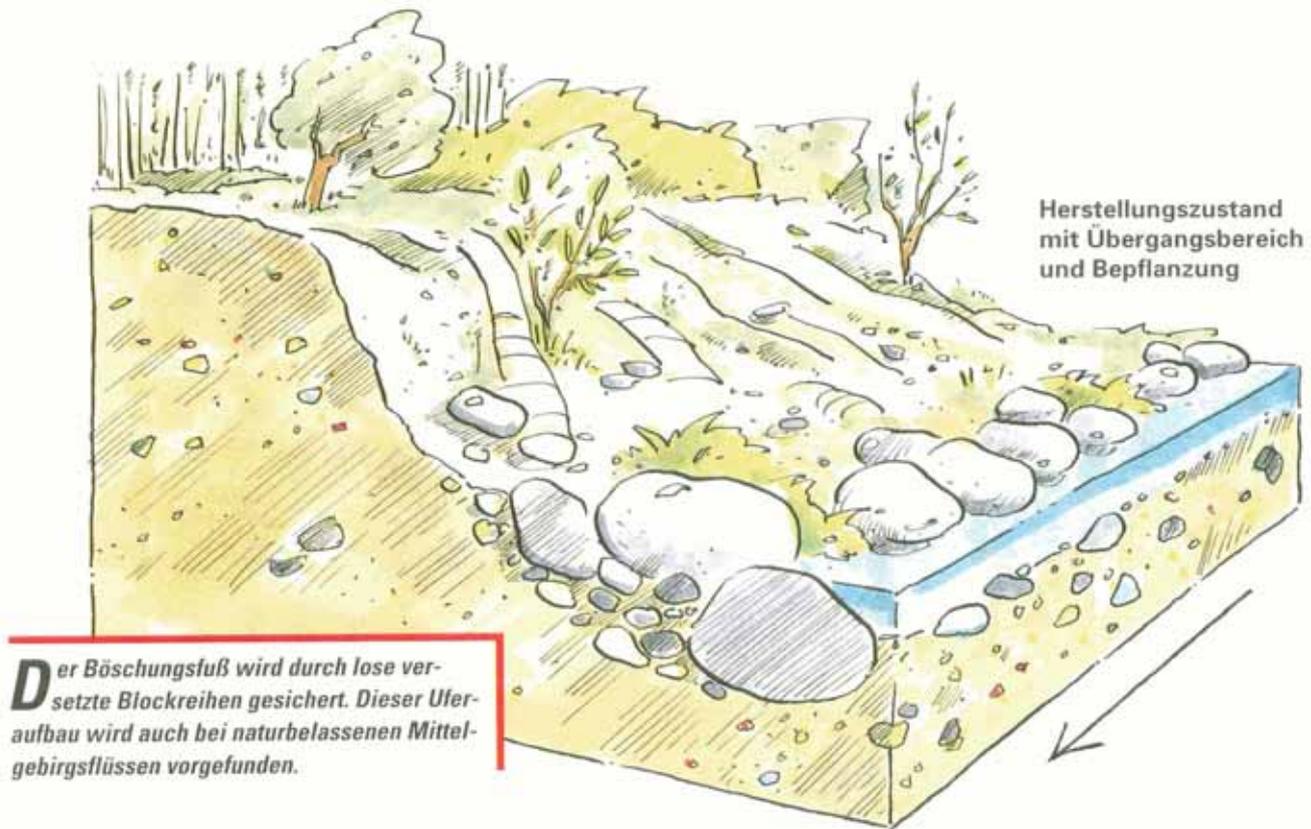


Sicherung des Ufers bis zum Mittelwasser mit Unterkornbauweise.



Steinschüttung mit Weiden (Stecklingspflanzung).

Rähenbauweise



Als Rähne bezeichnet man den in Wildbächen vorkommenden natürlichen Uferwall aus groben Geröllen, der in langen Zeitepochen vermutlich dadurch entsteht, daß durch Querströmungen bei Hochwasser Geröll ans Ufer geworfen wird. An naturbelassenen steilen Gewässerabschnitten im Südschwarzwald wurde darüber hinaus eine besondere Art des Uferwalles festgestellt. Die Rähne besteht hier aus gruppenweisen Ansammlungen dicht beieinander liegender abgerundeter Blöcke.

Zwischen diesen Blockansammlungen sind in unregelmäßigen Abständen von 4 bis 8 Metern buchtartige schmale Nischen vorhanden, in denen sich Feinsedimente anlagern und Wasserpflanzen ansiedeln. Oberhalb des Blocksauces besteht das Ufer teils aus ungleichkörnigem Gehängeschutt, der mit Gehölzen bewachsen ist. Teilweise steht auch feiner Auenlehm an, der die Grundlage für die fruchtbaren Talwiesen bildet. Diese Bauweise wird gerne mit der Sohlsicherung mit drei Kornfraktionen kombiniert.

Anwendungsbereich Zur Sicherung des Böschungsfußes, vornehmlich bei Gewässerverlegungen, in Bereichen mit ausreichenden Platzverhältnissen, vor allem in Wildbachoberläufen unter 8 m Sohlenbreite.

Wirkungsweise Die Steinblöcke verhindern ein Unterspülen des Böschungsfußes.

Herstellung Entlang des zu sichernden Ufers werden Blöcke gruppenweise in ein bis zwei Reihen versetzt. Die erste Blockreihe bindet etwa 0,40 m tief in die Sohle ein, eine evtl. vorhandene zweite Reihe wird gegenüber der ersten Reihe leicht erhöht eingebaut. In unregelmäßigen Abständen von ca. 4,0 - 8,0 m werden die Blockreihen unterbrochen, so daß nischenartige Buchten entstehen.

Die oberhalb der Blockreihen gelegene Böschung (Übergangsbereich) wird aus unsortiertem Gesteinsmaterial hergestellt, das sowohl gröbere Blöcke als auch genügend Feinanteil aufweist (»Steinbruchschutt«). Der Übergangsbereich gleicht den in Gebirgsregionen vorkommenden natürlichen Halden aus Hangschutt.

Eine etwa vorgesehene Gehölzpflanzung erfolgt oberhalb der Blockreihen im Übergangsbereich in vorbereitete Pflanzlöcher.

Oberboden wird allenfalls für die im Übergangsbereich gelegenen Pflanzlöcher und in den höhergelegenen Böschungsbereichen verwendet.

Sofern vor Ort Plaggen feuchtigkeitsliebender Pflanzen aus der Uferzone gewonnen werden können, werden diese in die Nischen zwischen den Blöcken eingesetzt.

Material

- ▶ **Blöcke** Möglichst vor Ort gewonnene, bereits vom Gewässer geformte »Rundlinge« von 40 - 160 kp; bei größerem Gefälle beständiges, sonst verwitterungsaktives Gestein.
- ▶ **Gesteinsschutt** Unsortiertes Gesteinsmaterial unterschiedlichster Körnung mit hohem Feinanteil, wie es in Steinbrüchen als Nebenprodukt beim Sprengen anfällt.

Einbauzeit Beliebig, Pflanzungen in der Vegetationsruhe.

Pflege Eine Ausbesserung beschädigter Partien des Übergangsbereiches kann bis zur Ausbildung eines schützenden Bewuchses gelegentlich erforderlich werden.

Kosten Diese liegen in der Größenordnung eines üblichen Großblockverbaus. Sie hängen stark ab von den örtlichen Verhältnissen, wie Tragfähigkeit des Untergrundes, Befahrbarkeit der Baustelle, Wasserführung, Transportentfernung zum Steinbruch und anderen Faktoren. Eine exakte Ausschreibung sowie die Zusage, daß die Firma vor Ort eingewiesen wird, wirken sich in der Regel kostenmindernd aus.

Beurteilung

Vorteile:

- ▶ Sofortiger Schutz des Böschungsfußes
- ▶ Zahlreiche Lücken und Nischen für die Tier- und Pflanzenwelt

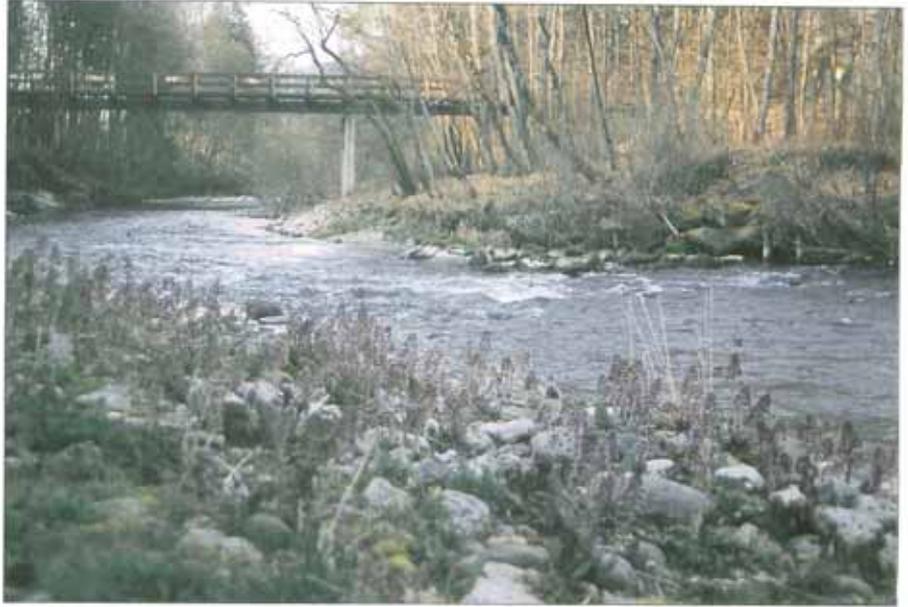
Nachteile:

- ▶ Gefahr eines monotonen, massiven Ausbaus bei mangelnder Fachkenntnis
- ▶ Einsatz schwerer Maschinen erforderlich

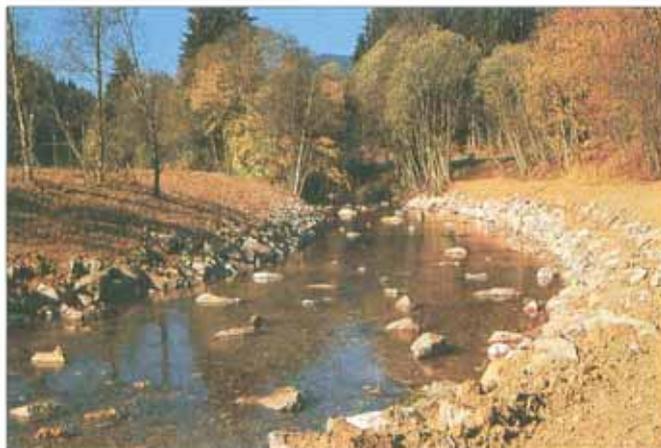
*Große, natürliche Flußrähne (Uferwall),
mit Pionierpflanzen bewachsen.*



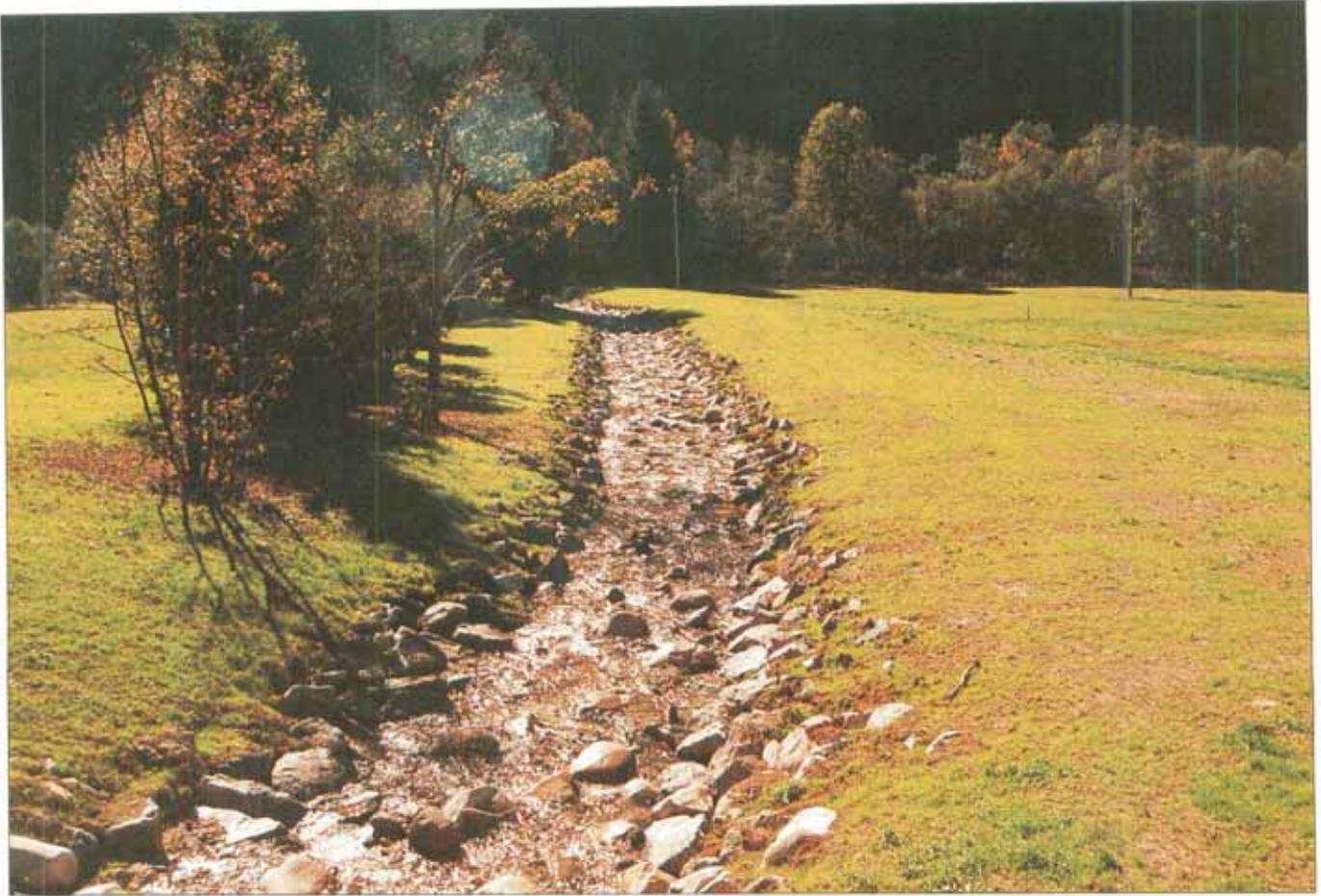
*Natürliche rähnenartige Strukturen an einem
Wildbach.*



*Bei Straßenbauarbeiten verlegtes Gewässer.
Die schützende Uferrähne ist beseitigt, eine
nahezu steinfreie, mächtige Auenlehmschicht
kommt zum Vorschein. Der Uferschutz muß
vollkommen neu aufgebaut werden.*



*Ausführungsbeispiel. Das Ufer links in Rähnenbauweise gesichert,
rechts eine Uferpartie mit Zwischenberme in Felsbankbauweise,
die insgesamt noch etwas zu massiv ist.*



Ausgeführte Baumaßnahme – die flachen Böschungen in Rähnenbauweise gesichert. Das Steinmaterial ist noch zu grob, die angeordneten Pflanznischen zu kurz. 6% Gefälle, Fließrichtung von unten nach oben.



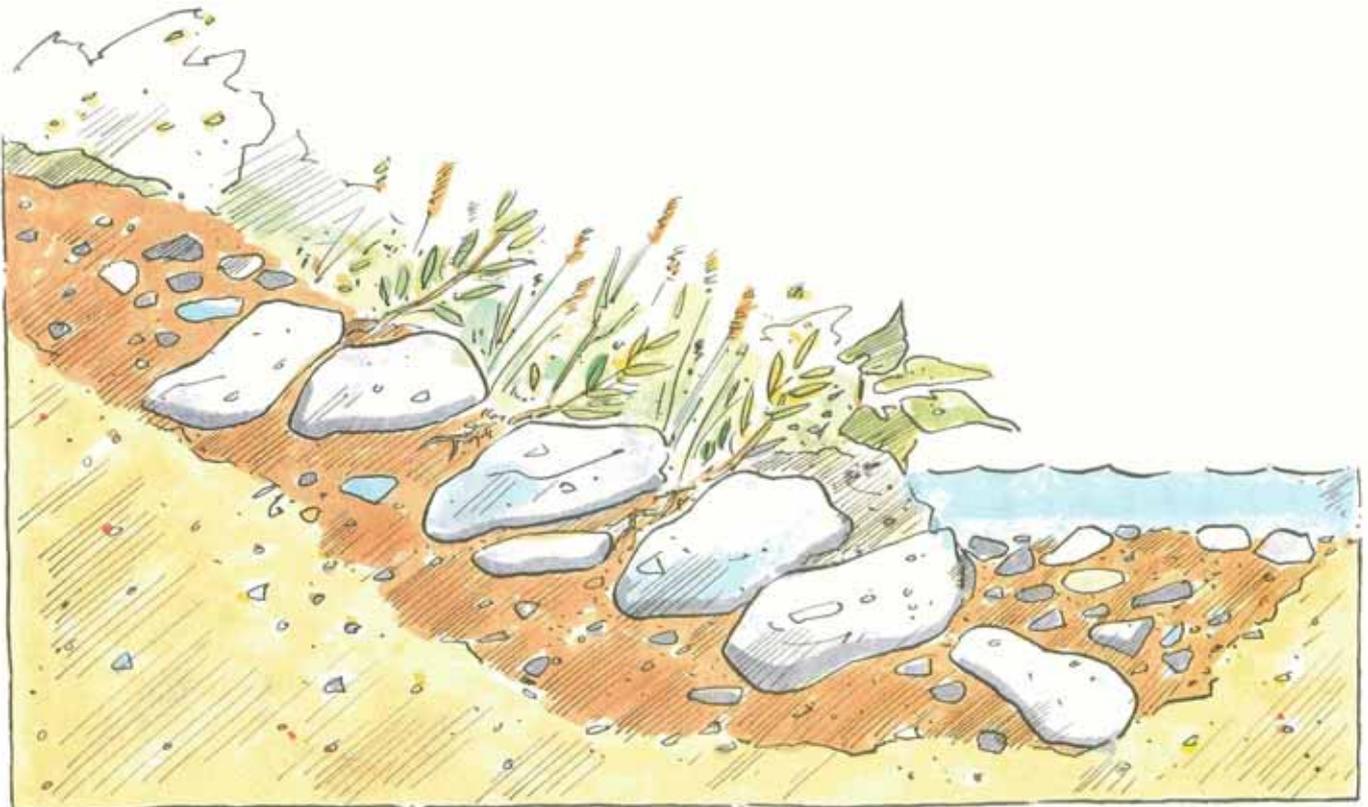
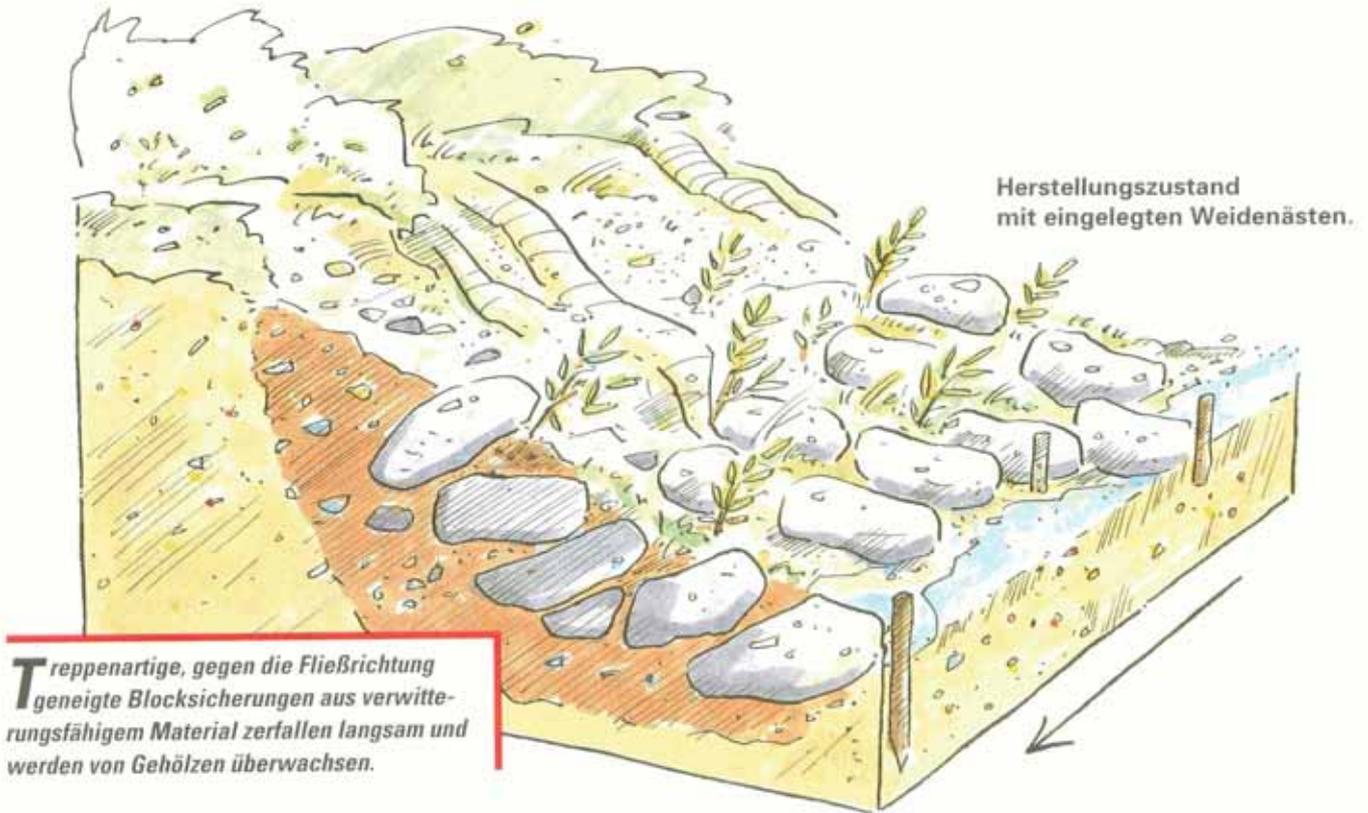
Fertige Bauweise (Modell). Die Ufergehölze werden in vorbereitete Pflanzlöcher versetzt. Übergangsbereich aus Steinbruchschutt hergestellt. Fließrichtung von rechts nach links.

Die Rähnensicherung ist in unregelmäßigen Abständen durch Pflanznischen unterbrochen (Modell).



Zweireihige Rähnensicherung; Herstellung von links nach rechts fortschreitend: Filter, Blöcke, Sohlensicherung, Bepflanzung.

Naturgemäße Blockbauweise



Ufersicherung im Schnitt

In der Natur findet man Großblöcke nur in Bächen und Flüssen, in die aus Geröllhalden oder Felswänden Blöcke nachstürzen. Die Blöcke liegen dort sehr ungeordnet, oft auch unstabil übereinander, das Gewässer sucht sich in vielfach gewundenem Lauf seinen Weg durch Geröllanlandungen innerhalb des Blockfeldes.

Diese Bauweise stellt einen Kompromiß zwischen einem ungeordneten »Blockwurf« und einem im Verband gesetzten Großblockpflaster dar, hat jedoch gegenüber dem ebenflächigen Großblocksatz erhebliche ökologische Vorteile.

Anwendungsbereich In erster Linie in großen, breiten Gebirgsflüssen ab 12 m Sohlenbreite bei hohem Grobgeschiebeanteil über 25 cm Kantenlänge, in der Unter- bis Überwasserzone. Anwendung nur, wenn verwitterungsaktives Gestein im Einzugsgebiet ansteht.

Herstellung Die einzelnen Blöcke haben eine Kantenlänge bis zu 1,5 m und werden so aufgeschichtet, daß sie treppenartig sowohl gegen die Fließrichtung als auch gegen das Ufer geneigt sind (Prinzip »Streichen und Fallen«). Die Blockgröße nimmt nach oben ab. Dazwischen wird eine Lage aus steinigem, jedoch bewurzelungsfähigem Rohboden eingebaut, in die man heimische, ausschlagfähige Weidenäste einlegt. Der Ausbau wird ohne vorgelagerte Fußsicherung – je nach Erosionsgefährdung – 0,8 m bis 1,8 m tief gegründet. Die unterste Blocklage wird auf einer 40 cm dicken filterfesten Tragschicht gegründet, die Gleiten sowie Unterspülung verhindert.

Der Übergang vom Blocksatz zum anstehenden Boden wird durch eine Schüttung aus unsortiertem Gesteinsmaterial hergestellt. Mutterboden wird allenfalls in den höhergelegenen Böschungsbereichen angedeckt und mit trockenheitsresistenten Grasmischungen angesät (siehe Bauweise »Anlage von Grasflächen«). Eine zusätzliche Gehölzpflanzung kann erfolgen. Dabei ist jedoch die langfristige Verdrängung der Weiden im unteren Böschungsbereich zu bedenken. Aus ökologischer Sicht ist es besser, die Vegetationsentwicklung im Übergangsbereich sich selbst zu überlassen.

Material

► **Blöcke** von 0,5 - 1,5 m Kantenlänge mit einem Seitenverhältnis von etwa 1 : 0,6 : 0,4 aus verwitterungsaktivem Material (z. B. Kalkstein, Nagelfluh, brüchiges Urgestein). Das Blockmaterial sollte in 5 - 15 Jahren zu Gesteinsschutt zerfallen. Der Materialbedarf ist etwa doppelt so hoch wie beim herkömmlichen Blocksatz.

► **Hinterfüllung** Unsortiertes Gesteinsmaterial für den Übergangsbereich zwischen Blocksicherung und höhergelegenen Ufer (z. B. »Steinbruchschutt«). Dieses Material fällt als Nebenprodukt beim Sprengen in Steinbrüchen an. Es soll ungleichkörnig sein und einen hohen Feinanteil aufweisen.

► **Tragschicht** Schottermaterial mit Durchmesser 50 bis 200 mm.

► **Weidenäste** Ausschlagfähige Weidenäste standortheimischer Arten, etwa daumendick und 0,8 m lang.

Einbauzeit Weidengewinnung nicht in der Blütezeit, Lebendbaumaßnahmen nicht bei Frost.

Pflege Ggf. Nachbesserungen ausgekolkter Stellen im Übergangsbereich bis zur ausreichenden Verwurzelung.

Kosten Die Kosten sind nach bisheriger Erfahrung etwa 20% höher als bei den bisherigen Großblockbauweisen. Sie hängen stark ab von den örtlichen Verhältnissen, insbesondere von den Zufahrtsmöglichkeiten, aber auch von Wasserführung, Grundwasserandrang und Transportentfernung zum Steinbruch. Um annehmbare Preise zu erzielen, muß den Firmen eine Einweisung an der Einbaustelle zugesagt werden. Wegen der Größe der verbauten Blöcke kommt es hier für den Arbeitsfortschritt besonders darauf an, mit welchem Anschlagmittel die Blöcke versetzt werden. Die Entscheidung, ob mit Kettenzeug versetzt oder ob gebohrt und mit Steinklammern gearbeitet wird, kann sich merklich auf die Wirtschaftlichkeit auswirken.

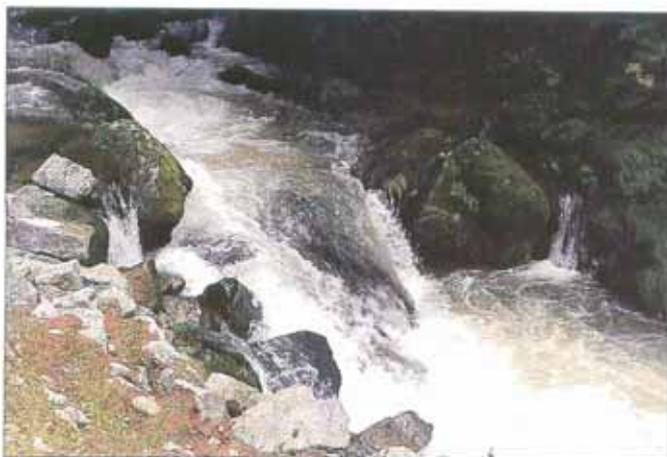
Beurteilung

Vorteile:

- Sofort und dauerhaft wirksamer Schutz des unteren Böschungsbereiches
- Langfristige Entstehung eines Wurzel-Stein-Verbundes
- Entstehung eines gut ins Landschaftsbild eingepaßten Ufers
- Entstehung vielfältiger Lebensräume

Nachteile:

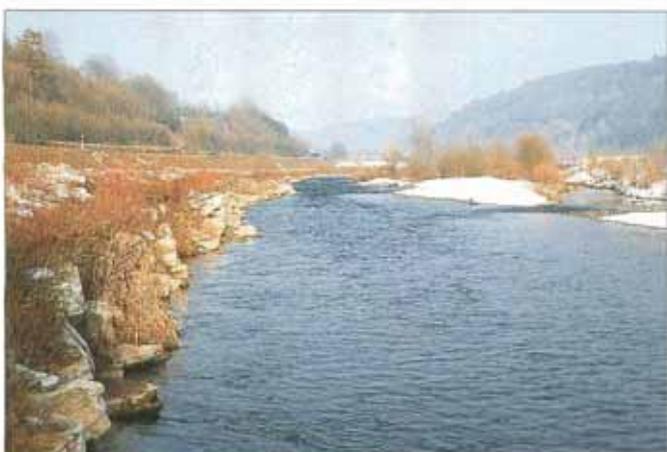
- Gefahr eines monotonen Blockverbaus bei unsachgemäßer Herstellung (Bauleitung)
- Sorgfältige Materialauswahl erforderlich; Gefahr der Erstellung eines dauerhaften Blocksatzes
- Aufwendige Herstellung; evtl. Wasserhaltung erforderlich
- Einsatz von Großgeräten erforderlich



Intakter Wildbach – Sohle und Böschungsfuß mit großen Stützblöcken von Natur aus gesichert; die Böschung besteht aus Hangschutt mit hohem Feinanteil.



Verwitterungsfähiges Gestein – Ausgangsmaterial für die Bauweise.



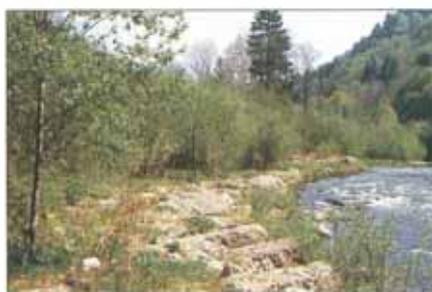
Ufersicherung eines großen Wildbaches, ausgeführt mit Kalksteinblöcken. Bis die Verwitterung einsetzt, wirken die Kalksteine noch sehr massiv.



Naturgemäße Blockbauweise – Detailschnitt (Modell). Die Fließrichtung weist von rechts nach links. Die Blöcke fallen sowohl gegen die Fließrichtung als auch gegen das Ufer. Es entsteht ein treppenartiger Aufbau.



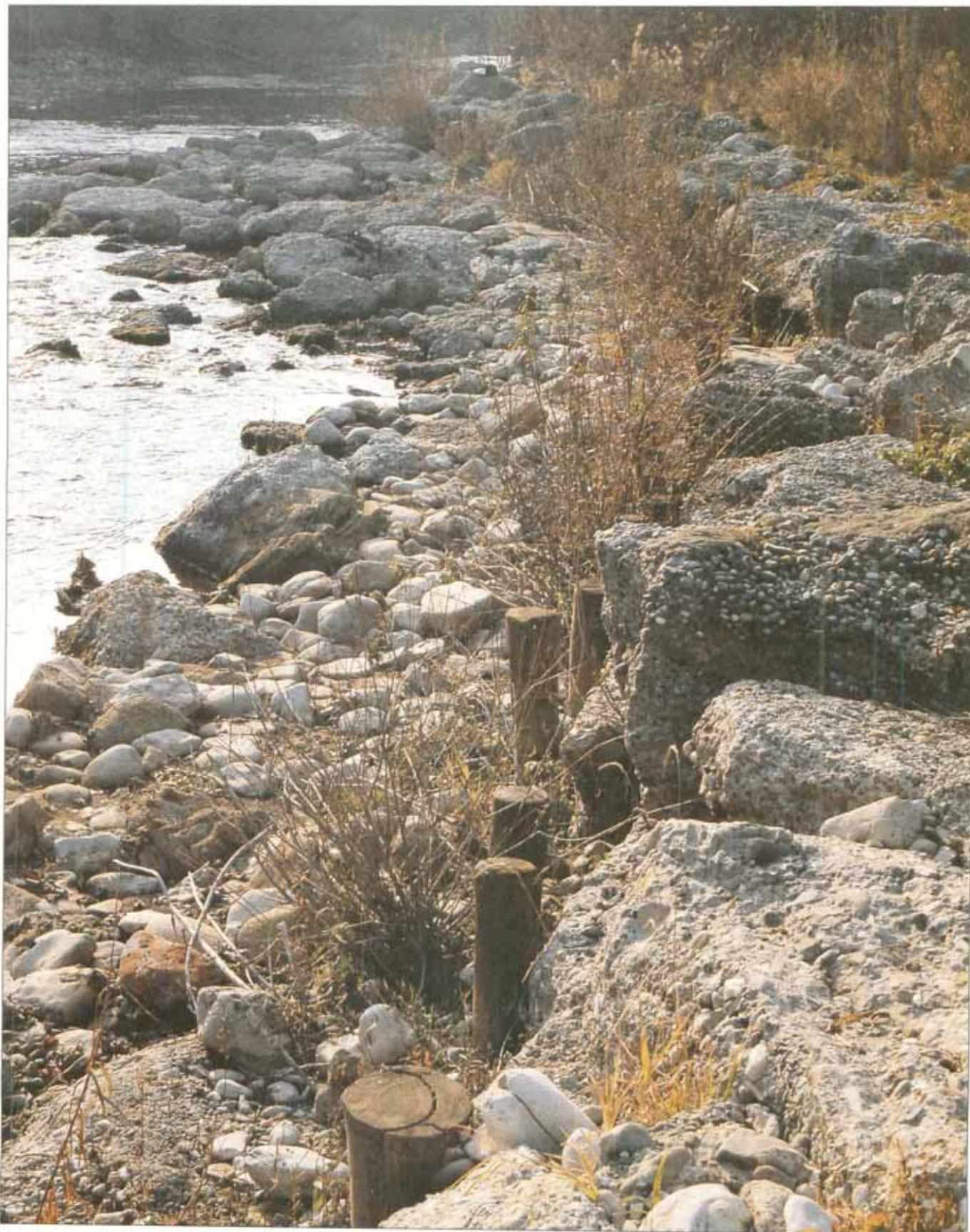
Fertig ausgeführte Ufersicherung (Modell). Die Ufergehölze sind in vorbereitete Pflanzlöcher versetzt; die übrige Böschung wird roh belassen.



Ausführungsbeispiel mit Blöcken aus Nagelfluh. Man beachte die Schräglage der Blöcke.

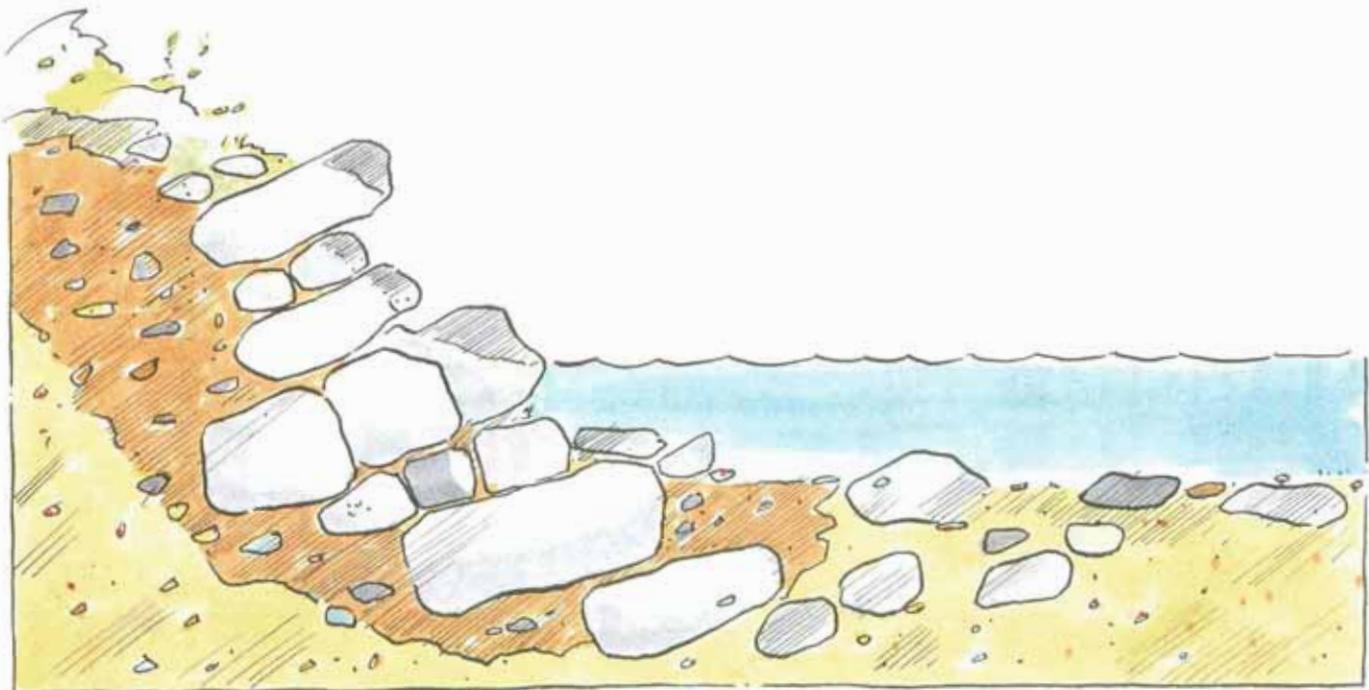
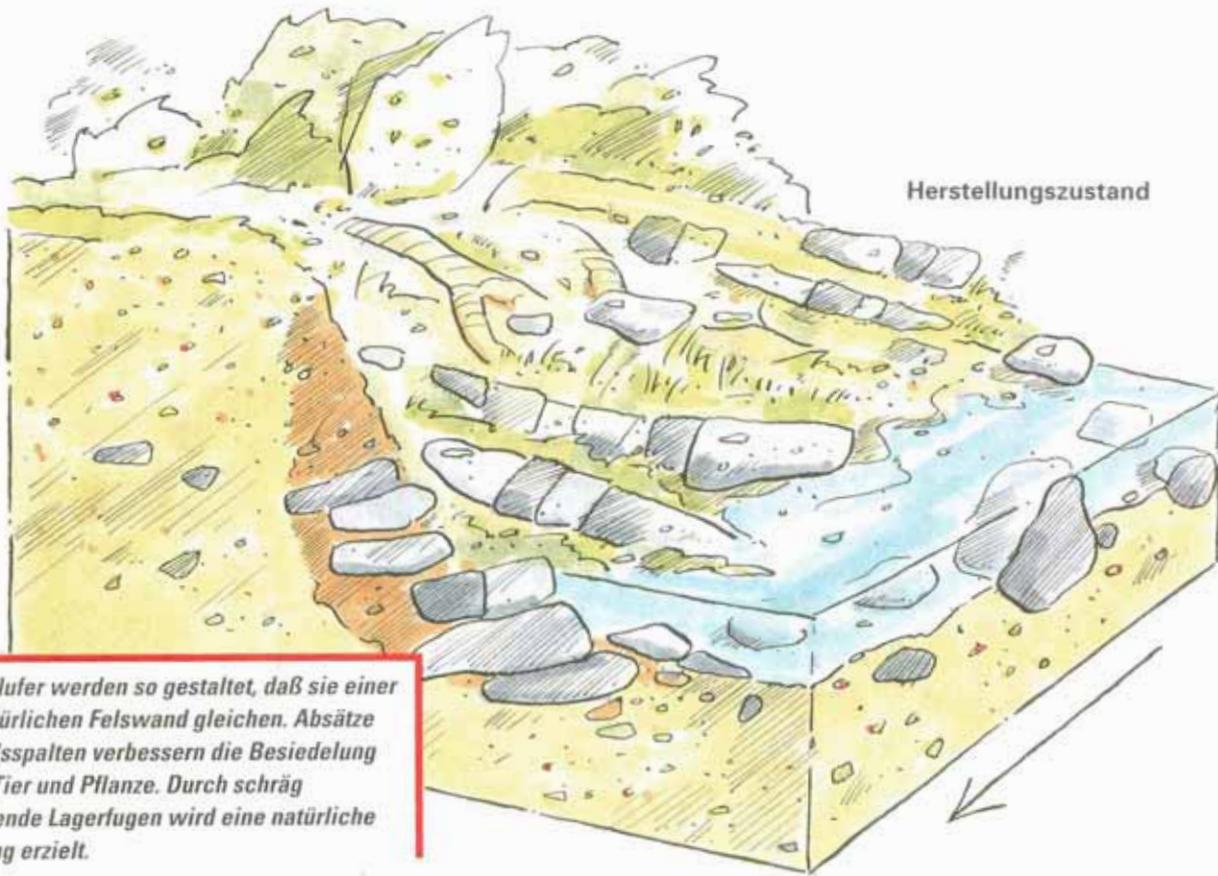


Uferpartie mit gut ausgebildetem Übergangsbereich aus anstehendem Grobgeröll der ehemaligen Niederterrasse.



Detailansicht einer Ufersicherungsmaßnahme aus nicht frostbeständigen Blöcken (Nagelfluh).

Felsbankbauweise



Viele Gebirge, so auch die meisten Mittelgebirge, bestehen aus schichtweise aufgebauten Felsformationen. Tieft sich ein Gewässer in diese Schichten ein, so brechen durch Frost und Erosion die brüchigen oder weichen Schichten aus der Wand; die frostbeständigen, harten, groben Schichten bleiben als Rippen stehen. Die Bauweise ahmt die durch natürliche Verwitterung entstandene Schichtung nach. Die gewünschten natürlichen Strukturen entstehen jedoch nur, wenn mit unterschiedlichen Schichthöhen gearbeitet wird, wenn die oberen Ränder des Gerinnes mit dem anschließenden Gelände verzahnt werden und wenn jegliche Gleichförmigkeit vermieden wird. Auf den so entstandenen Felsbänken lagern sich nachfallender Hangschutt und Humus ab, Gräser und Sträucher siedeln sich an, bzw. werden gepflanzt.

Anwendungsbereich Zur Sicherung von Steilufern größerer Höhe bei beengten Platzverhältnissen und zur Gestaltung von Wehrwangen sowie Flügelmauern bei Brücken. Naturgemäß nur im Wildbachverbau; als Sonderbauweise für andere Gewässer nur dann, wenn ähnliche Felsstrukturen an den Talflanken offenliegen.

Wirkungsweise Das felsbankartig aufgebaute Ufer bildet einen sofortigen Vollschutz.

Herstellung Je nach Erosionsgefahr und Zustand der Gewässersohle wird der Uferverbau ohne Steinvorlage 0,8 - 1,8 m tief unter Sohlenniveau gegründet (zur Gründung siehe »Naturgemäße Blockbauweise«).

Die einzelnen Schichten werden in Fließrichtung steigend eingebaut, die einzelnen Blocklagen sind mauerwerksartig gegeneinander versetzt und nach rückwärts gegen die Böschung geneigt. Die Schichten haben unterschiedliche Höhen und werden mit bis zu 0,2 m großen Vor- und Rücksprünge eingebaut. Sämtliche Fugen bleiben grundsätzlich offen, also unvermörtelt.

Oberhalb der eigentlichen Gründung werden die Blocklagen mit filterfestem Material hinterfüllt. Mit dem Ausbau wird am unteren Ende der Ausbaustrecke begonnen. Nach oben binden die einzelnen Lagen entsprechend der Zeichnung fingerartig in die Böschung ein. Im Übergangsbereich zwischen Verbau und gewachsener Böschung erfolgt eine Schüttung aus unsortiertem Gesteinsmaterial (Steinbruchschutt).

Mutterboden wird allenfalls für die im Übergangsbereich gelegenen Pflanzlöcher und in den höhergelegenen Böschungsbereichen verwendet. Der Übergangsbereich wird nicht humusiert.

Material

► **Blöcke** Am Einbauort anstehende, allenfalls langsam verwitternde Blöcke unterschiedlicher Größe und Masse von annähernd kubischer bis plattiger Form. Am besten geeignet ist in der Natur schichtweise gelagertes Gestein. Materialbedarf etwa doppelt so hoch wie beim herkömmlichen Blocksatz.

► **Gesteinsschutt** Unsortiertes Gesteinsmaterial (z. B. »Steinbruchschutt« unterschiedlichster Körnung mit hohem Feinanteil, wie er in Steinbrüchen als Nebenprodukt beim Sprengen anfällt).

► **Tragschicht und Hinterfüllung** Filterfestes Gesteinsmaterial zur Fundamentierung und Hinterfüllung der Ufersicherung.

Einbauzeit Beliebig.

Pflege Ggf. gelegentliche Ausbesserung beschädigter Uferpartien im Übergangsbereich.

Kosten Die Kosten sind nach bisheriger Erfahrung etwa 1,4 mal so hoch wie bei den bisherigen Großblockbauweisen. Sie hängen stark ab von den örtlichen Verhältnissen – Befahrbarkeit, Wasserführung, Grundwasserandrang, Transportentfernung zum Steinbruch. Um annehmbare Preise zu erzielen, muß den Firmen eine Einweisung auf der Baustelle zugesagt werden. Der Baufortschritt hängt oft entscheidend davon ab, wie vor Ort der Stein maschinell aufgenommen und versetzt wird.

Beurteilung

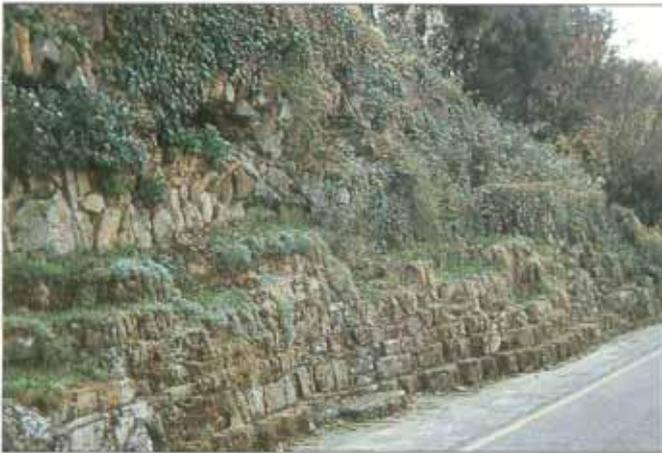
Vorteile:

- Sofort und langfristig wirksam
- Kann bei engen Platzverhältnissen Ufermauern aus Beton und Großblockbauweisen ersetzen
- In Bergregionen gute Einpassung ins Landschaftsbild
- In zahlreichen Ritzen und Spalten rasche Besiedelung durch trockenheitsliebende Pflanzen und Kleintiere möglich

Nachteile:

- Aufwendige Planung und Herstellung
- Hohe Anforderung an Bauüberwachung
- Materialbeschaffung problematisch
- Gefahr eines monotonen Blockverbbaus bei fehlender Erfahrung

Sedimentgestein mit schräg einfallender Schichtung dient als Vorbild für die naturgemäße Felsbankbauweise.



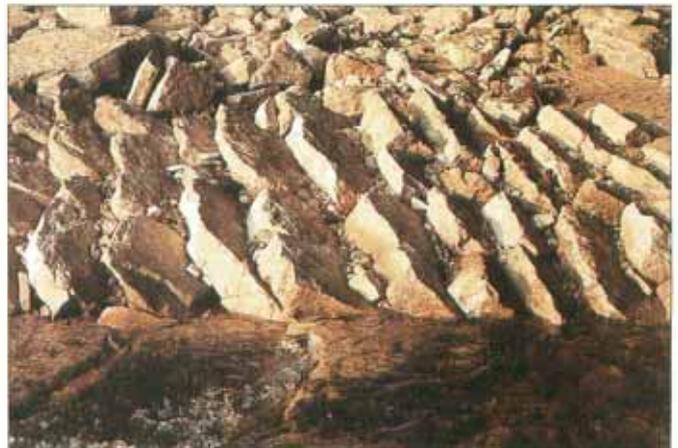
Bereits um die Jahrhundertwende versuchten italienische Gartenarchitekten, Felswände nach dem Vorbild der Natur nachzubauen (Viale Guiseppe Poggi/Piazzale Michelangelo, Florenz).



Auch heute noch ist es üblich, die Ufer von Wildbächen mit durchgehenden massiven Blockwänden zu verbauen. (Diese schlechteste aller Lösungen ist häufig unsere einzige Antwort auf einen größeren Hochwasserschaden.)



Schon vor Jahren wurde versucht, Steilufer »ökologisch« zu sichern. Zwar weist die abgebildete Uferpartie Bermen und große Pflanznischen auf, insgesamt ist der Blockverbau aber zu ebenmäßig und wirkt infolge der kubischen Blockform relativ unnatürlich.



Felsbanksicherung unter einer Brücke als Alternative zum sonst üblichen glatten Flußbaupflaster Klasse II. Das Bild unterstreicht die Aussage, daß es sich bei der Felsbanksicherung um eine Sonderbauweise handelt, die nur bei stark beanspruchten Uferpartien zur Anwendung kommt.



Ausgeführte Felsbanksicherung unterhalb eines Wehres. Das Steingerüst wurde mit Rohboden überdeckt. Es weist zahlreiche Nischen und Spalten als Lebensräume für Pflanzen und kleine Tiere auf (Fließrichtung von unten nach oben).

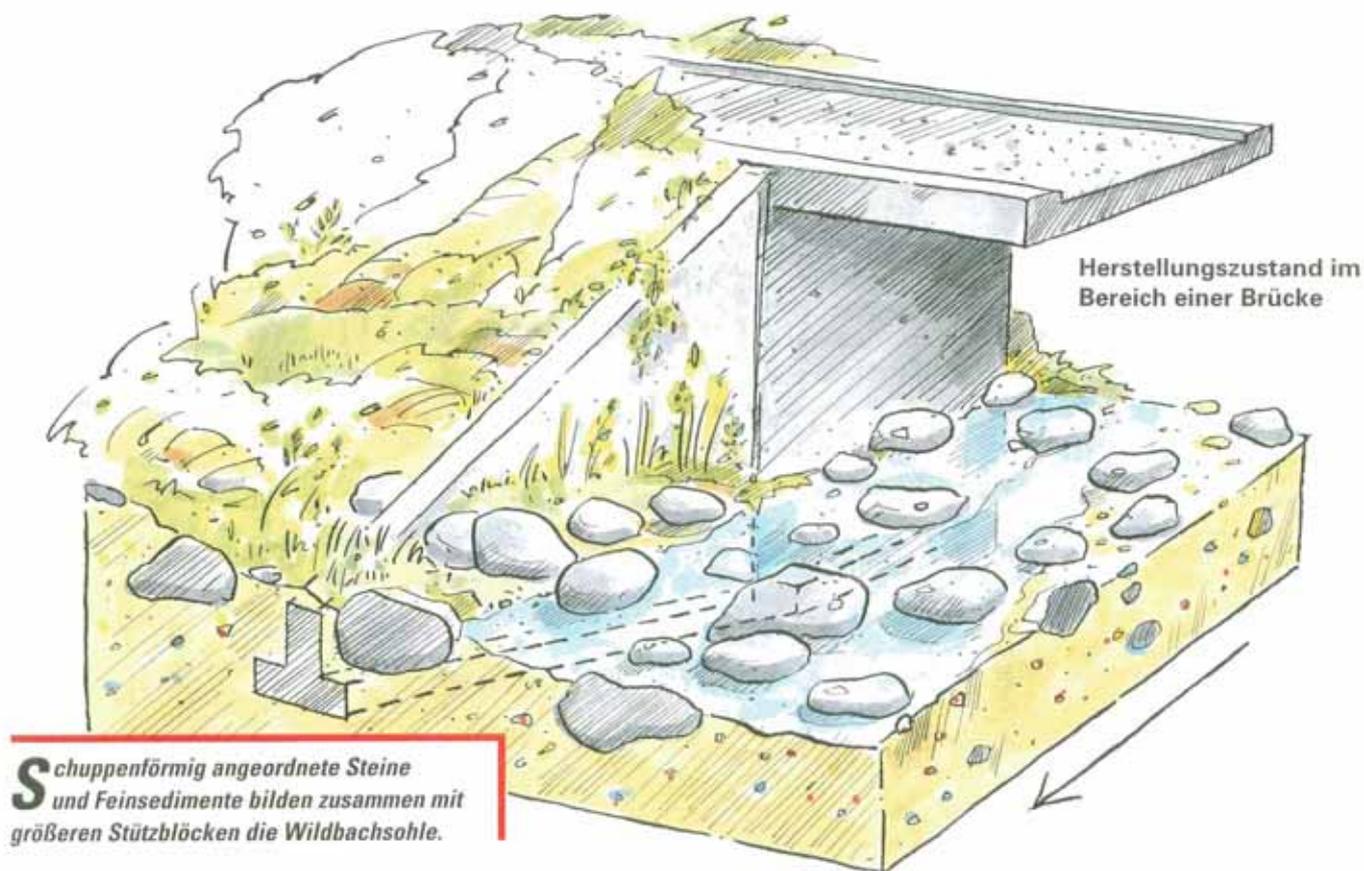


Fertige Felsbanksicherung (Modell) mit dem durch roten Ziegelschrot dargestellten Übergangsbereich und den in vorbereitete Pflanzlöcher versetzten Ufergehölzen. Fließrichtung von rechts nach links.



Detailausschnitt einer Felsbanksicherung (Modell). Man beachte die Schrägschichtung und die Nischen zwischen den Felsfingern (Fließrichtung von rechts nach links).

Sohlensicherung mit drei Kornfraktionen



Schnittzeichnung (Blöcke, Gerölle und Feinsediment)

Geschiebeuntersuchungen im Südschwarzwald zeigten, daß im Bachbett vieler Wildbäche im wesentlichen drei Kornfraktionen vorkommen – große Stützsteine, die aufgrund ihrer Masse nahezu unbeweglich im Bachbett verankert sind, dazwischen schuppenartig angeordnete Steine (»Gerölle«), die bei Hochwasser mit kurzen sprungartigen Bewegungen wandern. In den Ruhewasserzonen, also im Bereich der Blöcke, in Innenkurven und Buchten des Ufers lagern sich als dritte Kornfraktion Feinsedimente (Schluff, Sand, Verwitterungsgrus) ab.

Die Untersuchungen ergaben, daß die klassische Schleppspannungstheorie, nach der die Gewässersohle lediglich mit einer bestimmten »Grenz«-Steingröße befestigt wird, für Wildbäche generell nicht anwendbar ist. Die beschriebene Sohlensicherung mit drei Kornfraktionen ahmt den für Wildbäche typischen Geröllaufbau nach.

Anwendungsbereich Zur Sohlensicherung von geschiebeführenden Wildbächen und zur Sicherung der Gewässersohle in Durchlässen im Berg- und Hügelland.

Wirkungsweise Die in der Sohle verteilten Blöcke erhöhen die Rauheit des Bachbetts und mindern so den Strömungsangriff auf die Gerölle. Letztere bilden eine bewegliche Deckschicht und werden durch nachtransportiertes Geschiebe ersetzt. Das von den Geröllen gebildete Schuppenpflaster stützt sich direkt auf den Blöcken ab (Stützwirkung).

Herstellung Die Gewässersohle wird über die gesamte zu sichernde Fläche etwa 0,4 - 0,6 m tiefer als das künftige Sohlenniveau ausgehoben. Bereits bei der Herstellung des Rohplanums werden unterschiedliche Gewässerbreiten, Nebenarme und Inseln berücksichtigt. Bei bindigem und feinkörnigem Untergrund ist ca. 0,3 m tiefer auszuheben und eine filterfeste Tragschicht einzubauen.

Auf dem so geschaffenen Planum werden unregelmäßig die zur Stützung der Sohle benötigten Blöcke versetzt. Im Übergangsbereich Sohle/Ufer werden die Blöcke dichter als in Gewässermitteln angeordnet. Je steiler das Gewässer, desto größer die Blöcke, je größer die Blockgröße, desto größer der Blockabstand. Dieser entspricht im Mittel etwa dem 2- bis 3-fachen Blockdurchmesser. Die Zwischenräume zwischen den rasterförmig versetzten Blöcken werden nun sohleneben mit Steinen (»Geröll«) verfüllt. Soweit vorhanden, wird in Abständen von ca. 4-5 m Vorsiebmaterial unregelmäßig über die Sohle verteilt.

Die Herstellung der Sohle kann weitgehend maschinell erfolgen. Beim unregelmäßigen Verteilen der Blöcke muß zu Beginn der Arbeiten der Baggerfahrer durch eine erfahrene Fachkraft angeleitet werden.

Material

- ▶ **Blöcke** Möglichst vor Ort gewonnene, bereits vom Gewässer geformte »Rundlinge« von 40 - 160 kp.
- ▶ **Gerölle** Steine von 4 - 15 kp (möglichst vor Ort gewonnenes Rundmaterial oder entsprechende Bruchsteine).
- ▶ **Feinsedimente** Vorsiebmaterial von 0 - 32 mm entsprechend den vorgefundenen Wildbachgeröllen (jedoch kein Splitt) mit größerem Feinanteil.

Die verwendeten Materialien bestehen aus Naturstein, wie er am Einbauort ansteht, d. h. es wird kein standortfremdes Material verwendet.

Einbauzeit Beliebig.

Pflege Entfällt weitgehend bis auf Treibholzbeseitigung und, soweit erforderlich, gelegentliches Beseitigen von störenden Anlandungen bzw. Nachfüllen von abgetriebenen Steinen (»Geröllen«).

Kosten Diese schwanken stark und sind abhängig von den Verhältnissen an der Baustelle. Befahrbarkeit, Wasserführung, Hochwasserrisiko und Transportentfernungen zum Steinbruch gehen in die Kosten ein. Um annehmbare Preise zu erzielen, sollte den Firmen eine Einweisung vor Ort zugesagt werden.

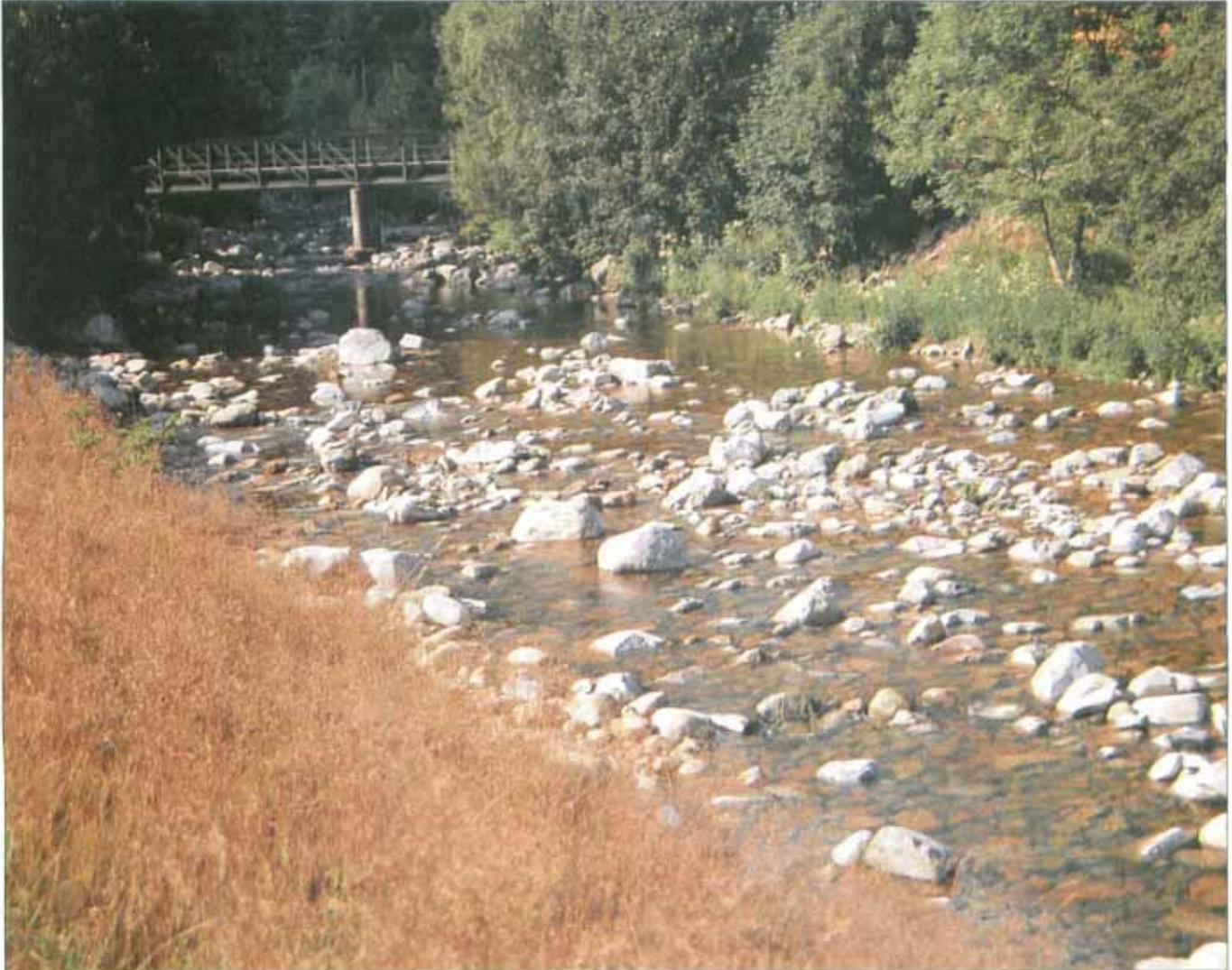
Beurteilung

Vorteile:

- ▶ Naturgemäße Sohlensicherung ohne Querbauwerke
- ▶ Eigendynamik bleibt erhalten, Umformungen weitgehend ohne Funktionsverlust möglich
- ▶ Vielfältige Lebensräume für Fische und Kleinlebewesen entstehen

Nachteile:

- ▶ Gefahr eines monotonen Ausbaus bei mangelnder Erfahrung oder ungenügender Bauleitung
- ▶ Gefahr der Verbauung des Abflußquerschnitts bei Verwendung zu großer Blöcke
- ▶ Einsatz schwerer Geräte erforderlich (Gefährdung vorhandener Ufergehölze)



Großer Wildbach im Schwarzwald mit natürlichem Sohlenaufbau aus drei Kornfraktionen: Stützblöcke, Gerölle, Feinsediment.



Naturbelassener Gewässerabschnitt eines Wildbaches. In das Bachbett gefallene Blöcke stützen die Sohle.



Ausgebauter Wildbach mit gegliedertem Ausbauquerschnitt. Im Verlaufe von ca. 50 Jahren hat sich in der Sohle wieder eine naturgemäße Kornverteilung mit Stützblöcken und schuppenartig geschichteten Geröllen eingestellt.



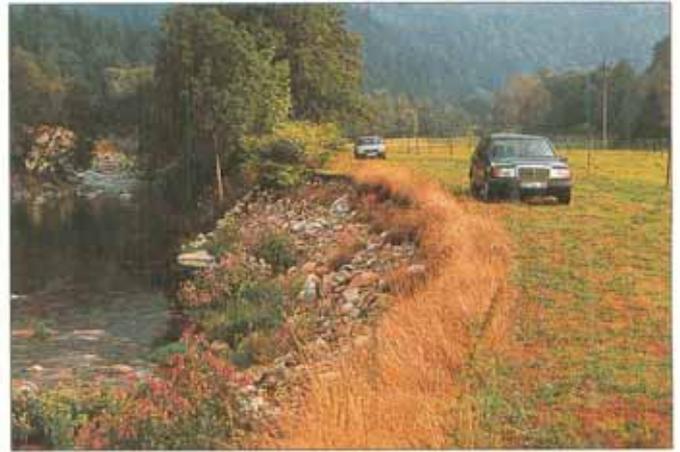
Fertig ausgeführte Sohlensicherung mit drei Kornfraktionen (Modell). Das Feinsediment ist noch nicht eingeschwemmt.



Im Zuge einer Straßenbaumaßnahme verlegtes Gewässer, dessen Sohle mit drei Korngrößen gesichert wurde. Die verwendeten Stützblöcke binden zu wenig in die Sohle ein.



Geologisch bedingte Tiefenerosion eines Gewässers – Würmeiszeitliche Schotter über Süßwassermolasse. Durch Einbau eines Filters mit darüberliegender Sohlensicherung aus drei Kornfraktionen kann der Tiefenerosion Einhalt geboten werden.



Typischer Hochwasserschaden: Das Stützgerüst der Gewässersohle ist auf größere Länge ausgeräumt und muß neu gebaut werden. Der Uferanbruch selbst sollte mit einer leichten Fußsicherung versehen und dann belassen werden.



Darstellung der aufeinanderfolgenden Phasen der Sohlensicherung mit drei Kornfraktionen (Modell): Nach erfolgter Sohlenvertiefung beginnt der Einbau des Filters. Nun folgt das Versetzen der Stützblöcke. Danach wird die Geröllfüllung eingebracht und das Feinsediment unregelmäßig über die Sohle verteilt.

