

# Naturngemäße Bauweisen

Unterhaltungsmaßnahmen  
nach Hochwasserereignissen



# Naturngemäße Bauweisen

**Unterhaltungsmaßnahmen  
nach Hochwasserereignissen**



Herausgegeben von der  
Landesanstalt für Umweltschutz  
Baden-Württemberg  
1. Auflage

Karlsruhe 1998

## IMPRESSUM

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Herausgeber</b>   | Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg<br><br>76157 Karlsruhe, Postfach 21 07 52<br><a href="http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/lfu">http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/lfu</a> |
| <b>ISSN</b>          | 1436-7882 (Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie Band 47, 1998)   |
| <b>Bearbeitung</b>   | Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU)<br>Abteilung 4, Wasser und Altlasten<br>Gerhard Bönecke, Büro Peter Jenne, freier Garten- und Landschaftsarchitekt,<br>Bad Krozingen   |
| <b>Redaktion</b>     | Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg,<br>Abteilung 4, Wasser und Altlasten<br>WBW Gewässernachbarschaften; GwD Rhein;<br>GwD Donau/Bodensee; GwD Neckar; LRA Waldshut             |
| <b>Gestaltung</b>    | Maerzke Grafik Design, Leonberg   |
| <b>Druck</b>         | Kraft Druck und Verlag GmbH, Ettlingen  |
| <b>Umwelthinweis</b> | gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier  |
| <b>Bezug über</b>    | Verlagsauslieferung der LfU bei<br>JVA Mannheim – Druckerei<br>Herzogenriedstr. 111, 68169 Mannheim<br>Telefax 0621/398-370   |
| <b>Preis</b>         | 24,00 DM  |

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

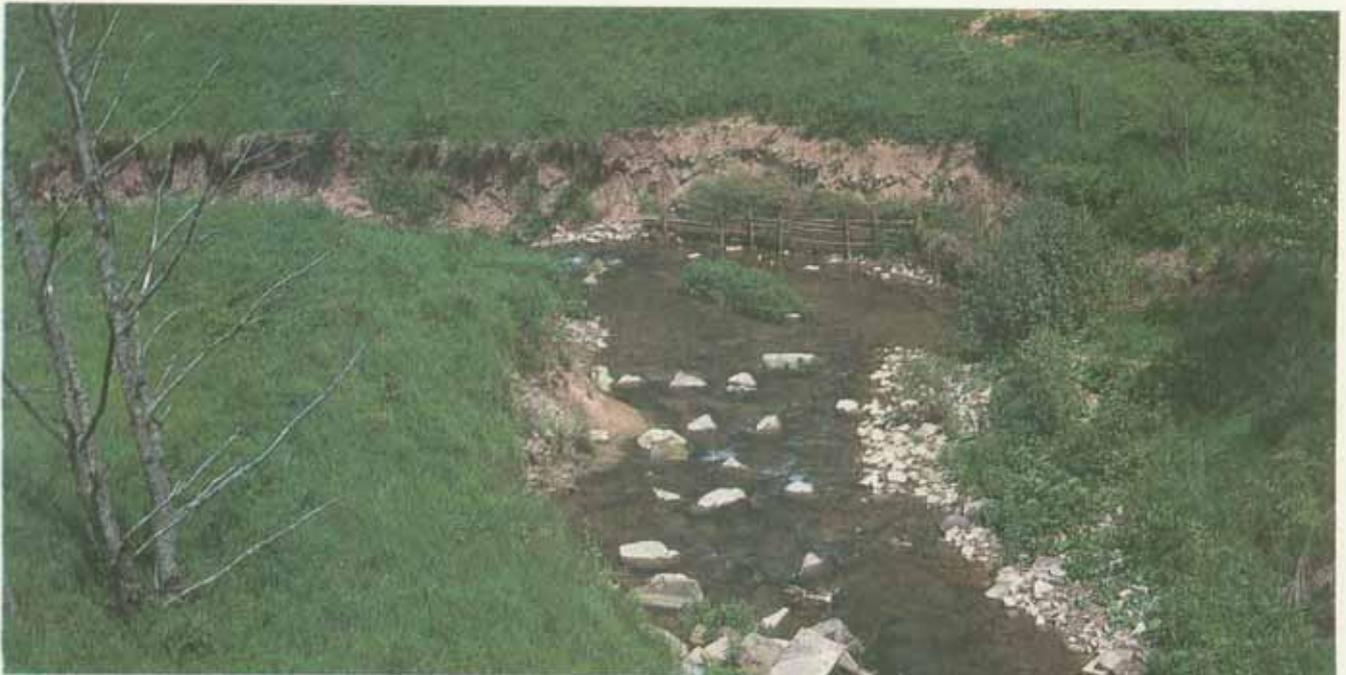
*In der Schriftenreihe „Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie“ (vormals „Handbuch Wasser 2“) werden bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Arbeitshilfen zur naturnahen Entwicklung, Unterhaltung und Umgestaltung der Gewässer und Auen herausgegeben. Die Arbeitsmaterialien werden in Zusammenarbeit mit Fachleuten innerhalb und außerhalb der Wasserwirtschaftsverwaltung erarbeitet und zusammengestellt. Sie richten sich gleichermaßen an Behörden, Planer und interessierte Bürger.*

*In dem vorliegenden Handbuch werden die bei der Unterhaltung von Fließgewässern gebräuchlichen naturgemäßen Bauweisen vorgestellt. Die Auswahl beruht auf den Ergebnissen einer von der LfU nach den Hochwasserereignissen 1993/1994 durchgeführten Umfrage bei den ehemaligen Ämtern für Wasserwirtschaft und Bodenschutz. Dabei wurde offensichtlich, daß sich die meisten Ausführungen naturgemäßer Bauweisen zur Ufersanierung sowohl gestalterisch als auch hinsichtlich ihrer Stabilität bewährt haben.*

*Neben Hinweisen zur Auswahl, Eignung und Ausführung sowie zu den rechtlichen Grundlagen der Gewässerunterhaltung werden die erforderlichen Bauleistungen in diesem Handbuch standardisiert und in Musterleistungsbeschreibungen und Systemskizzen dargestellt. Dies wird insbesondere dann zu einer Arbeitserleichterung führen, wenn – z.B. nach einem Hochwasserereignis – eine rasche Schadensbeseitigung geboten sein sollte.*

|   |    |
|---|----|
| <b>Zusammenfassung</b> .....  | 3  |
| <b>1 Einführung</b> .....   | 6  |
| <b>2 Grundlagen für die Verwendung naturgemäßer Bauweisen</b> ..... | 7  |
| 2.1 Gesetzliche Grundlagen .....                                    | 7  |
| 2.2 Fachliche Grundlagen .....                                      | 8  |
| 2.3 Akzeptanz in der Öffentlichkeit .....                           | 9  |
| 2.4 Erfahrungen aus der Anwendung naturgemäßer Bauweisen .....      | 10 |
| <b>3 Auswahl naturgemäßer Bauweisen</b> .....                       | 11 |
| 3.1 Allgemeines .....   | 11 |
| 3.2 Gewässertypologische Aspekte .....                              | 14 |
| 3.3 Hydraulische Belastungen .....                                  | 15 |
| 3.4 Maßnahmen bei Gewässereintiefung .....                          | 18 |
| 3.5 Naturgemäße Bauweisen im Siedlungsbereich .....                 | 19 |
| <b>4 Verwendung von Weiden und Erlen</b> .....                      | 21 |
| 4.1 Geeignete Weidenarten .....                                     | 21 |
| 4.2 Gewinnung, Vermehrung, Transport, Lagerung .....                | 23 |
| 4.3 Alter und Volumen der ausschlagfähigen Äste .....               | 23 |
| 4.4 Hinweise zum Ankauf von Erlen .....                             | 24 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| <b>5</b> | <b>Beschreibung geeigneter naturgemäßer Bauweisen</b> .....   | 25 |
| 5.1      | Weidensteckhölzer .....   | 26 |
| 5.2      | Weidenspreitlage .....  | 28 |
| 5.3      | Fichtenspreitlage .....   | 30 |
| 5.4      | Ihicken .....   | 32 |
| 5.5      | Faschinenwalze .....  | 34 |
| 5.6      | Weidenwippe .....   | 36 |
| 5.7      | Rauhbaum .....  | 38 |
| 5.8      | Gitterbuschbauwerk .....  | 40 |
| 5.9      | Packwerk .....  | 42 |
| 5.10     | Pfahlbuhnen .....   | 44 |
| 5.11     | Buschbautraverse .....  | 46 |
| 5.12     | Stummelbuhnen .....   | 48 |
| 5.13     | Steinschüttung mit Asteinlage.....  | 50 |
| 5.14     | Rähnenbauweise.....   | 52 |
| 5.15     | Krainerwand .....   | 54 |
| 5.16     | Geotextilbauweisen, Vegetationswalze .....  | 56 |
| <b>6</b> | <b>Kombinationsmöglichkeiten von naturgemäßen Bauweisen</b> .....   | 58 |
| <b>7</b> | <b>Aufnehmbare Schubspannungen und mittlere Fließgeschwindigkeiten</b> .....                              | 59 |
| <b>8</b> | <b>Übersichtskarte zur Ausführung naturgemäßer Bauweisen an Fließgewässern in Baden-Württemberg</b> ..... | 60 |
| <b>9</b> | <b>Zusammenfassung und Ausblick</b> .....   | 61 |
|          | Literaturhinweise .....   | 64 |



## 1 Einführung

In den vergangenen Jahren wurde eine große Anzahl verschiedener naturgemäßer Bauweisen zur Sanierung des Gewässerbetts und der Ufer an Fließgewässern in Baden-Württemberg erprobt. Eine kritische Bestandsaufnahme dieser ausgeführten Bauweisen nach den Hochwasserereignissen des Winters 1993/94 verdeutlichte, daß sich die naturgemäßen Bauweisen hinsichtlich ihrer Stabilität, die von verschiedener Seite immer wieder angezweifelt wurde, in sehr hohem Maße bewährt haben. Ein Einsatz naturgemäßer Bauweisen in der Gewässerunterhaltung ist demnach sowohl aus ökologischer und gestalterischer als auch aus bautechnischer Sicht grundsätzlich zu empfehlen.

Seit Inkrafttreten des Wassergesetzes vom 13.11.95 gelten hinsichtlich der Gewässerunterhaltung neue Bestimmungen, die eine naturnahe Entwicklung der Fließgewässer vorantreiben werden. Die geänderten rechtlichen Rahmenbedingungen verlangen jedoch ein Überdenken der Einsatzmöglichkeiten naturgemäßer Bauweisen. In der vorliegenden Schrift werden die neuen rechtlichen Grundlagen hinsichtlich der Verwendung naturgemäßer Bauweisen dargestellt.

Wurden Uferschäden früher i.d.R. repariert – sei es durch konventionelle oder naturgemäße Bauweisen – setzt das geltende Wassergesetz die Priorität auf eine eigendyna-



*Abb. 1: Breitenerosion mit großem Uferabbruch am Prallhang. Eine Stabilisierung der Ufer bzw. eine Wiederherstellung der alten Uferlinie ist nach dem Wassergesetz nur noch in Ausnahmefällen vorgesehen (Aufn.: LfU 1995).*

mische Entwicklung, d.h. Sanierungsmaßnahmen werden nur in bestimmten Ausnahmefällen zugelassen. Dies wird jedoch nicht dazu führen, daß die seit geraumer Zeit verstärkt angewandten Bauweisen bald wieder in Vergessenheit geraten. Für bestimmte Fälle hat der Gesetzgeber eine Wiederherstellung vorgesehen, die dann vorrangig mit naturgemäßen Bauweisen auszuführen ist.

Eine völlig neue Aufgabe kommt den naturgemäßen Bauweisen bei der Initiierung der eigendynamischen Entwicklung eines Gewässers zu. Hier müssen in den kommenden Jahren noch neue Techniken entwickelt bzw. erprobt werden.

In dieser Schrift werden eine Vielzahl an bewährten Bauweisen der Gewässerunterhaltung detailliert beschrieben. Bei der Entscheidung für eine bestimmte Bauweise sind verschiedene Kriterien zu beachten. Dem Anwender soll die vorliegende Veröffentlichung die Auswahl erleichtern.

## 2 Grundlagen für die Verwendung naturgemäßer Bauweisen

### 2.1 Gesetzliche Grundlagen

Die Gewässerunterhaltung ist eine öffentlich rechtliche Verpflichtung des Trägers der Unterhaltungslast. Gesetzliche Grundlage ist das Wasserhaushaltsgesetz (§ 28 WHG) und das Wassergesetz (§§ 46, 47 und 49 WG). Mit Inkrafttreten der Gesetzesnovelle zum Wassergesetz zum 1.1.1996 wurde der Umfang der Gewässerunterhaltung um ökologische Belange deutlich erweitert.

Die Gewässerunterhaltung umfaßt nach § 47 Abs. 1 WG die Erhaltung eines ordnungsgemäßen Zustands für den Wasserabfluß und, soweit das Wohl der Allgemeinheit dies erfordert, die

- ▶ Reinigung und Erhaltung des Gewässerbettes
- ▶ Sicherung der Ufer, Vorländer und Leitdämme
- ▶ Beseitigung von Störungen des Wasserablaufes
- ▶ naturnahe Gestaltung und Bewirtschaftung des Gewässerbettes und der Ufer (neu ab 1.1. 1996)

Der Umfang und die Methoden der Gewässerunterhaltung richten sich in Zukunft nach neuen, hinsichtlich einer naturnahen Entwicklung getroffenen Regelungen (§§ 7, 8, 9 und 9a WG). Bei Veränderungen des Gewässerbettes bzw. der Ufer sind nur noch in bestimmten, begründeten Ausnahmefällen, nach einer förmlichen Entscheidung, Unterhaltungsmaßnahmen zur Wiederherstellung des früheren Zustandes zugelassen (siehe Handbuch Wasser 2, Heft 31 „Rechtsgrundlagen der Gewässerunterhaltung, Teil I: Überblick“, LfU 1996).

Der Träger der Unterhaltungslast hat bei der Festlegung von Maßnahmen u.a. folgendes zu berücksichtigen:

**Abflulleistung:** Bei ausgebauten Gewässern ist die zugrunde gelegte Abflulleistung zu erhalten (§ 47 Abs. 2 WG). Durch Hochwasser entstandene abflußwirksame Hindernisse müssen folglich soweit entfernt werden, wie dies zur Erhaltung der Abflulleistung erforderlich ist.

**Verlegung des Gewässerlaufs:** Hat sich der Gewässerverlauf durch Verlassen des Gewässerbettes oder Auf- und Ablandungen verlegt, ist eine Wiederherstellung nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen zulässig. Das WG unterscheidet bei der Regelung der Ausnahmefälle zwischen Gewässerstrecken im Außenbereich und im Siedlungsbereich. In beiden Bereichen kommt eine Wiederherstellung dann in Betracht, wenn Hochwasserschäden zu einer nicht beabsichtigten Härte gegenüber den Anliegern führen würden, und die Wiederherstellung mit den öffentlichen Belangen vereinbar ist (§ 9a Abs. 2 Satz 2 WG). Außerdem kann sowohl im Außen- als auch im Siedlungsbereich eine Wiederherstellung im Interesse des Wohls der Allgemeinheit begründet sein (§ 9a Abs. 4 Satz 1 WG). Im Siedlungsbereich ist eine Wiederherstellung auch dann zulässig, wenn Veränderungen des Gewässerbettes die zulässige oder genehmigte bauliche Nutzung betroffener Grundstücke erheblich beeinträchtigen (§ 9a Abs. 2 Satz 1 WG). Über Art und Umfang der Wiederherstellung entscheidet in jedem Fall die zuständige Wasserbehörde.

**Geschützte Biotope:** Maßnahmen innerhalb nach § 24a Abs. 1 NatSchG besonders geschützter Biotope, soweit sie nicht zu deren Erhaltung bzw. Wiederherstellung dienen, bedürfen einer Ausnahmeerteilung nach § 24a Abs. 4 NatSchG durch die Naturschutzbehörde.

**Unterhaltungsmaßnahmen mit naturgemäßen Bauweisen:** Natürliche oder naturnahe Gewässer sollen gemäß § 3a Abs. 1 WG erhalten werden. Bei anderen Gewässern ist ein naturnaher Zustand anzustreben. Die Gewässerunterhaltung erfaßt nach § 47 Abs. 1 Satz 2 WG u.a. die naturnahe Gestaltung und Bewirtschaftung des Gewässerbettes und der Ufer. Aus diesen Bestimmungen ist zu schließen, daß bei Unterhaltungsmaßnahmen zur Erhaltung des Gewässerbettes und zur Sicherung der Ufer, Vorländer usw. künftig vorrangig Methoden des Lebendverbau, d.h. naturgemäße Bauweisen anzuwenden sind. Diese führen i.d.R. zu keiner starren Festlegung des Gewässerlaufes.

## 2.2 Fachliche Grundlagen

Viele naturgemäße Bauweisen sind Weiterentwicklungen historisch überlieferter Baumethoden, die in den Wasserbau Eingang gefunden haben. Es handelt sich meist um relativ einfache Bauweisen mit wenigen, oft vor Ort verfügbaren Baumaterialien (lebende und tote Äste, bewurzelte Pflanzen, Rundhölzer, ganze Bäume, Baumkronen, Pfähle usw.). Typisch für eine ganze Reihe dieser Bauweisen ist die Kombination von toten und lebenden Baustoffen, wobei Pflanzen oder Pflanzenteile derart eingesetzt werden, daß sie im Laufe ihrer Entwicklung durch ihre Fähigkeit, Boden gegen mechanische Angriffe von innen und außen zu schützen, den wesentlichen Beitrag zur dauerhaften Sicherung z.B. von Ufern oder Böschungen leisten (PFLUG 1982). Unter naturgemäßen Bauweisen werden in diesem Sinne Bauweisen verstanden, die für dauerhafte Sicherungs- und Gestaltungsmaßnahmen ausschließlich Materialien, Materialgrößen und Pflanzenarten verwenden, die im jeweiligen Gewässerabschnitt auch natürlicherweise vorkommen (UM 1993).

Es können aber auch ausschließlich tote Baustoffe zum Einsatz kommen (Rauhbaum, Faschine aus Totholz), die nur begrenzt haltbar sind und einen vorläufigen Schutz übernehmen, um z.B. eine natürliche Auflandung mit anschließender Pionierv egetation zu fördern. Für vorübergehende Sicherungsaufgaben, insbesondere zur Anfangssicherung von Uferpflanzungen, können auch Materialien, Materialgrößen und Pflanzenarten verwendet



Abb. 2: Baumaterialien naturgemäßer Bauweisen: Hangroost aus Rundholz (Fichte), Weidenstecklinge, Jutegewebe (natürliche, verrottbare Faser) (Aufn.: LfU 1994).

werden, die nicht dem natürlichen Gewässertypus entsprechen, soweit sie sich in einem angemessenen Zeitraum schadlos vollständig zersetzen bzw. verdrängt werden (UM 1993).

Die Anwendung naturgemäßer Bauweisen im Wasserbau hat in den letzten Jahren an Interesse gewonnen. Voraussetzung hierfür war die systematische Erfassung der vorhandenen Kenntnisse und die Weiterentwicklung der Baumethoden. Dem Wasserbau stehen heute zahlreiche ausgereifte, in der Praxis bewährte Bauweisen zur Verfügung. Diese werden bei der Unterhaltung von Fließgewässern, unter vorrangiger Berücksichtigung der Erhaltung und Wiederherstellung der ökologischen Funktionen der Gewässer, weiter an Bedeutung gewinnen. Die ökologische Funktionsfähigkeit von Gewässern kann durch naturgemäße Methoden nach einer gewissen Regenerationszeit sogar erheblich verbessert werden.

Die Anwendung naturgemäßer Bauweisen im Rahmen der Gewässerunterhaltung trägt der Forderung des Wassergesetzes nach einer naturnahen Gestaltung des Gewässerbetts und der Ufer Rechnung. Werden lebende Ufersicherungen vorrangig unter dem Gesichtspunkt eines Primärschutzes angewendet, bleiben genügend Möglichkeiten für eine Entfaltung der natürlichen Gewässerdynamik, wobei ein vollständiger Verzicht auf Sanierungsmaßnahmen (Bauweise „Null“) der Zielsetzung, der Erhaltung und Verbesserung der ökologischen Gewässerfunktionen am nächsten kommt.

Da bei naturgemäßen Bauweisen neben Pflanzen überwiegend Material eingesetzt wird, das der Verwitterung unterliegt, können sich die für ein Gewässer charakteristischen Strukturen im Laufe der Zeit entwickeln. Die Anwendung naturgemäßer Bauweisen ist daher mehr als alle anderen in Frage kommenden Wasserbaumethoden, vorausgesetzt die Auswahl und Dimensionierung der Bauweisen erfolgt in einer zurückhaltenden, den örtlichen Verhältnissen angemessenen Weise, ein Beitrag zur naturnahen Gewässerentwicklung. Dies gilt besonders dort, wo die Gestaltung ehemals „hart“ ausgebauter Fließgewässer mit naturgemäßen Bauweisen erfolgt.



Abb. 3: Naturgemäße Bauweisen, hier begrünte Steinbuhnen am Kocher, sichern die Ufer, ohne eine naturnahe Entwicklung völlig zu unterbinden (Aufn.: LfU 1994).

Sie sind folglich nicht nur technisch wirkende Sicherungsbauweisen sondern immer auch ökologisch wirksame Entwicklungsmaßnahmen. An Gewässern eingesetzte, mit natürlichen Materialien ausgeführte Bauweisen – vor allem in Verbindung mit Pflanzen – vermögen Uferlinie und Bachsohle wirksam zu schützen, unterbinden die natürliche Gewässerdynamik aber nicht vollständig.

### 2.3 Akzeptanz in der Öffentlichkeit

Gewässerunterhaltung muß sich sowohl mit den örtlichen natürlichen Gegebenheiten als auch mit den Anliegen der von Hochwasser betroffenen Menschen auseinandersetzen. Eine ausreichende Akzeptanz für die Anwendung naturgemäßer Bauweisen bzw. für das Belassen von Gewässerbettverlagerungen ist nur zu erreichen, wenn die örtliche Situation, wie sie Landwirtschaft und Siedlungswesen über Jahrhunderte hervorgebracht hat, bei der Vorhabensplanung angemessene Berücksichtigung findet. Denn Methoden der naturnahen Unterhaltung und Entwicklung von Fließgewässern – gerade auch im Zusammenhang mit der Behandlung von Hochwasserschäden – sind in unserer intensiv genutzten und dicht besiedelten Kulturlandschaft

auch Grenzen gesetzt. Abstriche an den Zielsetzungen der naturnahen Gewässerentwicklung werden daher immer wieder unumgänglich sein.

Anhand von Informationsmaterialien, frühzeitiger Beteiligung und der Demonstration von Ausführungsbeispielen sollte den Betroffenen der Wandel in der Unterhaltungspraxis vermittelt werden. Durch kooperatives Vorgehen wird es langfristig einfacher, in der Öffentlichkeit Akzeptanz zu erzielen für eine extensive Gewässerunterhaltung, die eine Wiederherstellung nur noch in Ausnahmefällen vorsieht.



Abb. 4: Kleinerer Uferabbruch, der die Gewässerstruktur bereichert (Aufn.: LfU 1995).

## 2.4 Erfahrungen aus der Anwendung naturgemäßer Bauweisen

Im März 1994 führte die Landesanstalt für Umweltschutz nach Ablauf größerer Hochwasserereignisse eine landesweite Erhebung über die Anwendung und Bewährung naturgemäßer Bauweisen an Fließgewässern durch. Hierbei wurden die damaligen Ämter für Wasserwirtschaft und Bodenschutz mittels eines Erhebungsbogens befragt. In der Regel fand anschließend eine Begehung der Fließgewässer mit den jeweiligen Ämtern statt.



Abb. 5: Weidenfaschine, die schon seit 15 Jahren allen Hochwasserereignissen standhält und die Ufer stabilisiert – Murr/Erdmannshausen (Aufn. LfU 1994).



Abb. 6: Neue Erkenntnisse ergeben sich immer wieder aus den großen Kombinationsmöglichkeiten naturgemäßer Bauweisen. Das Foto zeigt eine Versuchsstrecke der FH Nürtingen in Bissingen/Teck (Aufn. LfU 1994).

### *Bauweisen mit sehr häufiger Anwendung:*

Gehölzpflanzungen  
Weidenspreitlage  
Faschinenwalzen lebend

### *Bauweisen mit häufiger Anwendung:*

Bauweise „Null“  
Weidenstecklinge  
Rauhbaum

### *Bauweisen mit weniger häufiger Anwendung:*

Weidenpflöcke  
Flechtwerk  
Faschinenwalzen tot  
Steinschüttung mit Lebendverbau  
Geotextil

### *Bauweisen mit seltener Anwendung:*

Röhrichtpflanzungen  
Fichtenspreitlage  
Pfahlbuhnen  
Weidenwippe  
Stangenverbau

Landesweit wurden auf einer Länge von insgesamt ca. 45 km naturgemäße Bauweisen ausgeführt. Es ist zu berücksichtigen, daß nur die der LfU gemeldeten Fließgewässer in diese Summe eingingen. Die Bezeichnung der verschiedenen Bauweisen und deren Systematik erfolgte in Anlehnung an das „Handbuch Wasserbau, Heft 5 – Naturgemäße Bauweisen“ (UM 1993). Bei der Auswahl der Bauweisen konnten deutliche Präferenzen festgestellt werden. Es ließen sich vier Häufigkeitsklassen unterscheiden:

Die Stabilität der Bauweisen ist u.a. von folgenden Faktoren abhängig:

Alter bzw. Entwicklungszustand der Bauweisen, Ausführungsqualität, Zweckmäßigkeit der Bauweisenauswahl, Gewässerhydraulik, Gewässerunterhaltung, Gewässermorphologie etc. .

Die Beurteilung der Bauweisen erfolgte hinsichtlich ihrer Stabilität, d.h. unter groben Angaben ihrer Bewährung mittels einer 3 stufigen Bewertungskala:

- ▶ stabil
- ▶ stellenweise instabil
- ▶ instabil

Als Fazit dieser Erhebung kann festgestellt werden, daß sich die naturgemäßen Bauweisen bzgl. ihrer Stabilität selbst unter extremen Abflußverhältnissen in sehr hohem Maße bewährt haben. Bei den selten vorkommenden Versagensfällen waren die Ursachen im Nachhinein oft nicht mehr zu ermitteln. In vielen Fällen war jedoch vermutlich eine unsachgemäße Ausführung der Bauweisen Grund für die Instabilität. Generelle technische Mängel waren nur bei der Bauweise „Flechtwerk“ mehrmals aufgetreten. Aufgrund der fehlenden Einbindung des Flechtwerks in die Uferböschung war es wiederholt zur Zerstörung des Flechtwerks mit Uferabbrüchen gekommen. Durch eine bessere Einbindung der Weidenruten, bis in das Ufer hinein, lassen sich derartige konstruktive Mängel allerdings leicht beheben. (Die Ergebnisse der Erhebung sind im Anhang III als Übersichtskarte zusammengefaßt wiedergegeben.)

Die guten Eigenschaften der naturgemäßen Bauweisen hinsichtlich ihrer Stabilität werden durch die umfassenden

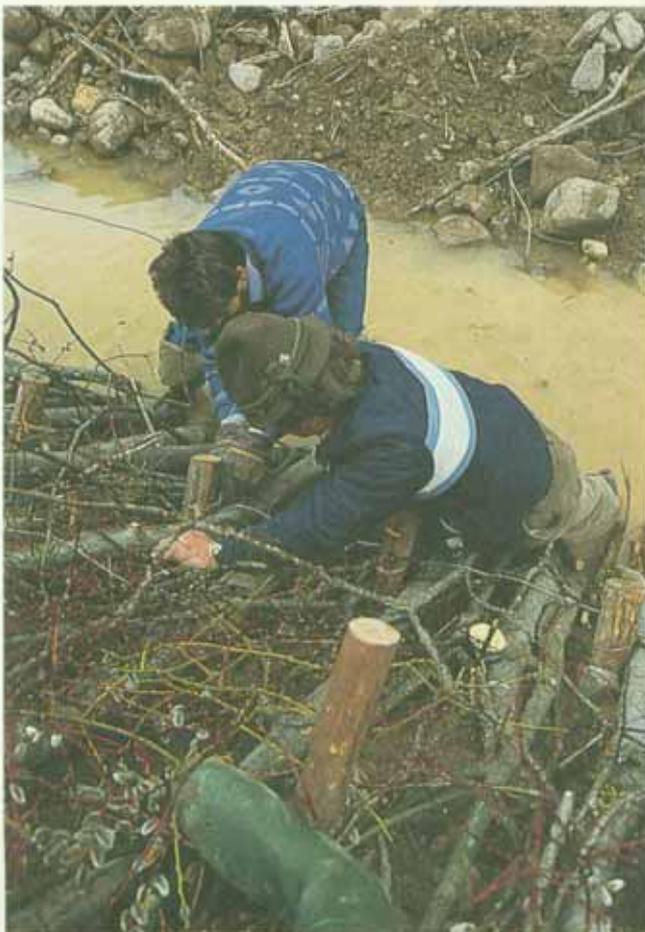


Abb. 7: Die Stabilität naturgemäßer Bauweisen ist in hohem Maße von der Ausführungsqualität abhängig (Aufn. Bönecke 1995).

Untersuchungen an der Enz in Pforzheim von wissenschaftlicher Seite untermauert (siehe Handbuch Wasser 2, Heft 25, LfU 1996). Nach dem Hochwasserereignis an der Enz im Dezember 1993 waren trotz extremer hydraulischer Belastungen keine größeren Schäden aufgetreten, die hätten saniert werden müssen. Die z.T. bis heute gehegten Vorbehalte gegen naturgemäße Bauweisen im Hinblick auf ihre Stabilität werden sowohl durch die landesweiten Erhebungen (LfU 1994) als auch durch die Erfolgskontrolle an der Enz (LfU 1996) auf beeindruckende Weise widerlegt. Ein gewisses Stabilitätsrisiko bis zur Bewurzelung der Weiden bleibt unbestritten.

### 3 Auswahl naturgemäßer Bauweisen

#### 3.1 Allgemeines

Die Auswahl von Bauweisen richtet sich vorrangig nach den Entwicklungszielen eines Gewässes. Grundsätzlich lassen sich drei Zielperspektiven unterscheiden, denen bestimmte Gruppen von Bauweisen zugeordnet werden können.

Die sogenannte **Bauweise „Null“** erfüllt die Vorstellungen von einer eigendynamischen Gewässerentwicklung, stellt aber die höchsten Anforderungen an die Flächenverfügbarkeit. Außerdem muß gewährleistet sein, daß für Unterlieger durch sich selbst überlassene Gewässerabschnitte auch langfristig keine erhöhte Gefährdung eintritt. Die Zielperspektiven „Entwickeln“ und „Sichern“ bzw. „Wiederherstellen“ führen zu einer Unterscheidung in **Entwicklungs-**



Abb. 8: Spreitlage zur Böschungssicherung, stark unterspült, da fehlende Fußsicherung (Aufn.: LfU 1995).

**und Sicherungsbauweisen.** Alle noch näher beschriebenen naturgemäßen Bauweisen (Übersicht siehe Tabelle 1) können prinzipiell unter beiden Vorgaben ausgewählt werden. Wobei Bauweisen mit kurzer Lebensdauer, z.B. tote Faschinen oder Böschungsschuttmatten aus Jute mit 3-5 Jahren Haltbarkeit, früher Gewässeränderungen zulassen wie z.B. Weidenspreitlagen, die bei intensiver Pflege über mehrere Jahrzehnte einen stabilen, wenig veränderbaren Uferschutz bilden.

Als **Entwicklungsbauweisen** werden vor allem auch jene naturgemäßen Bauweisen eingestuft, mit deren Hilfe der Stromstrich eines Gewässers umgelenkt werden kann (vgl. Tabelle 1). Durch geschickte Anordnung solcher Bauweisen, z.B. einer Abfolge von Gehölzgruppen als Strömunglenker, kann ein weitgehend gestreckter Bachlauf zum Mäandrieren angeregt werden und so eine gewünschte Gewässerbettverlagerung initiiert werden. Ausschließlich den **Sicherungsbauweisen** und nicht den Entwicklungsbauweisen zuzuordnen sind die mit schwer verwitterbaren Steinverbauungen kombinierten naturgemäßen Bauweisen (z.B. Weidenspreitlage mit Rollierung als Fußschutz). Die

beschriebenen Zielperspektiven können für ganze Gewässersysteme im Rahmen der Gewässerentwicklungsplanung (vgl. § 68 a WG) als Entwicklungsziele formuliert und festgelegt werden.

Neben den übergeordnet zu sehenden Entwicklungszielen eines Gewässers richtet sich die Auswahl der Bauweisen vor allem nach dem Umfang, in dem einzelne Uferabschnitte stabilisiert oder wiederhergestellt werden müssen. Dementsprechend sind die Bauweisen herauszufinden, die unter den gegebenen lokalen Bedingungen am besten geeignet sind, das Sanierungsziel, z.B. eine Auskolkung oder einen Uferabbruch festzulegen, zu erreichen. Dazu bedarf es guter Kenntnisse über Funktion und Wirkungsweise der einzelnen Bauweisen. Zudem sind alle Vorgänge abzuklären, die zu Gewässerverlagerungen bzw. Auf- und Ablandungen führen. Die in einem bestimmten Gewässerabschnitt zu erwartenden hydraulischen Belastungen sind zu beurteilen (näheres s. Kap. 3.3). Weitere wichtige Auswahlkriterien sind gewässertypologische Aspekte (Kap. 3.2), Bodenverhältnisse, Raumangebot, zur Verfügung stehende Mittel, Materialien und Maschineneinsatz.

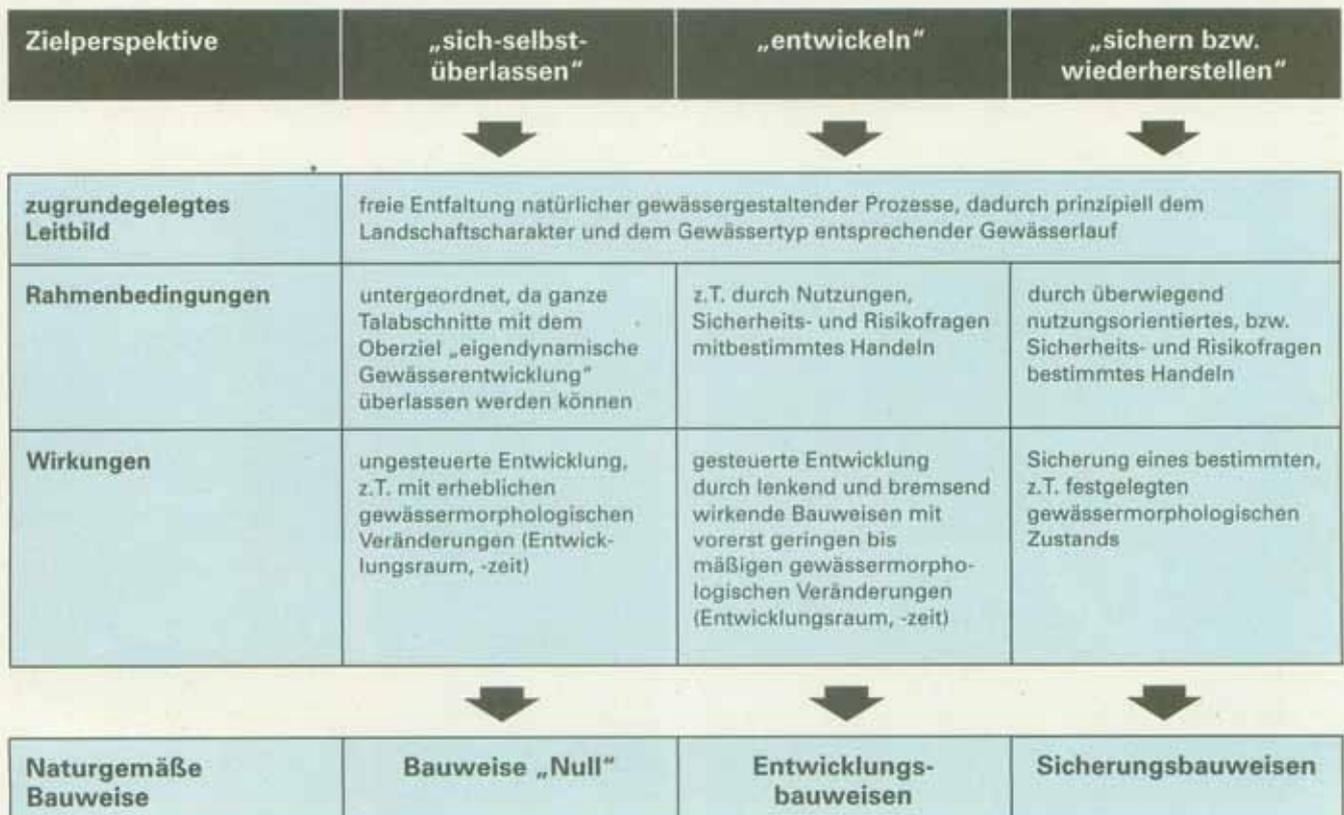


Abb. 9: Die sich aus der jeweiligen Zielperspektive ergebenden Wirkungen bestimmen die Auswahl der Bauweisen entscheidend.

Tab. 1: Anwendungsbereiche, Funktionen und Wirkungsweise, im Hinblick auf die Sanierung bzw. Prävention von Hochwasserschäden: ausgewählter naturgemäßer Bauweisen.

| Naturgemäße Bauweisen                    | Anwendungsbereich           |   |  | Funktionen und Wirkungsweise         |  |                                     |
|--|-----------------------------|---|--|--------------------------------------|--|-------------------------------------|
|  | zum Schutz gewachsener Ufer | zur Sanierung bzw. Stabilisierung von Schadstellen an Ufern | Böschungs-, Ufer- und Vorlandsicherung (Deckbauwerk) | Böschungsfußsicherung (Längsbauwerk) | Böschungs-, Ufer- und Vorlandsicherung (Deckbauwerk) | Lenkung des Stromstrichs (Leitwerk) |
| 1. ■ Weidensteckhölzer (S. 26)           | X                           | X   | X  |                                      |  |                                     |
| 2. Weidenspreitlage (S. 28)              | X                           | (X)   | X  |                                      |  |                                     |
| 3. ■ Fichtenspreitlage (S. 30)           | X                           | (X)   | X  |                                      |  |                                     |
| 4. ■ Ihicken (S. 32)                     | X                           |   | X  |                                      |  |                                     |
| 5. ■ Faschinenwalze (S. 34)              | X                           | X   |  | X                                    |  |                                     |
| 6. Weidenwippe (S. 36)                   | X                           | X   |  | X                                    |  |                                     |
| 7. ■ Raubaum (S. 38)                     |                             | X   |  | X                                    |  | X                                   |
| 8. Gitterbuschbauwerk (S. 40)            |                             | X   | X  |                                      |  | (X)                                 |
| 9. Packwerk (S. 42)                      |                             | X   | X  |                                      |  | (X)                                 |
| 10. ■ Pfahlbuhnen (S. 44)                |                             | X   |  |                                      |  | X                                   |
| 11. Buschbautraverse (S. 46)             |                             | X   |  |                                      |  | X                                   |
| 12. Stummelbuhnen (S. 48)                | X                           |   |  |                                      |  | X                                   |
| 13. Steinschüttung m. Asteinlage (S. 50) | X                           |   | X  |                                      | X  |                                     |
| 14. Rähnenbauweise (S. 52)               | X                           | X   |  |                                      | X  |                                     |
| 15. Krainerwand (S. 54)                  | X                           | X   |  |                                      | X  |                                     |
| 16. Geotextilbauweisen (S. 56)           | X                           | X   | X  |                                      | X  |                                     |

■ einfach auszuführen  
(X) = Verwendung bzw. Anwendungsmöglichkeiten je nach örtlichen Gegebenheiten eingeschränkt

## 3.2 Gewässertypologische Aspekte

Ob vorrangig zur Sicherung oder zur Entwicklung, die Auswahl der Bauweisen und Materialien sollte sich am naturgegebenen Gewässer- und Landschaftscharakter orientieren. Um genauere Vorstellungen über den natürlichen Zustand der Fließgewässer zu erhalten, wurde für einzelne Landschaftsräume in Baden-Württemberg eine tal- und gewässermorphologische Typologie der Fließgewässer erarbeitet (FORSCHUNGSGRUPPE FLIESSGEWÄSSER 1994). Das dabei zugrundegelegte Typensystem läßt für die Auswahl naturgemäßer Bauweisen praxisrelevante Schlußfolgerungen zu.

### Geochemische Grundtypen

- ▶ Silikatbäche
- ▶ Karbonatbäche

Für naturgemäße Bauweisen benötigtes Gestein, jeder Form, muß dem geochemischen Grundtyp entsprechen. Es ist aus gewässer- und landschaftsökologischen Gründen abzulehnen, wenn Kalkstein aus dem Muschelkalk für Maßnahmen an einem Silikatbach, im Buntsandstein verwendet wird. Baubeschreibung und Ausschreibungstexte sind mit entsprechenden Hinweisen zu versehen.

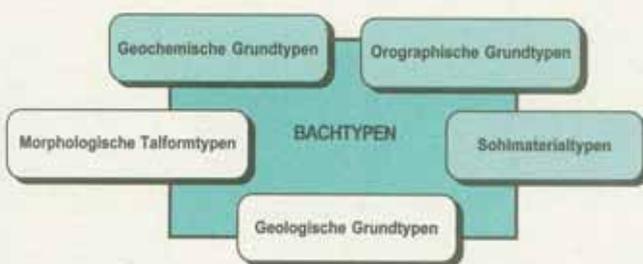


Abb. 10: Verschiedene Bachtypen für eine landschaftsspezifische Gliederung der Fließgewässer in Baden-Württemberg (in Anlehnung an FORSCHUNGSGRUPPE FLIESSGEWÄSSER 1994). Die unterlegten Typen sind für die Auswahl von Bauweisen und Materialien von besonderer Bedeutung.

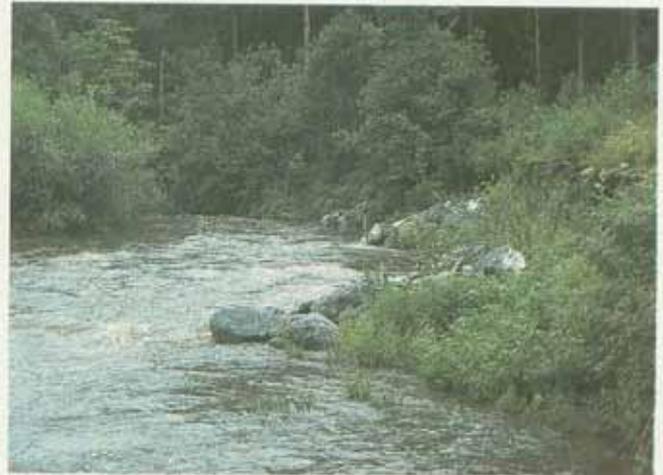


Abb. 11: Stummelbühnen in Steinbauweise als eine Möglichkeit zur Sicherung der Ufer und zur Lenkung des Stromstriches – besonders geeignet bei schnell fließenden, größeren Gebirgs- und Berggewässern – Wolfegger Aach/Baienfurt (Aufn.: LfU 1993).

Die Zuordnung eines Gewässers zu einem geologischen Grundtyp ist bei der Lieferung von Gesteinsmaterial – sofern kein anstehendes Material vorhanden ist – von Bedeutung. Da jedoch nicht aus allen geologischen Schichten für den Wasserbau geeignete Gesteine gewonnen werden können, ist vor allem der geochemische Grundtyp des jeweiligen Gewässers zu beachten und der Bezug von Flußbausteinen, Material für Schüttungen usw. entsprechend zu bestimmen.

### Orographische Grundtypen

- ▶ Gebirgsbäche
- ▶ Bergbäche
- ▶ Hügellandbäche
- ▶ Flachlandbäche

Einzelne Bauweisen sollten auf bestimmte orographische Grundtypen beschränkt werden. Der Bau von Rähnen (Rähnenbauweise), der den an Gebirgs- und Bergbächen natürlicherweise vorkommenden Uferwällen aus groben Geröllen nachempfunden ist, sollte nur an diesen Bachtypen zur Anwendung kommen. Weidenspreitlagen, Gitterbuschbauwerk, Steinschüttungen mit Asteinlage, etc. bieten an schnell fließenden Gewässern mit großen Wasserspiegelschwankungen und starkem Geschiebetrieb guten Schutz. Sie sind daher besonders für Gebirgs- und Bergbäche geeignet. Die Gehölzartenwahl sollte sich u.a. nach dem orographischen Grundtyp orientieren (siehe Tabelle 3 Seite 24).

**Sohlenmaterialtypen**

- ▶ Blockbäche
- ▶ Schotterbäche
- ▶ Kiesbäche
- ▶ Sandbäche
- ▶ Lehm-/Schluffbäche

Anhand der vorherrschenden Kornfraktionen im Sohlsubstrat werden Sohlenmaterialtypen unterschieden. Form und Größe sowie Materialien für Verfüllungen und Überdeckungen sollten sich an den natürlichen Gegebenheiten orientieren. Führen Schotter-, Kies-, Sand- und Lehm- und Schluffbäche verstärkt Schwebstoff- und Sedimentfracht, sind für neu zu schaffende Auflandungen z.B. Fichtenspreitlage, Rauhbaum, Gitterbuschbauwerk und Pfahlbuhnen besonders geeignet.



Abb. 12: Sanierung eines längeren Uferabbruchs durch Rauhbäume. Eine naturgemäße Bauweise, die sich für Schwebstoff- und Sedimentführende Gewässer eignet. Die Aufnahme stammt aus dem Jahr 1989 – eine Wiederherstellung der früheren Uferlinie wäre aus heutiger wasserrechtlicher Sicht nicht mehr erforderlich (Aufn.: Bönecke 1989).

**3.3 Hydraulische Belastungen**

Es ist vielfach nicht ausreichend, bei der Auswahl, Kombination und Dimensionierung naturgemäßer Bauweisen über Kenntnisse hinsichtlich Art und Umfang von Bauleistungen sowie über Baustoffe und geeignete Pflanzen zu verfügen. Eine zweckmäßige Anwendung naturgemäßer Bauweisen in der Gewässerunterhaltung setzt voraus, daß das Wirken des Wassers als dynamisch angreifende Kraft, das ist die in einem bestimmten Gewässerabschnitt auftretende hydraulische Belastung, richtig eingeschätzt wird (BEGEMANN & SCHIECHTL 1986, 1994).

Die in Anhang III genannten Grenzschiebungen – soweit nicht anders erwähnt – gelten für verwachsene, d.h. mindestens 3 Jahre alte, lebendverbaute Ufer und Böschungen. Erreicht die berechnete Schubspannung die für eine Bauweise bekannte Grenzschiebung und soll diese als Sicherungsbauweise eingesetzt werden, muß unter Berücksichtigung der Entwicklungszeit von mindestens 3 Jahren geprüft werden, ob der erforderliche Schutz alleine mit naturgemäßen Bauweisen hergestellt werden kann. Abhilfe ist unter Umständen möglich, indem besonders erosionsgefährdete Bereiche, wie z.B. der Böschungfuß, zumindest Übergangsweise durch Steinverbauungen (Steinschüttungen, Rähnenbauweise) verstärkt werden.

Bei der Verwendung naturgemäßer Bauweisen ist nach LfU 1996a insbesondere zu beachten, daß die Größe der das Gewässerbett beeinflussenden Kräfte richtig beurteilt wird (vgl. Abb. 22),

- ▶ die für eine bestimmte naturgemäße Bauweise bekannte maximal aufnehmbare Schubspannung („Grenzschleppkraft“) nicht überschritten wird (besonders zu beachten im Hinblick auf den Bauzustand bzw. in den ersten Vegetationsperioden),
- ▶ die aufnehmbaren mittleren Fließgeschwindigkeiten nicht überschritten werden (besonders zu beachten im Hinblick auf die weitere Entwicklung der Gehölze),
- ▶ der Winkel, unter dem die Strömung auf die naturgemäße Bauweise auftritt berücksichtigt werden muß (besonders zu beachten im Hinblick auf exponierte Stellen, da dort Verwirbelungen auftreten können).



Abb. 13: Die hydraulischen Belastungen sind an der Sohle und im unteren Böschungsbereich besonders groß. Die hier vereinzelt stehenden Weiden wurden hinterspült, was zu Ufererosionen führte – Murr/Steinheim (Aufn.: LfU 1993).



Abb. 14: gleicher Standort wie Abb. 13, nach Rückschnitt der Weiden (Aufn.: LfU 1994).



Abb. 15: Primärschutz durch verlegtes Geotextil mit Getreideansaat (Aufn.: LfU 1995).

Die Schubspannung  $\tau$  setzt sich zusammen aus den beiden zeitabhängigen Komponenten  $\tau_B$  und  $\tau_V$ .  $\tau_B$  bezeichnet die von der Bauweise aufnehmbare Schubspannung direkt nach der Fertigstellung der Ufersicherung. Diese nimmt im Laufe der Zeit aufgrund der Verrottung ab.  $\tau_V$  steht für jene Schubspannung, die von der sich entwickelnden Vegetation aufgenommen werden kann. Da die Vegetationsdichte im Laufe der Jahre zunimmt, nimmt  $\tau_V$  mit der Zeit zu.

Angaben über die Höhe der tatsächlichen Schubspannung bzw. über die mittleren Fließgeschwindigkeiten sind für die Auswahl geeigneter Bauweisen und ganz besonders die richtige Kombination von Deck- und Längsbauwerken wichtig. Die im Bereich der Sicherungsmaßnahmen während des Hochwassers lokal wirksamen Schubspannungen können mit Hilfe der Schubspannungsformel

$$\tau = \rho \cdot g \cdot h \cdot I$$

berechnet werden ( $\rho$  = Dichte des Wassers,  $g$  = Erdbeschleunigung,  $h$  = Wassertiefe und  $I$  = Sohlneigung). Die maximal zulässigen Schubspannungen, die für eine Reihe naturgemäßer Bauweisen zumindest annähernd bekannt sind, werden den tatsächlich auftretenden Schubkräften gegenüber gestellt.

Bei den Untersuchungen an der Enz in Pforzheim (LfU 1996a) stellte sich heraus, daß neben den aufgetretenen Schubspannungen und Fließgeschwindigkeiten vor allem die Linienführung und die Entwicklung der Vegetation die Stabilität der Bauweisen ganz erheblich beeinflusst.

Es konnte nachgewiesen werden, daß oberhalb des Umgestaltungsbereiches, im ausgebauten gestreckten Gewässerabschnitt, trotz hoher Schubspannungen von ca.  $80 \text{ N/m}^2$  und Fließgeschwindigkeiten von  $3,5 \text{ m/s}$  sich die Vegetation gut entwickelte und keine Schäden beim Hochwasser eintraten. Dagegen war an unregelmäßigen, mit wechselnden Böschungsneigungen umgestalteten Enzabschnitt, bei gleichen Schubspannungs- und Geschwindigkeitsverhältnissen der Bewuchs z.T. weniger gut entwickelt, so daß beim Hochwasser im Dezember 1993 teilweise Erosionen auftraten.



Abb. 16: Umgestaltung der Enz in Pforzheim, nach Hochwasserereignis 12/93. Hinterspülte Faschine: Hauptursache war die auf die exponierte Bauweise frontal auftreffende Strömung (Aufn.: LfU 1994).

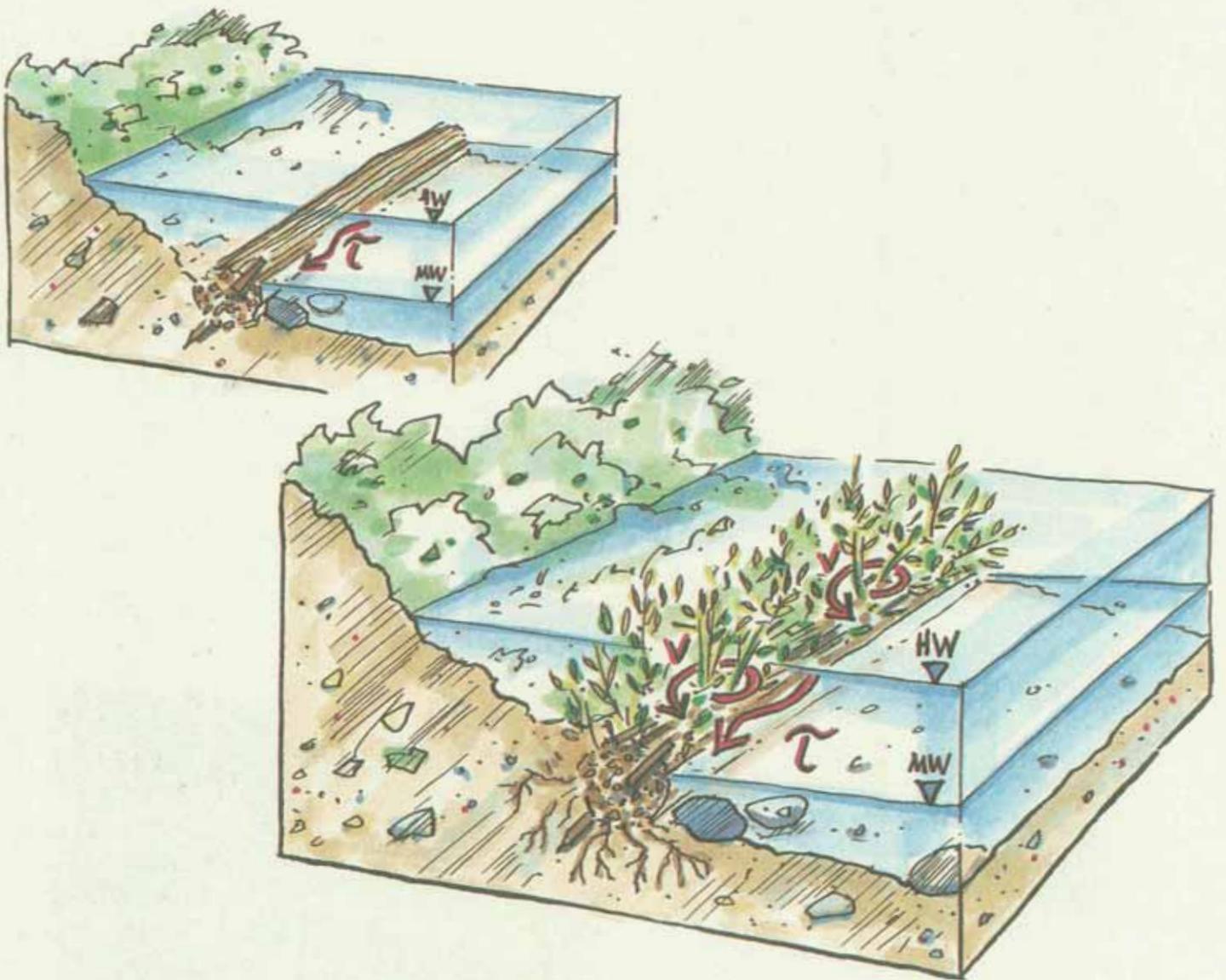


Abb. 17: Hydraulische Beanspruchung der Ufersicherung durch Schubspannung ( $\tau$ ) und Fließgeschwindigkeiten (Wirbel) nach LfU 1996a.

### 3.4 Maßnahmen bei Gewässereintiefung

Bevor mit der Sanierung von Uferschäden begonnen wird, muß geklärt werden, ob Maßnahmen zur Stabilisierung der Gewässersohle erforderlich sind. Ob als flankierende Maßnahme ein Einbau von Querwerken zweckdienlich ist, ist nach genauer Inaugenscheinnahme des zu sanierenden Gewässerabschnitts zu klären. Hierbei ist abzuwägen, welche speziellen Erosionsvorgänge in einem Gewässerabschnitt überwiegen.

Für eine Einschätzung der jeweiligen Morphodynamik ist eine Unterscheidung in Krümmungs-, Breiten- und Tiefenerosion (OTTO, 1992) hilfreich. Krümmungserosion zeichnet sich durch einseitige Ufererosion, überwiegend an Prallufem, Breitenerosion durch eine Profilaufweitung durch beidseitige Ufererosion aus. Bei beiden Vorgängen überwiegt die Seitenerosion, die durch naturgemäße Bauweisen am Ufer stabilisiert werden kann. Wie der Name schon sagt, führt die Tiefenerosion zu einem laufenden Absinken des Sohlenniveaus. Die Ursachen für „Hydraulischen Streß“ sind stoßartige Belastungen, verbunden mit hohen Fließgeschwindigkeiten und Schubspannungen sowie ein Geschiebehaushaltsdefizit. Besonders gravierend ist Tiefenerosion, wenn die Abflußkapazität im erodierten Bachbett so zunimmt, daß die auf die Sohle wirkende Schubspannung laufend steigt. Die Profiltiefe nimmt durch den starken Sohlenschurf weiter zu (Selbstverstärkungseffekt), wodurch es schließlich zu einem Nachrutschen und Nachbrechen selbst gut verwachsener oder stabil verbauter Uferböschungen kommt.

Für eine eigendynamische Entwicklung ohne steuernde Eingriffe kommen Gewässerabschnitte mit gravierender Sohlenerosion dann nicht in Frage, wenn mit erheblichen ökologischen Auswirkungen gerechnet werden muß (Entkopplung von Abfluß und Auenüberschwemmungen, Gefährdung grundwasserbeeinflusster Vegetationstypen, siehe DVWK 1996).

Tritt Tiefenerosion als bettbildender Prozess auf, sind oftmals Sanierungskonzepte erforderlich, die Maßnahmen der Sohlstabilisierung (Querverbau) und zur Ufersicherung

(Längsverbau) einbeziehen können. Dabei bildet der Querverbau das Tragwerk für den Längsverbau und damit für den gesamten Uferschutz. Darum muß immer geprüft werden, in welchem Umfang Tiefenerosion wirksam ist und ob Maßnahmen gegen weitere Tiefenerosion getroffen werden müssen. Unter Umständen kann es genügen, nur die Bachsohle mit Querbauwerken zu sichern. Ob dieses Vorgehen möglich ist, hängt vom Einzelfall ab. Ist nicht sicher, welche Rolle die Tiefenerosion in einem Gewässerabschnitt spielt, empfiehlt es sich Brücken, Einlaufbauwerke, Wehre usw. näher zu erkunden und nachzusehen, ob Fundamente dieser Bauwerke durch Sohleneintiefung freigelegt wurden. Ebenso können selbst angebrachte Markierungen bzw. freigelegte Gehölzwurzeln helfen, Veränderungen der Profiltiefe zu beobachten.

Der Einfluß einzelner Gehölzarten auf die Stabilität der Bachsohle ist noch wenig untersucht. Bekannt ist, daß der Bereich des Sommermittelwassers eine physiologische Barriere für die Wurzelausbreitung darstellt. Da die Wurzelorgane gut mit Sauerstoff versorgt sein müssen, gelingt es nur speziell angepaßten Pflanzen unter die Sommermittelwasserlinie in dauernd vernäßte oder überflutete Bereiche, also auch in das Bachbett hinein vorzudringen. Für einen wirksamen Uferschutz ist aber genau diese Eigenschaft von Pflanzen von entscheidender Bedeutung.

An Uferstandorte, die ganzjährig vom Grundwasser beeinflusst sind, ist die Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) besonders gut angepaßt. Sie hat, wie viele andere Pflanzen stau-



Abb. 18: Tiefenerosion im Anfangsstadium: Eine Ufer- bzw. Sohlstabilisierung mit naturgemäßen Bauweisen ist hier fehl am Platz. Bei Verstärkung der Tiefenerosion wäre ein umfassendes Sanierungskonzept erforderlich (Aufn.: IfU 1995).

nasser Standorte, ein Durchlüftungsgewebe (Aerenchym) ausgebildet, durch das Sauerstoff von den Blättern bis in die Wurzeln diffundiert (LARCHER 1980). Diese morphologische Anpassung ermöglicht es der Schwarzerle in sauerstoff-armem Milieu zu gedeihen. Sie ist daher wie keine andere heimische Baumart in der Lage, Ufer und Gewässersohle als Wurzelraum zu erschließen. Daß dies an kleinen Bächen (Sohlbreite < 2,0 m) bei beidseitigem Erlensaum zu einem vollständigen Durchwachsen der Bachsohle und dadurch querwerkartiger Festlegung der Gewässersohle führt, ist immer wieder zu beobachten. Entsprechende Bachabschnitte sind bei Baumaßnahmen schonend zu behandeln.

Feldbeobachtungen deuten auf herkunftsspezifische Unterschiede bezüglich der Wurzelbildung hin. Da durch Baumschulbetriebe entsprechend ausgewähltes Vermehrungsgut nicht angeboten werden kann, bleibt allenfalls die Möglichkeit, auf selbst gewonnene Erlensamlinge mit gut ausgebildetem Wurzelwerk zurückzugreifen.



Abb. 19: Schwarzerle im Bereich des Mittelwassers. Ihre Wurzeln befestigen das Ufer und reichen z.T. bis in die Sohle hinein (Aufn.: Bönecke 1989).

### 3.5 Naturgemäße Bauweisen im Siedlungsbereich

In Ortslagen ist i.d.R. ein sehr weitgehender Hochwasserschutz erforderlich. Der Anwendung naturgemäßer Bauweisen sind im Siedlungsbereich dadurch engere Grenzen gesetzt als im Außenbereich. Außerdem schränkt die Flächenverfügbarkeit die Möglichkeit ein, eine Gewässerunterhaltung mit naturgemäßen Bauweisen durchzuführen. Die Erhaltung der Abflußleistung für das Bemessungshochwasser ist maßgebend für die Verwendung naturgemäßer Bauweisen im Siedlungsbereich. Unter den jeweiligen Verhältnissen muß unter allen Umständen gewährleistet sein, daß Bauweisen mit Weidenästen genügend Licht erhalten und möglichst auch ausgewachsene Gehölze zwischen Gebäuden, Straßen, Masten mit Freileitungen usw. ausreichend Entwicklungs- und Standraum finden. Die im Einzelfall getroffene Wahl für oder wider eine Anwendung naturgemäßer Bauweisen ist also das Ergebnis einer Entscheidung, die aus einer umfassenden Gesamtschau zu treffen ist.

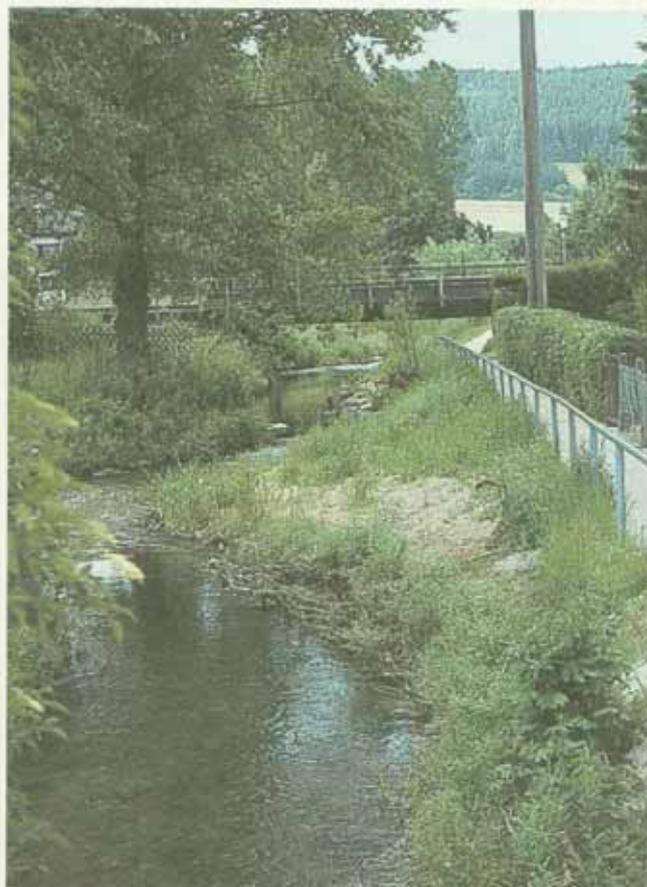


Abb. 20: Naturgemäße Bauweisen sind auch im Siedlungsbereich anwendbar. Voraussetzung: Genügend Entwicklungsraum und Licht; sie sollten auch nicht als Abflußhindernis wirken (Aufn.: LfU 1994).

Da eine eigendynamische Gewässerentwicklung in Ortslagen meist nicht möglich ist, dienen die naturgemäÙen Bauweisen vor allem dazu, einen bestimmten Zustand herzustellen und zu sichern. Geeignet sind alle Bauweisen, die durch die Wahl der Materialien bzw. ihre Funktion und Wirkungsweise hierfür besonders geeignet sind, wie Längsbauwerke aus begrünten Steinbauweisen, geotextilbewehrte Böschungen (Geotextilwalzen) und wo es die Schubkräfte zulassen, lebende Faschinen. Als Deckbauweisen können beispielsweise Weidenspreitlagen, Steinschüttungen mit Asteinlage etc. eingesetzt werden.

Abbildung 23 zeigt eine Lösung, wie sie für die Umgestaltung eines Baches entlang einer Straße gewählt wurde. StraÙenseitig wurde die Ufermauer des alten kanalartigen Bachbetts mit vorgebauten Flußbausteinen kaschiert und Stechhölzern begrünt. Die gegenüberliegende Ufermauer wurde abgebrochen, das Profil trapezförmig erweitert und mit einer Weidenspreitlage, kombiniert mit Faschinen gesichert. Das überschüssige Verdrängungsmaterial wurde für die Aufhöhung des Uferdammes eingesetzt.



Abb. 21: Spreitlage zur Böschungssicherung (in Ortslage) (Aufn.: LfU 1992).



Abb. 22: Strauchweidensaum, der das Ufer befestigt und die dahinterliegende Mauer des Bahndammes optisch gut einbindet – Murr in Ortslage Murr (Aufn.: LfU 1994).

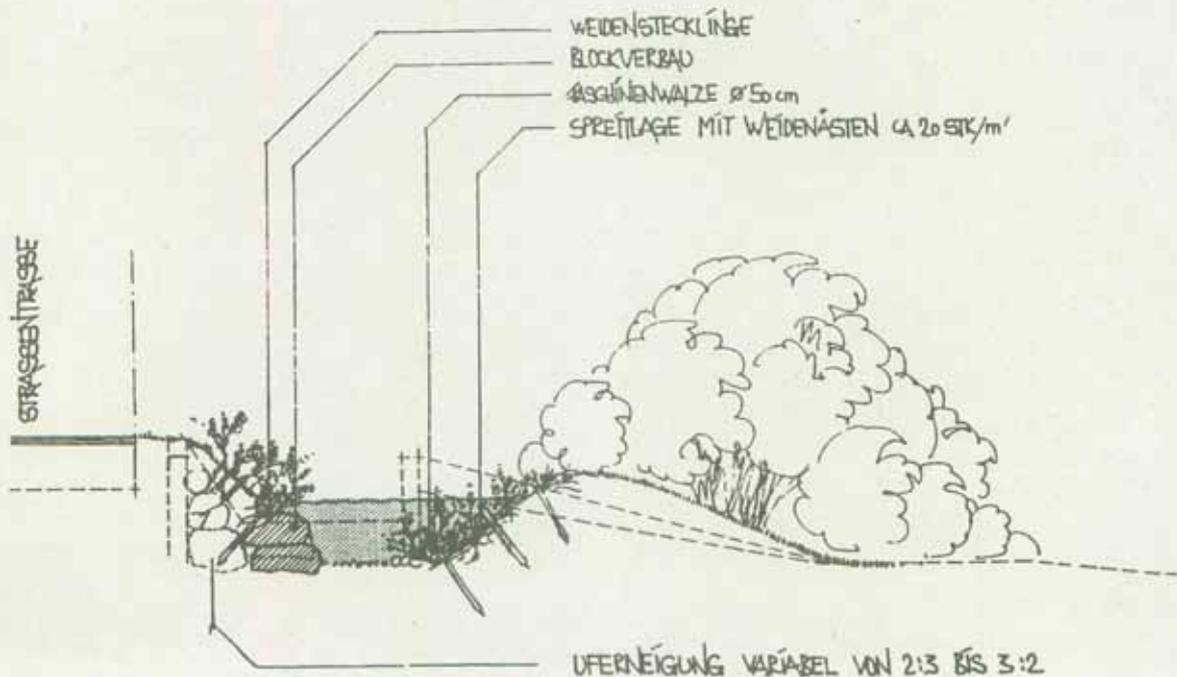


Abb. 23: Ufersicherung mit naturgemäÙen Bauweisen unter einseitig beengten Verhältnissen in Verbindung mit einer Profilaufweitung. Entlang der Straße konnte auf einen schweren Fußschutz aus Blockverbau nicht verzichtet werden (verändert nach ANDERMATT, E. 1992).



Abb. 24; Vom Hochwasser umgedrückte Strauchweiden. In der darauffolgenden Vegetationsperiode neue senkrechte Triebe (Aufn.: LfU 1994).

## 4 Verwendung von Weiden und Erlen

Für das Bauen mit Pflanzen (Lebendverbau) werden Gehölze benötigt, die sich durch die verschiedensten speziellen Eigenschaften auszeichnen, wie etwa rasches Wachstum, das Gedeihen auf Rohböden, die vegetative Vermehrbarkeit, usw. (SCHIECHTL 1992). Die meisten Weidenarten (*Salix spec.*) weisen diese Eigenschaften auf und bilden als natürliche Pioniere der Bach- und Flußufer die wichtigste Gehölzgruppe für die Gewinnung lebender Äste. Das bedeutet nicht, daß an Fließgewässern überwiegend Weiden verwendet werden sollen. Bei der Entwicklung naturnaher Ufergehölzsäume treten Weiden vor allem in frühen Stadien auf. Im Endbestand des Uferwaldes an Bächen fehlen sie meist, ausgenommen die Baumweiden und in den vordersten, dem Gewässer zugewandten Säumen. Weiteres zur Gehölzauswahl, Entwicklung und Pflege naturnaher Ufervegetation kann dem Handbuch Wasserbau, Heft 6, Gehölze an Fließgewässern (UM, 1994) entnommen werden.

### 4.1 Geeignete Weidenarten

In Anlehnung an die orographischen Grundtypen der Bäche (Kap. 3.2) gibt Tabelle 2 eine Übersicht der in Baden-Württemberg vorkommenden, für Wasserbauvorhaben geeigneten Weidenarten. Soweit die einzelne Art nur in bestimmten Landesteilen natürlich verbreitet ist, enthält die letzte Spalte einen entsprechenden Hinweis. Alle genannten Arten zeigen bei Beachtung der günstigen Vermehrungszeit und sorgsamem Transport und Lagerung (Kap. 4.2), vegetativ vermehrt einen hohen Bewurzelungsgrad von > 70% und sind daher gleichermaßen für die Baupraxis brauchbar (SCHIECHTL 1973). Zwei in Tabelle 3 genannte Arten sind in der Roten Liste der gefährdeten Pflanzen Baden-Württembergs (LfU, 1993) aufgeführt. Die Reifweide in der Kategorie „Stark gefährdet“ und die Lorbeerweide in der Kategorie „Gefährdet“. Eine Verbreitung dieser beiden Arten in Verbindung mit Maßnahmen des naturnahen Wasserbaus erscheint sinnvoll. Eingriffe in die in der Regel nur noch sehr kleinen natürlichen Vorkommen dürfen zur Gewinnung lebender Äste aber nur nach Genehmigung und in enger Abstimmung mit der Naturschutzbehörde erfolgen.

Obwohl für Südwestdeutschland ein geeigneter Schlüssel vorliegt (LAUTENSCHLAGER-FLEURY 1994) stößt man bei der Bestimmung von Weiden auf Grund der Formenvielfalt schnell an Grenzen. Wer sich in die Gattung einarbeiten möchte, ist gut beraten, dies zunächst an Hand des Sommerlaubes älterer Triebe, nicht der einjährigen, sogenannten Langtriebe zu tun und zudem ein Herbar anzulegen. Dies sollte dem Interessierten nicht übertrieben erscheinen, hängt



Abb. 25: Mandelweide (*Salix triandra*): Häufig für naturgemäße Bauweisen verwendet; sie ist jedoch von breitem Wuchs und wirkt in beengten Lagen oft abfluhindernd (Aufn.: LfU 1995).

der Erfolg von Lebendbaumaßnahmen doch wesentlich von der Standortseignung der Weiden ab.

Die häufigste heimische Weide, die Salweide (*Salix caprea*), ist in Tabelle 2 nicht aufgeführt. Diese Art ist vegetativ schwer zu vermehren. Als bewurzelte Pflanze verwendet, kommt sie aber mit einem breiten Standortsspektrum zurecht. Sie kommt an Fließgewässern allerdings nicht allzu häufig vor.



Abb. 26: Purpurweide (*Salix purpurea*): Eine kleinwüchsige langsam wachsende Strauchweide. Sie eignet sich hervorragend für naturgemäße Bauweisen an Fließgewässern (Aufn.: LfU 1995).

| Weidenart                           | Orographische Bachtypen                  |                                      |   |                                       | Verbreitung                               |
|-------------------------------------|--|--------------------------------------|---|---------------------------------------|---|
|                                     | Flachlandbach<br>planar<br>bis ca. 200 m | Hügellandbach<br>kollin<br>200-500 m | Bergbach<br>submontan<br>ca. 400-1000 m<br>montan<br>ca. 900-1600 m | Gebirgsbach<br>alpin<br>ab ca. 1400 m |   |
| Silberweide<br><i>Salix alba</i>    |  |                                      |   |                                       | Baden-<br>Württemberg                     |
| Korbweide<br><i>S. viminalis</i>    |  |                                      |   |                                       |   |
| Aschweide<br><i>S. cinerea</i>      |  |                                      |   |                                       |   |
| Mandelweide<br><i>S. triandra</i>   |  |                                      |   |                                       |   |
| Purpurweide<br><i>S. purpurea</i>   |  |                                      |   |                                       |   |
| Bruchweide<br><i>S. fragilis</i>    |  |                                      |   |                                       |   |
| Schwarzweide<br><i>S. nigricans</i> |  |                                      |   |                                       | Alpenvorland, Mittl.<br>u. Südschwarzwald |
| Reifweide<br><i>S. daphnoides</i>   |  |                                      |   |                                       | südlicher Oberrhein,<br>Iller-Riß-Gebiet  |
| Lorbeerweide<br><i>S. pentandra</i> |  |                                      |   |                                       | nur<br>Südschwarzwald                     |

Tabelle 2: Gut vegetativ vermehrbare, für Maßnahmen des naturnahen Wasserbaus geeignete Weidenarten. Nach Bachtypen, Höhenzonen und geographischer Verbreitung innerhalb Baden-Württembergs gegliedert.

## 4.2 Gewinnung, Vermehrung, Transport, Lagerung

Die Vermehrbarkeit der Weiden hängt von ihrem Entwicklungszustand im Jahresablauf ab und bezieht sich auf das Schnittdatum und nicht auf den Zeitpunkt der Einpflanzung (SCHIECHTL 1992). Die beste Zeit ist die Vegetationsruhezeit, von der abgeschlossenen Laubverfärbung bis zur beginnenden Kätzchenblüte. Werden Weidenäste im Laub geschnitten, ist das gewonnene Material ohne Zwischenlagerung und langen Transport sofort zu verbauen.

Die Gewinnung von Weidenmaterial kann aus natürlichen Beständen oder im Rahmen der Pflege älterer Lebendverbauungen erfolgen. Um autochthone Weiden, d.h. am Ort des natürlichen Vorkommens entstandene Weiden zu beschaffen, kommt, nach eingehender Bestimmung der Weiden, nur die Entnahme aus natürlichen Beständen in Frage. Der Ankauf von Weidenästen ist möglich, sollte aber nur in Ausnahmen vorgesehen werden. In Anzuchtbetrieben wird oft mit Kultivaren und Bastarden gearbeitet, die mit den heimischen Weiden wenig gemein haben. Eine Verwendung dieses Materials an Fließgewässern ist zu vermeiden. Sie sollte auf Sonderstandorte wie Rekultivierungsflächen beschränkt bleiben.

Der Transport von Ästen wird möglichst sofort nach dem Schnitt durchgeführt. Die Äste werden in ganzer Länge verladen, um Verluste durch Austrocknung, die bei klein-



Abb. 27: Lückiger Schwarzerlen-Saum an einem Bergbach im Nordschwarzwald. Schwarzerlen-Bestände bringen z.T. eine große Anzahl von Sämlingen hervor, die für eine Selbstansiedlung durch Naturverjüngung und Sukzession sorgen (Aufn.: LfU 1995).

geschnittenen Ästen sehr hoch sind, zu vermeiden. Die Lagerung wird – falls erforderlich – an der Baustelle vorgenommen. Kürzere Zwischenlagerungen bis zu einem Tag sind unter gut deckenden Folien oder Planen möglich. Zur längeren Lagerung (mehrere Tage bis Wochen) können Äste entweder in Erde eingeschlagen oder gebündelt und beschwert in kaltem Wasser ( $< 15^{\circ}\text{C}$ ) untergetaucht werden. Die längsten Lagerzeiten (mehrere Monate) werden im Kühlhaus, bei Temperaturen um 0 bis 1 Grad Celsius erreicht.



Abb. 28: Austrieb einer Weidenfaschine (Aufn.: LfU 1992).

## 4.3 Alter und Volumen der ausschlagfähigen Äste

Das Alter der Triebe spielt vor allem bei den schwierig zu vermehrenden Arten eine Rolle (in Tabelle 2 nicht berücksichtigt). Junge Äste bewurzeln allgemein besser. Erfahrungsgemäß sind bis zu fünf Jahre alte Ruten für die vegetative Vermehrung am geeignetsten. Untersuchungen ergaben, daß das Volumen von Steckhölzern eng mit dem Bewurzelungs- und Austriebsvermögen korreliert. Längere bzw. dickere Steckhölzer weisen wegen der gespeicherten höheren Nährstoffreserven bessere Wachstumsleistungen auf. Steckhölzer sollten daher einen Querschnitt mindestens von der Größe eines 5 DM Stückes haben und nicht kürzer als 0,4 m sein. Werden alle Aststärken (ausgenommen Stammabschnitte  $> 20\text{-}25$  cm Durchmesser) verbaut, wie bei Spreitlagen, Faschinen oder Weidenwippen, sind Alter und Volumen der Ruten zu vernachlässigen. Dicke, dünne, ältere und jüngere Ruten werden gleichmäßig gemischt.



Abb. 29: Naturnaher Gehölzsaum mit großen Silberweiden: Das Weidenmaterial für naturgemäße Bauweisen sollte möglichst im Rahmen von Gehölzpflegearbeiten in der nahen Umgebung des Einbauortes gewonnen werden (Aufn.: LfU 1995).

#### 4.4 Hinweise zum Ankauf von Erlen

Bei der Beschaffung von Pflanzen für Maßnahmen des Landschaftsbaus spielt die Herkunft des Saatgutes oder von Stecklingen, aus denen Pflanzen gezogen werden, eine wichtige Rolle. Pflanzen ein und derselben Art haben im Laufe ihrer Entwicklungsgeschichte eine mehr oder weniger starke standörtliche Anpassung besonders an die vorherrschenden klimatischen Bedingungen erfahren. So gedeihen im kontinental getönten, rauheren Osten Nachkommen von im subatlantischen Westen heimischen Gehölzen schlechter und umgekehrt. Diesen Sachverhalt hat die Forstwirtschaft früh erkannt, was zu Regelungen bei der Gewinnung und Vermehrung von forstlichem Saatgut in Form sogenannter Herkunftsempfehlungen geführt hat. Für den Ankauf von Schwarzerlen für naturgemäße Bauweisen im Wasserbau und Ufergehölzpflanzungen wird angeregt, künftig auf die

empfohlenen Herkünfte für Baden-Württemberg (MLR 1992) zurückzugreifen. Bei der Bestellung von Baumschulware sind die in Tabelle 5 aufgeführten empfohlenen Herkünfte (HKG) zu nennen. Bei gezieltem Verlangen durch den Besteller ist der Lieferer verpflichtet, Schwarzerlen entsprechender Herkunft anzubieten.

| Empfohlene Herkunft | Region  |
|---------------------|---|
| HKG 802 07          | Oberrhinesisches Tiefland                                   |
| HKG 802 08          | Südwestd. Alpenvorland                                      |
| HKG 802 09          | Odenwald, Schwarzwald, Neckarland, Baar-Wutach, Schwäb. Alb |

Tab. 3: Übersicht: Empfohlene Herkünfte (HKG) der Schwarzerle für verschiedene Regionen Baden-Württembergs.

## 5 Beschreibung geeigneter naturgemäßer Bauweisen

Aufbauend auf die Ausführungen im Handbuch Wasserbau, Heft 5: Naturgemäße Bauweisen – Ufer und Böschungssicherungen (UM 1993), werden im folgenden 16 ausgewählte naturgemäße Bauweisen vorgestellt. Der Schwerpunkt liegt auf der Beschreibung in Form von Ausschreibungstexten. Graphische Darstellungen in Form von Systemskizzen sollen die Planung, Ausführung und Kontrolle für die Beteiligten erleichtern.

### Allgemeine Hinweise

#### Einbau- und Entwicklungszeit

Bauweisen, für die lebende Äste verwendet werden, sollen nur in der Vegetationsruhezeit oder, bei entsprechender Lagerung des Astmaterials, bis in die frühe Vegetationszeit ausgeführt werden. Bauweisen mit Pflanzen benötigen eine gewisse Entwicklungszeit. Etwa bis zur 4. Vegetationsperiode nimmt die bodenfestigende Wirkung lebender Äste, Steckhölzer und Pflanzen zu. Danach ist bei gutem Einbau die volle Wirksamkeit der Bauweise erreicht.

#### Kombination mit anderen Bauweisen

Eine Übersicht welche Bauweisen günstig miteinander kombiniert werden können gibt Tabelle 5. Bei Kombinationen von Bauweisen, aber noch mehr bei Übergängen von einer Bauweise zur anderen bzw. Übergängen von gesicherten zu ungesicherten Abschnitten, ist besondere Sorgfalt in der Bauausführung erforderlich. Wie Nachuntersuchungen an naturgemäßen Bauweisen zeigen (LfU, 1996), treten hochwasserbedingte Schäden und Zerstörungen gehäuft an Übergängen auf. Die Bauweisen sollten möglichst ineinander übergehen und Übergänge „glatt“ gestaltet werden. Vor allem in stark beanspruchten Uferbereichen sollten nicht nur punktuell sondern durchgehend, am besten bis in weniger gefährdete Abschnitte hinein, die Bauweisen fortgeführt werden.

#### Pflege

Naturgemäße Bauweisen sollten mittelfristig in einen naturnahen Gehölzsaum übergeführt werden. Ein dauerhafter Uferschutz mit Weiden erfordert einen regelmäßigen Rückschnitt. Verlieren die Ruten ihre Biegsamkeit verringert sich die Schutzwirkung. An stark beanspruchten Ufern müssen die Triebe deshalb je nach Wüchsigkeit der Weiden alle 3-5 Jahre zwischen November und Ende März auf den Stock gesetzt werden (Pflege als Sicherungsbauweise). Zur Förderung der natürlichen Verjüngung entnimmt man Weidenruten, ggf. soweit es zur Entwicklung dieser Gehölze erforderlich ist. Soll ein Gewässer sich selbst überlassen bleiben, können Pflegeeingriffe entfallen.

#### DIN-Vorschriften

Folgende Normblätter und Richtlinien sind für die Ausschreibung naturgemäßer Bauweisen im Wasserbau von Bedeutung und sind zu beachten:

**DIN 18915, 1990:** Vegetationstechnik im Landschaftsbau. Bodenarbeiten, Verlag Beuth, Berlin, Wien, Zürich

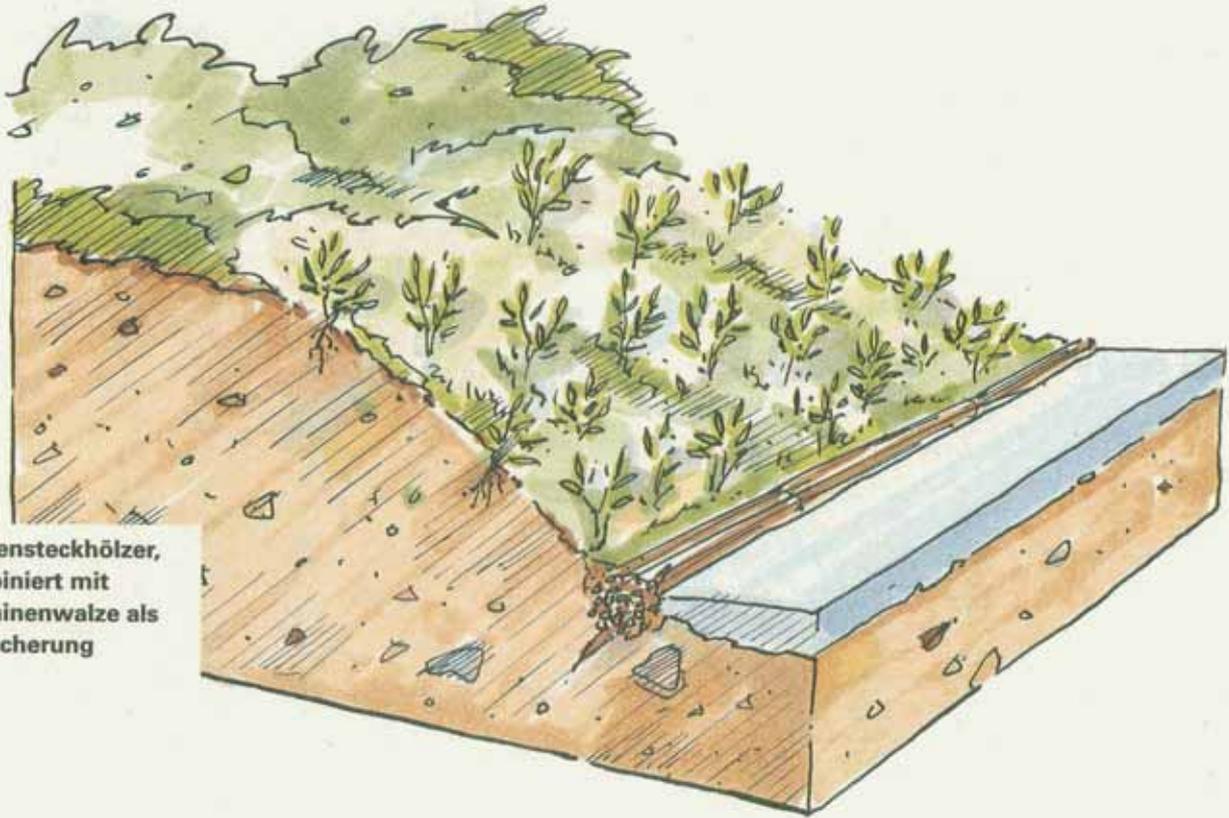
**DIN 18916, 1990:** Vegetationstechnik im Landschaftsbau. Pflanzen und Pflanzarbeiten. 8. Auflage, Verlag Beuth, Berlin, Wien, Zürich, 1994

**DIN 18917, 1990:** Vegetationstechnik im Landschaftsbau. Rasen und Saatarbeiten. 8. Auflage, Verlag Beuth, Berlin, Wien, Zürich, 1994

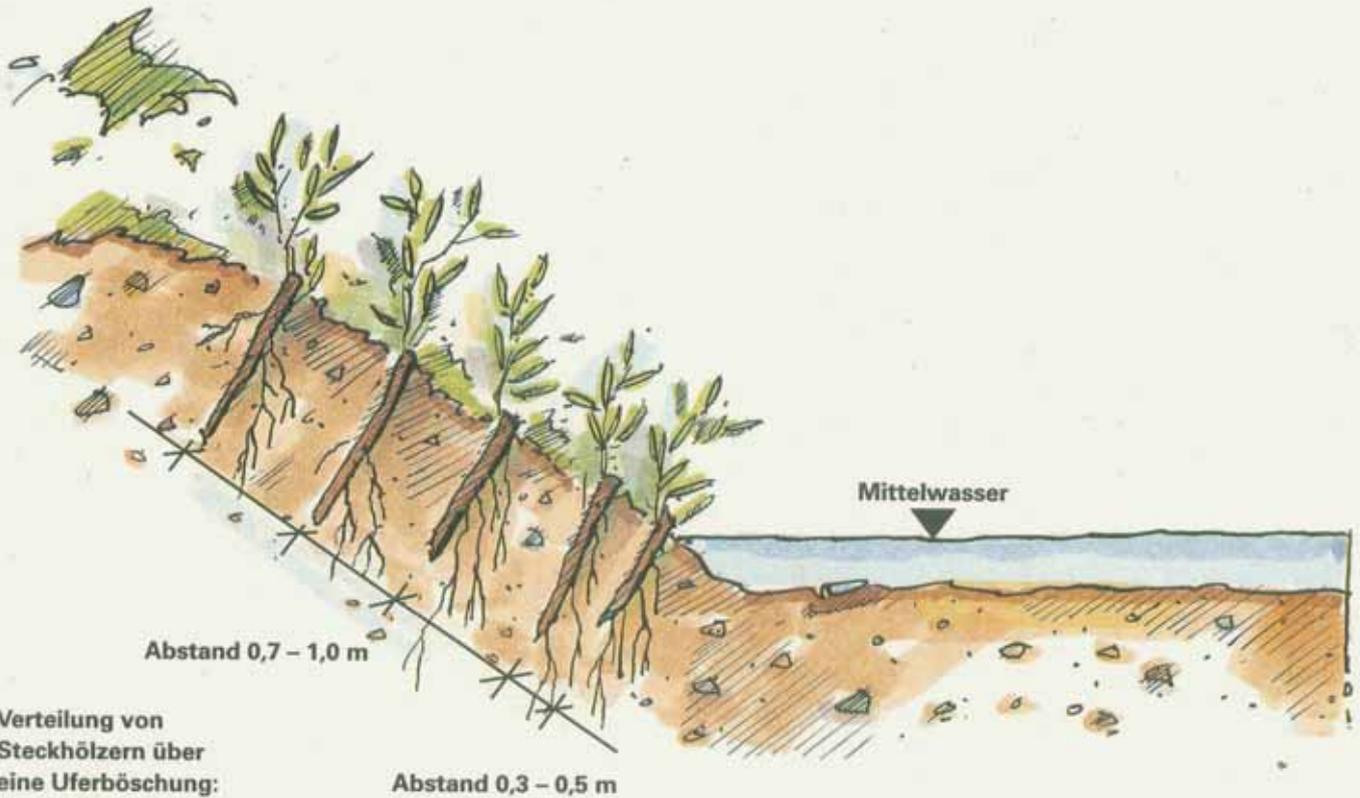
**DIN 18918, 1990:** Vegetationstechnik im Landschaftsbau. Ingenieurbio-logische Sicherungsbauweisen. 8. Auflage, Verlag Beuth, Berlin, Wien, Zürich, 1994

**DIN 19657, 1973:** Sicherung von Gewässern, Deichen und Küstendünen. 5. Auflage, Verlag Beuth, Berlin und Köln

## 5.1 Weidensteckhölzer



Weidensteckhölzer,  
kombiniert mit  
Faschinenwalze als  
Fußsicherung



Verteilung von  
Steckhölzern über  
eine Uferböschung:  
„Unten dicht,  
oben licht“

**Synonym:** Steckholzbesatz

#### **Anwendungsbereich und Wirkungsweise**

► An allen Gewässertypen mit durchwurzelbaren Böschungen zur Begrünung und Sanierung kleiner Schadstellen wie Uferabbrüche; grundsätzlich oberhalb der Mittelwasserslinie. Bei den Raumverhältnissen beachten, daß je nach Wuchshöhe der Weidenruten, verglichen mit einer grasbewachsenen Uferböschung, ein um 20 bis 70 % größerer Durchflußquerschnitt erforderlich wird. Unter beengten Verhältnissen ist zur Erhaltung der Abflußleistung ein regelmäßiger Rückschnitt notwendig, mittelfristig ist dann i.d.R. eine Bestandsumstellung zu Erlen- bzw. Baumweidensaum anzustreben.

► Sehr einfach auszuführende, bei kleinem Sohlgefälle und flachen Böschungen einen ausreichenden Uferschutz bietende Maßnahme. Sehr gut kombinierbar mit anderen Bauweisen.

#### **Kosten/Lohnkostenzeitwerte**

► Einzelpreise 1,50 – 4,00 DM/Stck. / Zurichten und Stecken ca. 2,5 min/Stck..

#### **Hinweise zur Ausführung in Eigenregie bzw. Bauleitung/Bauüberwachung**

► Häufigste Fehler sind unsachgemäße Lagerung der Äste auf der Baustelle; Steckhölzer werden fälschlicherweise lotrecht statt schräg eingeschlagen, bzw. Steckhölzer schauen zu weit aus dem Boden heraus (Austrocknungsgefahr).

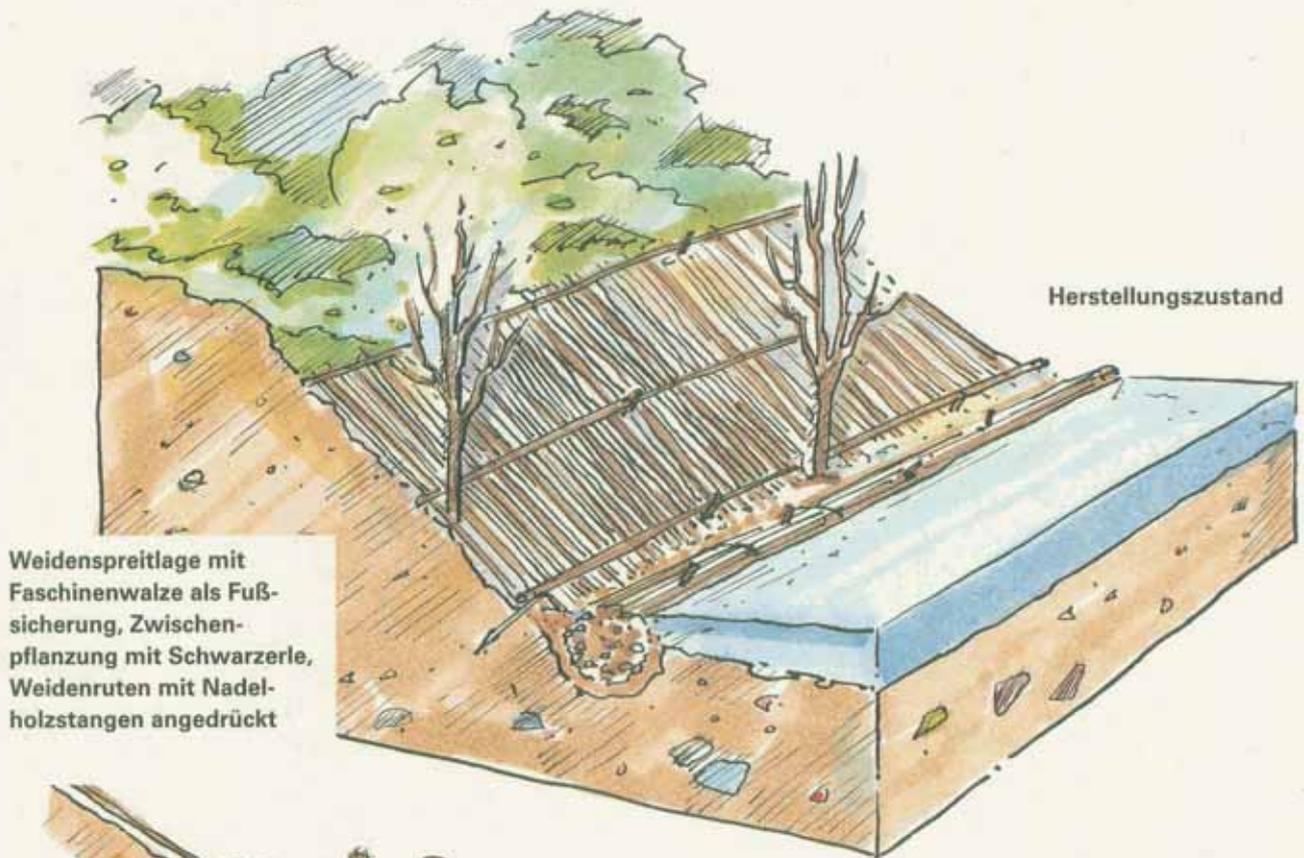
#### **Textbausteine für Leistungsverzeichnis**

##### **Weidensteckhölzer setzen (DIN 18 918)**

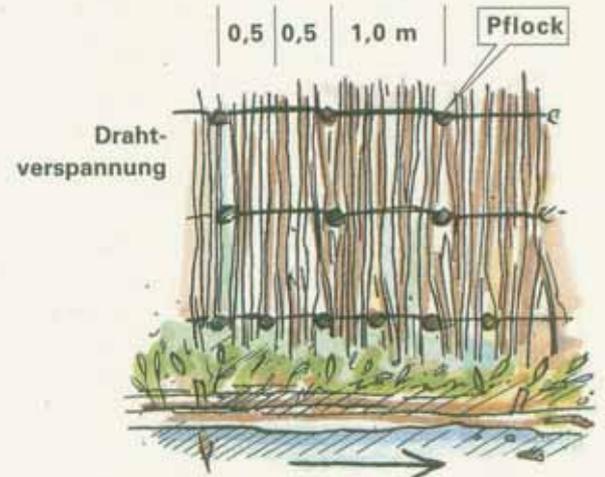
Wurzelseitig angespitzte, unverzweigte Aststücke in einem Winkel von 45 – 90° zur Böschungsoberfläche 2/3 bis 3/4 ihrer Länge in den Boden einschlagen. In schweren Böden mit Locheisen vorbohren. Der Querschnitt der vorgebohrten Löcher darf nicht größer sein als der größte Durchmesser des zu setzenden Steckholzes! Böschungen ab Mittelwasserslinie nach oben wie folgt bestecken: Böschungsfuß bis Böschungsmitte 4 (3-5) Steckhölzer/m<sup>2</sup>, Böschungsmitte bis Böschungsoberkante 2 (1-3) Steckhölzer/m<sup>2</sup>. Nach dem Stecken Steckholz allseitig fest antreten. Das gesetzte Steckholz eine Handbreite über der Bodenoberfläche mittels Astschere oder Baumsäge (keine Motorsäge!) kreisrund abschneiden.

- Aststücke = lebende Äste, 3 – 8 cm stark und 0,4 – 0,6 m lang, nur bewurzelungsfähige Weiden (siehe Artenliste Baubeschreibung)
- Hinweise zur Gewinnung und Lagerung von lebenden Ästen beachten (siehe Baubeschreibung)
- Gewinnung und Lieferung von Weiden wird nicht gesondert vergütet
- Abgerechnet wird nach Stück

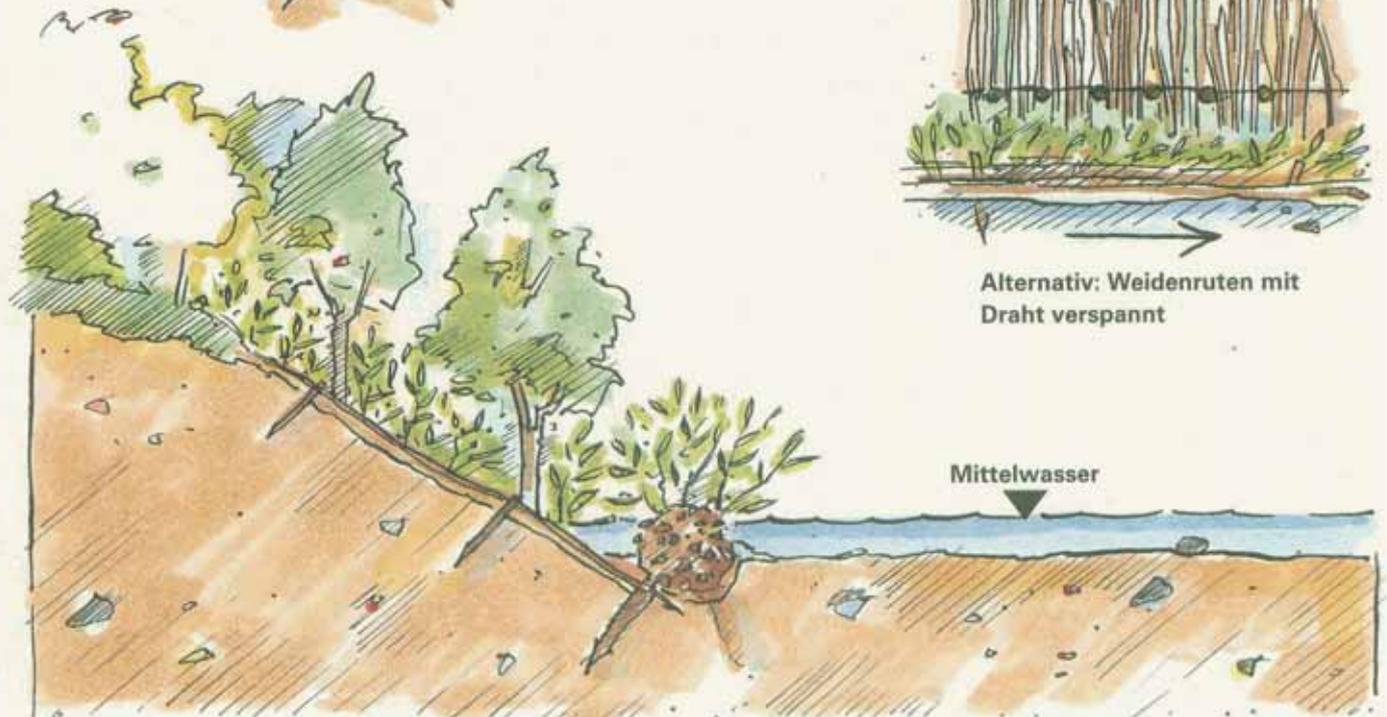
## 5.2 Weidenspreitlage



Weidenspreitlage mit Faschinenwalze als Fußsicherung, Zwischenpflanzung mit Schwarzerle, Weidenruten mit Nadelholzstangen angedrückt



Alternativ: Weidenruten mit Draht verspannt



Entwicklungszustand nach 3 Monaten

### Anwendungsbereich und Wirkungsweise

► An allen Gewässertypen mit durchwurzelbaren Böschungen als sofort wirksamer Schutz für gewachsene und bei gutem Einbau für neu geschüttete Böschungen; grundsätzlich oberhalb der Mittelwasserlinie, bevorzugt an steilen Böschungen z.B. am Prallufer. Anwendung bei geringem Raumangebot nur bedingt möglich, da je nach Wuchshöhe der Weidenruten, verglichen mit einer grasbewachsenen Uferböschung, ein um 20 bis 70 % größerer Durchflußquerschnitt erforderlich wird. Unter beengten Verhältnissen regelmäßiger Rückschnitt erforderlich, mittelfristig ist dann i.d.R. eine Bestandsumstellung zu Erlen- bzw. Baumweiden-saum anzustreben.

► Spreitlagen treiben dicht aus und bewurzeln intensiv. Bei regelmäßigem Auf-den-Stock-setzen langfristige Schutzwirkung für Uferböschungen durch dauernd elastischen Weidengürtel.

### Kosten/Lohnkostenzeitwerte

► Weidenspreitlage (Böschungshöhe 2,0 – 2,5 m) ohne Böschungfußsicherung 100,00 – 150,00 DM/lfm bzw. 50,00 – 75,00 DM/m<sup>2</sup> / Herstellung incl. Erdarbeiten ca. 45 min/m<sup>2</sup>.

### Hinweise zur Ausführung in Eigenregie bzw. Bauleitung/Bauüberwachung

► Beachten, daß die Spreitlage am Böschungfuß unter der Mittelwasserlinie bzw. bei flachen Gewässern gut in die Sohle eingebunden wird. Schlechtes Anwachsen ist häufig auf zu starkes Übererden der Spreitlage zurückzuführen. Die oberste Zweiglage darf keinesfalls mit mehr als 3 – 5 cm Boden überdeckt sein! Wird durch ein Hochwasser vor dem Anwurzeln der Weiden die Spreitlage freigespült, muß sofort neu übererdet werden. Einen guten Schutz gegen Oberbodenauswaschung bietet die Ansaat von Roggen oder das Verlegen einer Böschungsschutzmatte (Jutematte).

► Spreitlagen müssen, vor allem bei tieferen Gewässern, mit einer Fußsicherung versehen werden. Dazu kombinierbar mit Faschinenwalze, 1-lagiger Weidenwippe, Steinschüttung; sollte durch Bepflanzung mit z.B. Erle ergänzt werden, um reine Weidenbestände zu vermeiden und erforderliche Bestandsumwandlung gleich zu berücksichtigen.

### Textbausteine für Leistungsverzeichnis

#### Lebende Spreitlage (DIN 18 918), hier mit Drahtverspannung

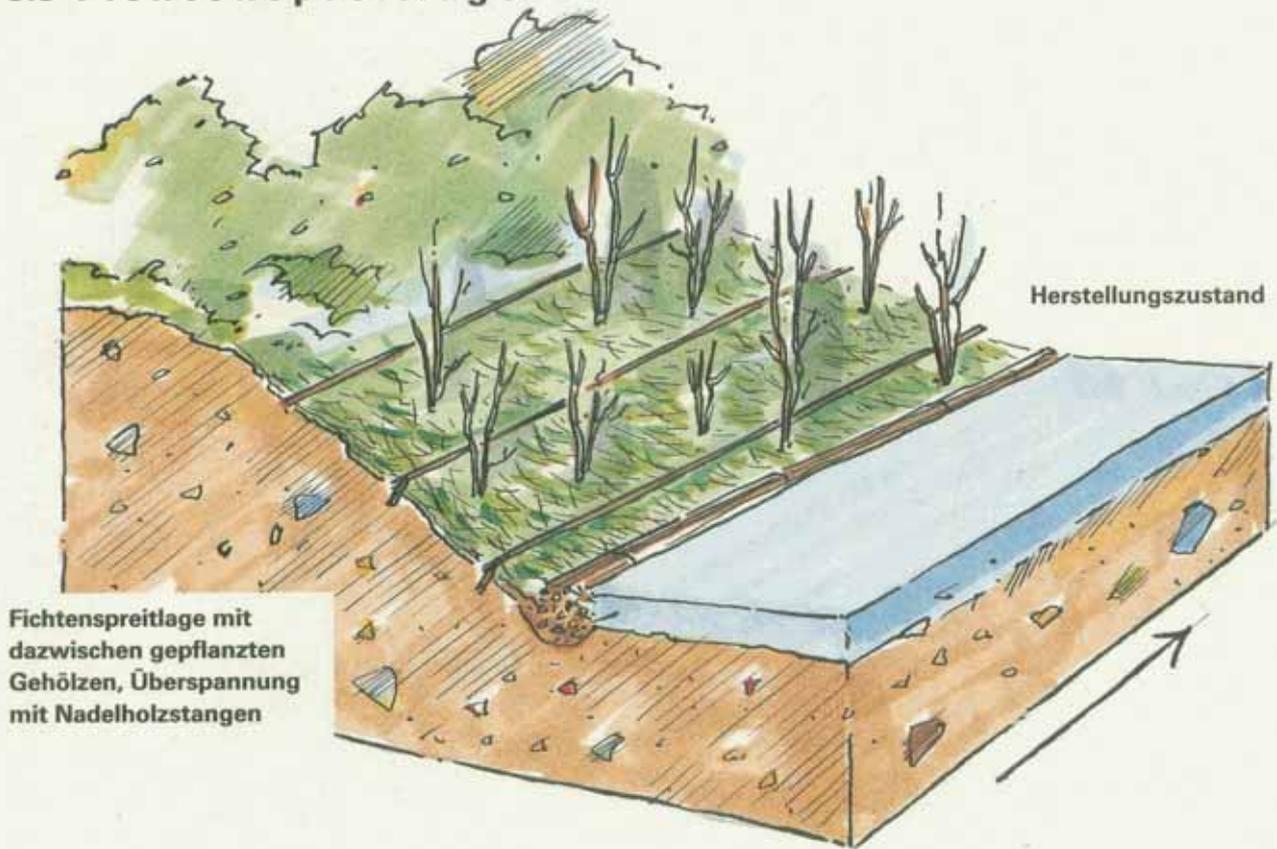
Böschung im Rohprofil herstellen (wird gesondert vergütet). Bei Rohprofilierung beachten, daß die Spreitlage 20 – 30 cm auf die Böschung aufrägt! Am Böschungsfuß, über die gesamte Länge der Spreitlage, einen 20 – 30 cm unter die Mittelwasserlinie reichenden Graben (= Fußgraben) anlegen. In die vorbereitete Böschung Pflöcke in böschungsp parallelen Reihen, senkrecht zur Böschungsoberfläche, standfest bis ca. 0,2 m über Oberfläche einschlagen und für die Drahtverspannung seitlich einkerben. Abstand der Pflöcke in der untersten Reihe 0,5 m, in den darüberliegenden Reihen 1,0 m. Abstand zwischen den Pflöckereihen 1,0 m. Zweige und Ruten flächendeckend, dicht an dicht, mit den Triebspitzen zur Böschungsoberkante zeigend auslegen. Die unteren, dicken Enden der Zweige tief in den Fußgraben (unter Mittelwasserniveau!) einbinden. Bei hohen Böschungen nach oben weitere Astlagen anschließen, so daß die Zweigspitzen der unteren Lage die Fußenden der nächst höheren Reihe überdecken. Die Überlappung muß mindestens 0,3 m betragen. Den Draht über die Zweiglagen spannen, um die vorgekerbten Pflöcke schlingen und befestigen. Nach Herstellen der gesamten Drahtabspannung Pflöcke nachschlagen bis die Zweige fest an die Böschung gedrückt werden. Überstehende Pflöckenden eine Handbreite über dem Draht absägen.

Spreitlagenfuß sichern (wird gesondert vergütet): nach Planangaben mit Faschinenwalze, alternativ 1-lagige Weidenwippe oder Steinschüttung.

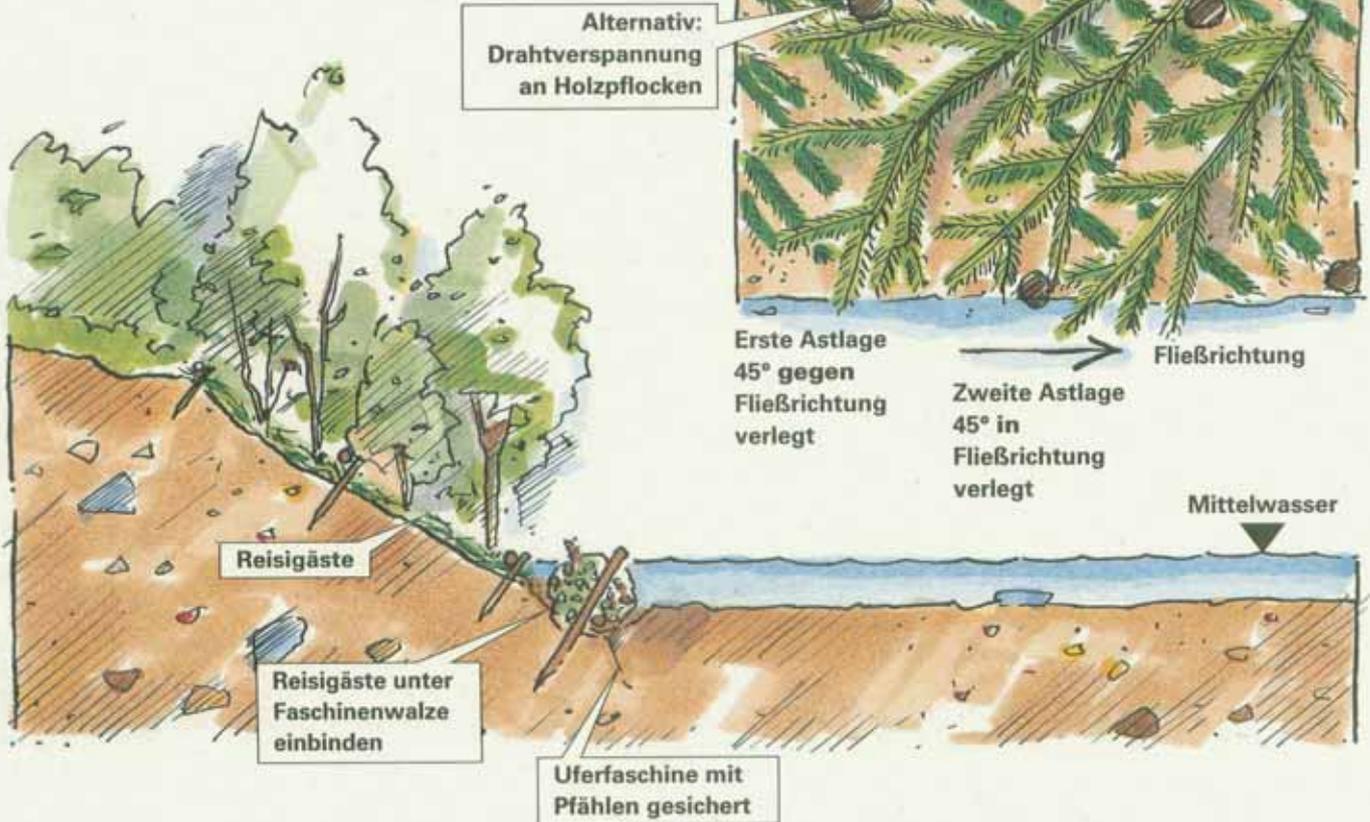
Spreitlagen mit Boden andecken: Boden (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet) in die Hohlräume zwischen den Ästen füllen, so daß die oberste Zweiglage gerade noch sichtbar ist. Sofortschutz der Bodenanddeckung durch Ansaat mit Roggen (wird gesondert vergütet) oder alternativ Jutegewebe, Gewicht ca. 500 g/m<sup>2</sup> (wird gesondert vergütet).

- Boden = humusarmer oder schwach humoser Boden (Humusgehalt unter 2 %)
- Pflöck aus Nadelholz, je nach Bodenbeschaffenheit 0,8 – 1,2 m lang, Zopfdurchmesser 7 – 9 cm
- Zweige und Ruten = lebende Äste, finger- bis armstark, mind. 1,5 m lang, nur bewurzelungsfähige Weiden (siehe Artenliste Baubeschreibung)
- Hinweise zur Gewinnung und Lagerung von lebenden Ästen beachten (siehe Baubeschreibung)
- Spanndraht 3 mm, bei hoher Beanspruchung alternativ galvanisierter Draht 3 mm, alternativ Überspannung mit Nadelholzstangen
- Materiallieferung und Gewinnung von Weiden wird nicht gesondert vergütet
- Abgerechnet wird nach gebautem lfm je gesicherter Uferseite, alternativ nach m<sup>2</sup> fertiggestellter Weidenspreitlage

### 5.3 Fichtenspreitlage



Detail: Fichtenreisig kreuzweise, dicht gepackt verlegt



**Synonym:** Reisiglage (Spreitlage aus nicht-ausschlagfähigem Material)

#### Anwendungsbereich und Wirkungsweise

► An allen Gewässertypen als vorübergehender Schutz (3 – 5 Jahre), für gewachsene und bei gutem Einbau für neu geschüttete Böschungen; grundsätzlich oberhalb der Mittelwasserlinie, bevorzugt am Prallufer. Anwendung bei geringem Raumangebot möglich, da keine ausschlagfähigen Äste verwendet werden.

► Sofortige, flächenschützende Wirkung. Durch Sedimentation zwischen den Reisiglagen entsteht ein günstiges Keimbett für natürlich aufkommende oder künstlich ausgebrachten Samen. Daher besonders geeignet, wo eine dauerhafte Begrünung durch natürliche Sukzession erwartet werden kann.

#### Kosten/Lohnkostenzeitwerte

► Fichtenspreitlage ohne Böschungfußsicherung 40,00 – 60,00 DM/m<sup>2</sup> / Herstellung ohne Fußsicherung ca. 30 min/m<sup>2</sup>.

#### Hinweise zur Ausführung in Eigenregie bzw. Bauleitung/Bauüberwachung

► Wie 2 Weidenspreitlage; Hinweise zum Übererden entfallen.

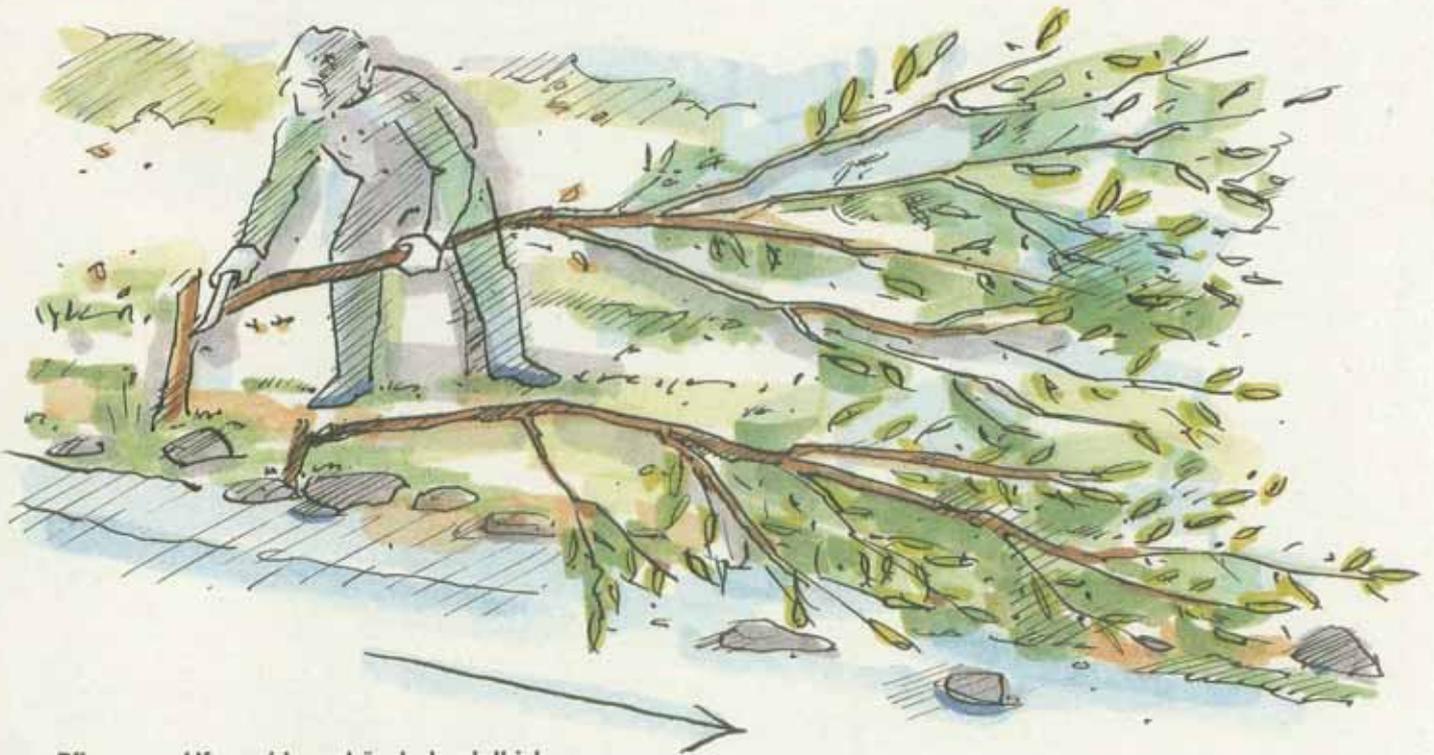
#### Textbausteine für Leistungsverzeichnis

**Fichtenspreitlage (Reisiglage)**, hier mit Drahtverspannung. Ausschreibungstext analog zu 2 Weidenspreitlage. Abweichend davon:

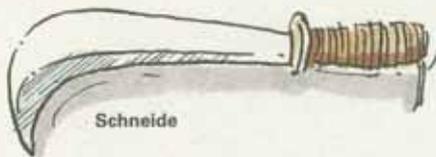
In die vorbereitete Böschung Pflöcke in böschungsp parallelen Reihen senkrecht zur Böschungsoberfläche standfest bis ca. 0,2 m über Oberfläche einschlagen und für die Drahtverspannung seitlich einkerben. Abstand der Pflöcke in der untersten Reihe 0,6 m, in den darüberliegenden Reihen 1,0 – 1,2 m Abstand zwischen den Pflöckereihen 0,8 – 1,2 m. Mit Reisig in 2 überkreuzten Lagen, untere Lage mit den Zweigspitzen 45° gegen, obere Lage mit den Zweigspitzen 45° in Fließrichtung zeigend, die Böschung vollständig bedecken. Darauf achten, daß die Reisiglage bis mindestens 10 cm unter die Mittelwasserlinie reicht, bzw. die Zweige gut in den Fußgraben einbinden!

- Boden andecken, Sofortschutz durch Ansaat und Jutegewebe entfällt.
- Pflöck aus Nadelholz, je nach Bodenbeschaffenheit 0,8 – 1,2 m lang, Zopfdurchmesser 7 – 9 cm
- Reisig = dicht benadeltes, möglichst frisch geschnittenes Fichten-, Tannen- oder Douglasienreisig, mind. 0,8 m lang
- Spanndraht 3 mm, alternativ Überspannung mit Nadelholzstangen
- Materiallieferung und Gewinnung von Reisig wird nicht gesondert vergütet
- Abgerechnet wird nach m<sup>2</sup> fertiggestellter Fichtenspreitlage

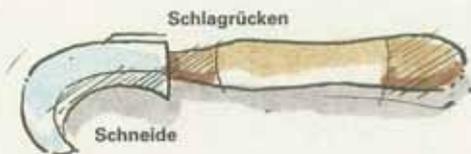
## 5.4 Ihicken



Pflege von Uferweidengebüsch durch Ihicken. Die Stämme werden seitlich eingeschlagen und mit der Krone in Fließrichtung gegen die Uferlinie umgedrückt.



Schweizer Gertel mit Ledergriff



Hepe

### Anwendungsbereich und Wirkungsweise

► Methode zur Pflege und Verjüngung von Ufergehölzbeständen, keine Bauweise im engeren Sinn. Zum Böschungsfußschutz an Ufern mit vorhandenem Strauchbestand aus dem einzelne umgehauene Triebe liegen bleiben; besonders an breiten Bächen und Flüssen mit starken Wasserspiegelschwankungen. Geeignet zur Pflege von Weidenbeständen aus Steckhölzern, Spreitlagen, und Faschinen.

► Die nur halb vom Stock getrennten Austriebe von strauchartigem Uferbewuchs, besonders Weiden, Hasel und Grauerle, bei dichtem Aufwuchs auch von Schwarzerle, werden so gefällt, daß sie mit ihren Kronen in Fließrichtung auf dem Böschungsfuß aufliegen. Die Kronen wirken wie eine „Buschmatratze“, die dem angreifenden Wasser einen flexiblen, federnden Widerstand entgegensetzt. Bei Sedimenttransport wird Geschiebe ausgefällt, in den Kronen kommt es zu Anlandungen unter günstigen Bedingungen zu einem Anwurzeln der Äste.

### Kosten/Lohnkostenzeitwerte

► bei einem zu pflegenden Gehölzstreifen von 3 m Breite ca. 5 – 10 min/lfm.

### Hinweise zur Ausführung in Eigenregie bzw. Bauleitung/Bauüberwachung

► Die Durchführung der Arbeiten erfordert einige Übung. Geeignete Werkzeuge sind Kulturheppe und Schweizer Gerdel. Ein wirksamer Ufer- und Böschungsschutz wird nur dann erreicht, wenn die einzelnen Triebe so gefällt werden, daß sie mit dem Stock verbunden bleiben.

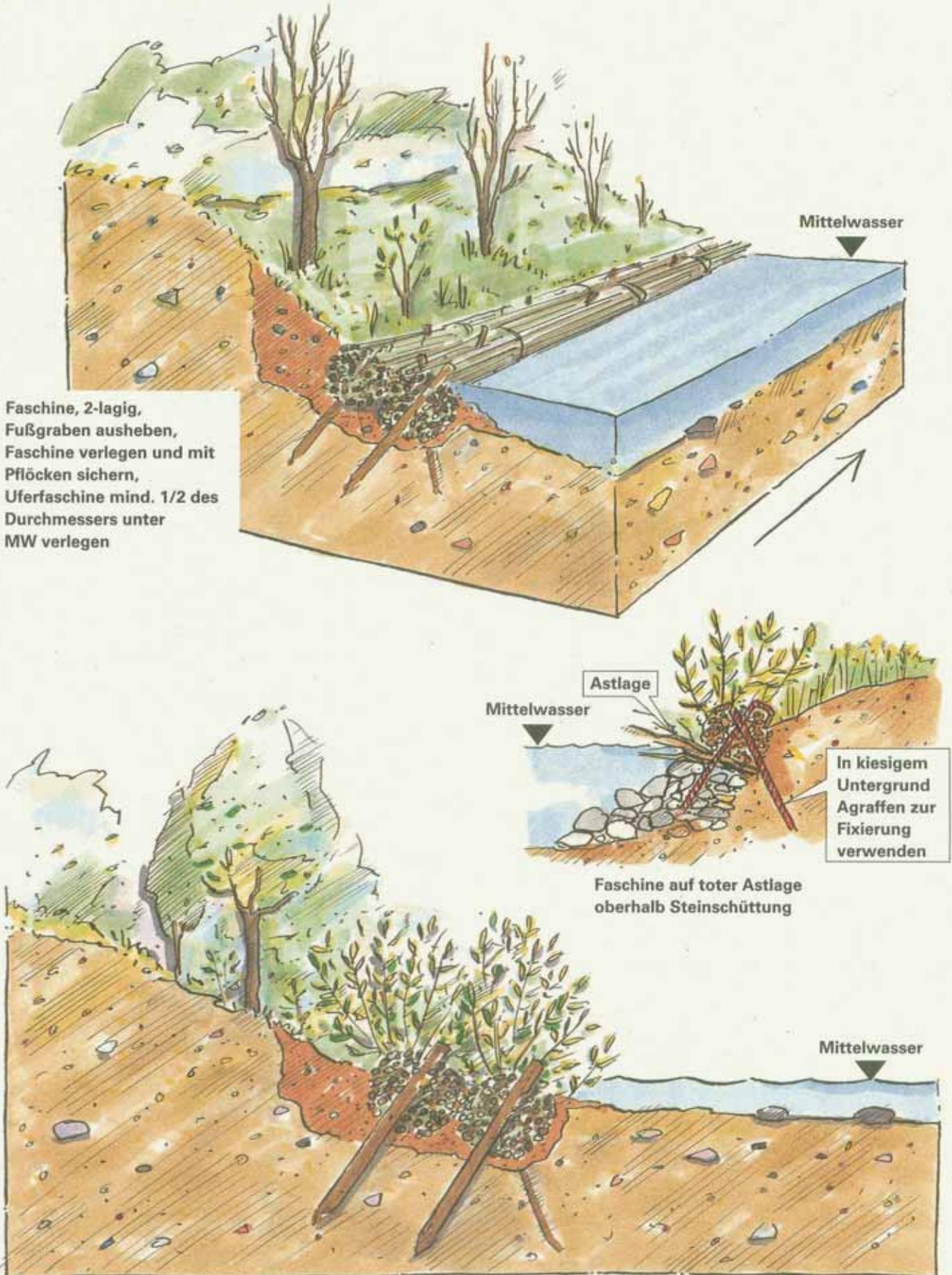
### Textbausteine für Leistungsverzeichnis

Das Ihicken ist keine Bauweise im engeren Sinn. Es handelt sich im folgenden daher weniger um einen Ausschreibungstext als um eine Pflegeanweisung bzw. einen Pflegeauftrag.

### Ihicken

Aus dem am Ufer und in der Böschung wachsenden Büschen immer die 2 oder 3 stärksten Triebe (Durchmesser immer unter 10 cm) so abschlagen, daß der Trieb in einem Winkel von etwa 45° zur Fließrichtung die Böschung herunterfällt. Den Fällhieb so führen, daß der Trieb umkippt, aber etwa mit 1/4 bis 1/3 seines Querschnitts fest mit dem Stock verbunden bleibt. Fällkerbe tief, etwa 10 – 20 cm über dem Boden ansetzen. Abschnittsweise soviel Stämme zum Böschungsfuß herunterfällen, daß aus deren Kronen im Bereich der Mittelwasserlinie ein dichtes Astgeflecht entsteht.

## 5.5 Faschinenwalzen



**Synonym:** Uferfaschine

#### **Anwendungsbereich und Wirkungsweise**

► An allen Gewässertypen zum Schutz der Uferlinie im Mittelwasserbereich vor allem in Kombination mit anderen Ufersicherungen (z.B. Weidenspreitlage, Fichtenspreitlage, Weidenwippe). Bei Ausführung als Totfaschine Anwendung bei geringem Raumangebot möglich.

► Sofort nach dem Einbau wirkungsvolle Böschungsfußsicherung. Totfaschinen bieten nur vorübergehenden Schutz (4 – 5 Jahre), z.B. für dahinterliegende Ufergehölzpflanzungen. Lebendfaschinen sollten mittelfristig in naturnahen Gehölzsaum z.B. mit Baumweiden und Schwarzerlen integriert werden, daher sollte Bestandsumwandlung schon zu Beginn bedacht werden (wenn möglich Hinterpflanzung gleich vorsehen).

#### **Kosten/Lohnkostenzeitwerte**

► Faschinenwalze Ø 30 cm, Herstellung und Einbau 50,00 – 100,00 DM/lfm / Herstellung und Einbau incl. erforderliche Erdarbeiten ca. 60 min/lfm.

#### **Hinweise zur Ausführung in Eigenregie bzw. Bauleitung/Bauüberwachung**

► Faschinen zum Binden möglichst eng zusammenziehen (mit einem Seil oder Packgurt). Die Faschine so verlegen, daß die verrödelten Drahtenden landseitig zu liegen kommen. Werden Faschinen aneinander gesetzt, müssen diese mit den Enden fest ineinander gestoßen, überlappt werden. Faschinen stets entlang der Mittelwasserlinie einbauen. Lebende Faschinen nicht mehr als 1/2 bis 2/3 ihres Durchmessers in den Boden einbauen!

#### **Textbausteine für Leistungsverzeichnis**

##### **Faschinenwalze (lebende und tote Uferfaschine)**

Weidenäste und Astwerk mit der Basis mal rechts mal links so in einen Wellenbock schichten, daß eine Faschine mit 3,5 – 4,0 m Länge und 0,3 – 0,4 m Durchmesser gebunden werden kann. Bei lebenden Faschinen muß mindestens 1/3 des Astmaterials aus Weidenästen bestehen. Die Weidenäste im oberen Drittel der Faschine einschichten. Faschine eng mit einem Seil zusammenziehen und alle Laufmeter fest mit Draht umbinden.

Am Böschungsfuß entlang der Mittelwasserlinie einen Graben so anlegen, daß die Faschine etwa zur Hälfte bis max. zwei Drittel im Boden bzw. unter Wasser eingebaut werden kann. Faschinen in Graben einlegen. Aneinander gesetzte Faschinen mit den Enden fest ineinander stoßen und überlappen (mind. 15 – 20 cm). Verlegte Faschinen alle Laufmeter je nach Untergrund mit schräg durch die Faschine eingeschlagenen Pflöcken fixieren. Faschine mit Grabenaushub hinter- und überfüllen, so daß die Hohlräume zwischen den Ästen gefüllt sind.

- Pflöck aus Nadelholz, je nach Bodenbeschaffenheit 0,6 – 1,0 m lang, Zopfdurchmesser 4 – 7 cm; alternativ in kiesigem Untergrund Stahlstab 0,6 – 1,0 m lang, oberseits U-förmig gebogen, 10 – 14 mm Durchmesser
- Weidenäste = lebende Äste und Ruten, 1,5 – 4,0 m lang, nur bewurzelungsfähige Weiden (siehe Artenliste Baubeschreibung)
- Astwerk = unverwitterte, tote Äste und Ruten, 1,5 – 4,0 m lang, von Laub- und Nadelhölzern
- Hinweise zur Gewinnung und Lagerung von lebenden Ästen beachten (siehe Baubeschreibung)
- geglähter Eisendraht 3 mm
- Materiallieferung und Gewinnung von Weiden und Astwerk wird nicht gesondert vergütet
- Abgerechnet wird nach gebautem lfm Faschinenwalze, je gesicherter Uferseite



### Anwendungsbereich und Wirkungsweise

► An breiten Bächen und Flüssen zur Sanierung tiefer, breiter Uferanrisse, auch bei großer Wassertiefe. Besonders geeignet zur Sicherung von Prallufem in Verbindung mit Aufschüttungen von Uferabbrüchen.

► Sofort nach dem Einbau wirkungsvoller Böschungsschutz, je nach Ausführung auch der Unterwasserböschung (z.B. in Verbindung mit Steinwurf). Die lebenden Uferfaschinen und Buschlagen bilden bei regelmäßigem Aufden-Stock-setzen eine dauerhafte Sicherung, besser ist jedoch eine mittelfristige Bestandsumwandlung in Weiden/Erlensaum.

### Kosten/Lohnkostenzeitwerte

► 1-lagige Weidenwippe herstellen und einbauen incl. erforderliche Erdarbeiten ca. 70 min/lfm.

### Hinweise zur Ausführung in Eigenregie bzw. Bauleitung/Bauüberwachung

► Sehr arbeitsintensiv! Für Buschlagen ausreichend lange Äste verwenden (möglichst so lang wie aufgefüllter Bereich tief ist!). Auf genügend Innenneigung (10°) der Buschlagenterrassen achten! Pflöcke zur Fixierung der Faschinen immer gegen die Böschung, nicht durch unterliegende Faschinen einschlagen.

### Textbausteine für Leistungsverzeichnis

#### Weidenwippe (kombinierter Buschlagen- und Faschinenbau) (Buschlagen nach DIN 18 918)

Uferabbruch von losem Material räumen (= Abraum) und seitlich lagern.

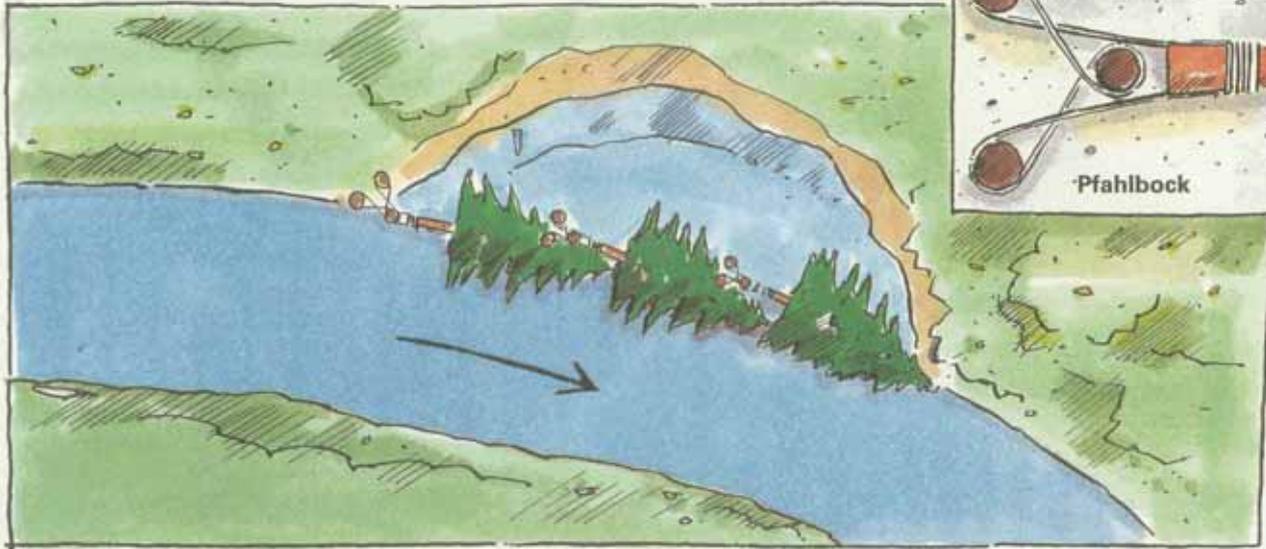
Böschungsfußsicherung unter Mittelwasserlinie nach Planangaben aus toten Faschinen oder alternativ Steinschüttung (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet) herstellen. Faschinenwalzen nach Bedarf herstellen und liefern (wird gesondert vergütet).

Uferabbruch lagenweise mit Abraum oder Verfüllmaterial (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet) auffüllen. Dazwischen abwechselnd Buschlagen und darüber an der Böschungsvorderkante Faschinen verlegen, verpflocken und hinterfüllen. Zahl der Wippenlagen nach Planangaben.

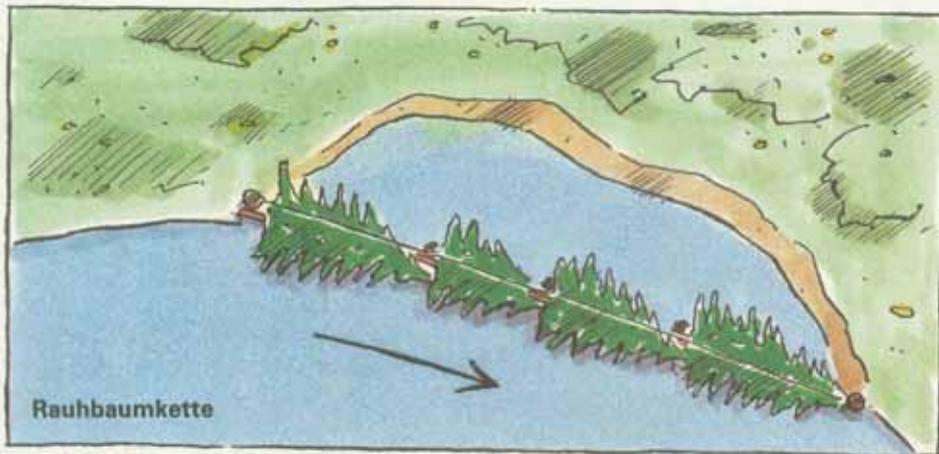
Einbau Buschlagen und Faschinen: Über der Fußsicherung Terrasse mit mind. 10° Innenneigung ausformen. Darauf Buschlagen aus kreuzweise verschränkt verlegten Weidenästen 10 – 20 cm hoch packen, so daß diese 0,3 – 0,5 m über die Böschung hervorsteht. Darüber, an der Böschungsvorderkante leicht nach hinten versetzt, Faschinen längs der Böschung verlegen, mit Holzpfahl, alternativ Stahlstab, verpflocken und Abraum oder Verfüllmaterial aufschütten, so daß eine neue Terrasse mit mind. 10° Innenneigung entsteht usw..

- Verfüllmaterial = unsortierte Kiese, Gerölle und gröbere Blöcke mit genügend Feinanteil
- Pflöcke aus Nadelholz, je nach Bodenbeschaffenheit 0,6 – 1,0 m lang, Zopfdurchmesser 4 – 7 cm; alternativ in kiesigem Untergrund Stahlstab 0,6 – 1,0 m lang, 10 – 14 mm Durchmesser
- Weidenäste = lebende Äste mit allen Seitenzweigen, Länge = Abstand Abbruchkante bis Vorderkante neue Böschung + 0,3 – 0,5 m, mind. 0,7 – 1,0 m; nur bewurzelungsfähige Weiden (siehe Artenliste Baubeschreibung)
- Hinweise zur Gewinnung und Lagerung von lebenden Ästen beachten (siehe Baubeschreibung)
- Materiallieferung und Gewinnung von Weiden wird nicht gesondert vergütet
- Abgerechnet wird nach Anzahl der Wippenlagen x gebau-tem lfm Weidenwippe je gesicherter Uferseite

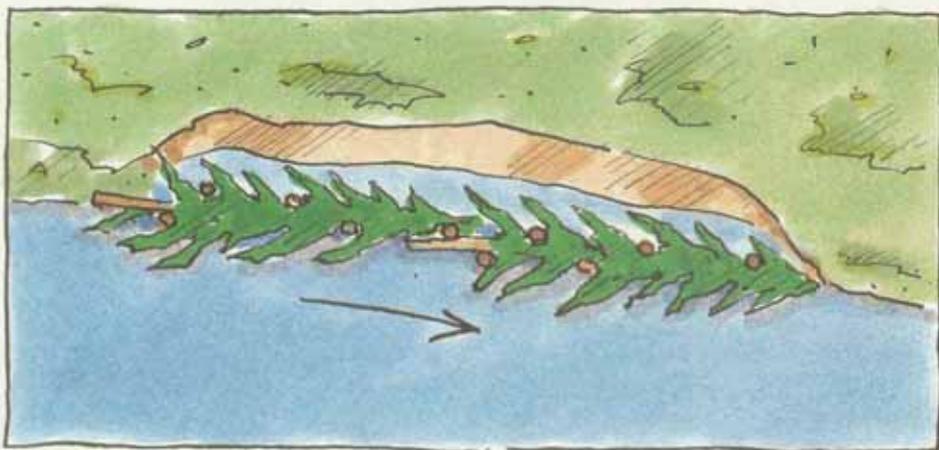
### 5.7 Rauhbaum



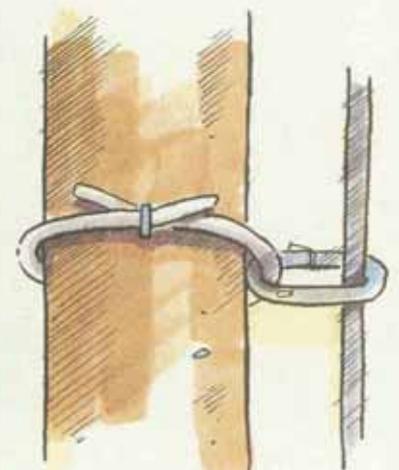
An Pfahlblöcken angehängte Rauhbäume



Rauhbaumkette



Rauhbaumeinbau mit Pfahreihen



Befestigung des Führungsseils



Karabinerhaken



Barrenring



Kettenglied



Seilklemme

### Anwendungsbereich und Wirkungsweise

► An Gräben, Bächen und Flüssen mit Sedimenttransport und -ablagerung zur vorübergehenden Sicherung von Uferabbrüchen und Kolken durch Auflandung; an größeren Gewässern in den Strom gerichtet zur Lenkung des Stromstrichs (Anwendung und Wirkung wie Buhne). Auch als Böschungfußsicherung, z.B. von Fichtenspreitlagen. Anwendung bei geringem Raumangebot möglich.

► Sofort nach dem Einbau wirksamer, einfach herzustellender Böschungfußschutz. Langfristige Schutzwirkung (> 4 – 5 Jahre) nur bei Ergänzung mit Steckhölzern oder Bepflanzung.

### Kosten/Lohnkostenzeitwerte

► Je nach Ausführung (abgehängte Raubbäume oder mit Pfahlreihen) 20,00 – 50,00 DM/lfm / Verlegen von Raubbäumen in Pfahlreihen ca. 60 min/lfm.

### Hinweise zur Ausführung in Eigenregie bzw. Bauleitung/Bauüberwachung

► Bei abgehängten Raubbäumen auf ausreichend feste Verankerung am Ufer achten. Von eingesedimentierten, abgehängten Raubbäumen Stahlseile entfernen!

### Textbausteine für Leistungsverzeichnis

#### Rauhbaum mit Pfahlreihen

Uferabbruch oder Kolk stromaufwärtig beginnend mit Raubbäumen sichern. Dazu ersten Rauhbaum mit dem Gipfel in Fließrichtung ins Wasser bringen und mit Stammachse nach der herzustellenden Uferlinie ausrichten. Links und rechts des Stammes Pflöcke jeweils im Abstand von 0,6 – 1,0 m so einschlagen, daß der Rauhbaum fest zwischen der Pfahlreihe verklemmt und mit dem Reisig dicht an der Gewässersohle anliegt. Weitere Raubbäume mit 1/4 bis 1/5 Überlappung zum vorherigen Baum anschließen, bis herzustellende Uferlinie geschlossen ist. Pfähle etwa auf Höhe der zu erwartenden Auflandung kappen. Alternativ bei tiefen Uferabbrüchen und Kolken (MW > 0,5 – 0,8 m) in der Pfahlreihe zwei oder mehr Raubbäume übereinander legen. Dazu entlang der herzustellenden Uferlinie durchgehende doppelte Pfahlreihe, Abstand in der Reihe 1,0 – 1,5 m, einschlagen. Abstand gegenüberliegender Pfähle so, daß Raubbäume gerade dazwischen geklemmt werden können. Nach Bedarf weitere Pfähle einschlagen, so daß Raubbäume nicht aufschwimmen können, alternativ Raubbäume mit Steinen (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet) beschweren und versenken oder mit Draht fixieren.

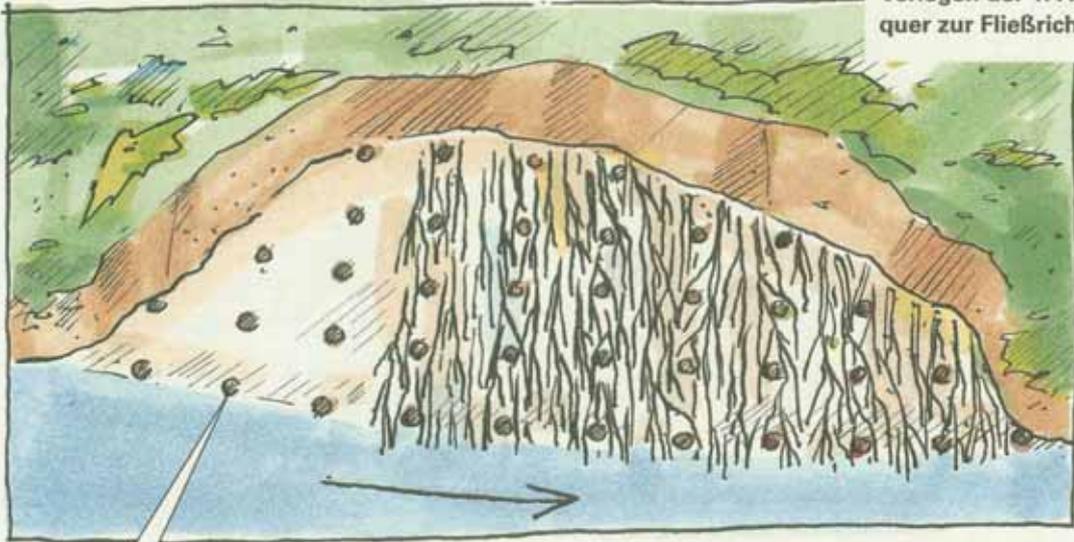
#### Rauhbaum vom Ufer abgehängt

Stahlseil etwa 0,5 m oberhalb Stammfuß am Rauhbaum anschlagen. Seilende an einem rückwärtig fest am Ufer verankerten Pfahl oder Pfahlbock so befestigen, daß Rauhbaum bei Hochwasser aufschwimmen kann. Seillänge so bemessen, daß Rauhbaum mit Stammfuß am Ufer oberhalb Mittelwasserlinie aufliegt. Rauhbaum am Seil hängend ins Wasser legen. Weitere Raubbäume Kronenrand an Kronenrand einbringen bis Anbruch zu etwa 80 % geschlossen ist.

- Pflöcke aus Nadelholz, je nach Bodenbeschaffenheit 1,2 – 1,5 m lang, Zopfdurchmesser 9 – 12 cm
- Rauhbaum = dicht benadelte, möglichst frisch gefällte, tiefbekronte Fichten-, Tannen- oder Douglasien, Länge nach Verwendungszweck 3 – 10 m
- Stahlseil Ø 3 – 5 mm; Seilklemmen
- geblühter Draht 3 mm
- Materiallieferung und Rauhbaumgewinnung wird nicht gesondert vergütet
- Abgerechnet wird nach gebautem lfm Rauhbaum je gesicherter Uferseite

## 5.8 Gitterbuschbauwerk

Gitterbuschbauwerk:  
Verlegen der 1. Astlage  
quer zur Fließrichtung



Vorderste Pfahlreihe  
entlang der geplanten  
Uferlinie

Verlegen  
der 2. Astlage  
quer zur ersten,  
parallel zur  
Fließrichtung



Stecken von lebenden  
Weidenästen durch das  
fertige Astgitter

**Synonym:** Gitterbuschbau**Anwendungsbereich und Wirkungsweise**

► An Bächen und Flüssen mit Sedimenttransport und -ablagung zur Sicherung durch Auflandung auch großer Uferanrisse (in Verbindung mit Buschbautraversen) und Auskolkungen (bis 3 m Wassertiefe); vor allem an schnell fließenden Gewässern mit starken Wasserspiegelschwankungen. Auch zur Lenkung des Stromstrichs (Anwendung und Wirkung wie Buhne).

► Sofort wirksamer, sehr stabiler Uferschutz. Langfristige Schutzwirkung bei Verwendung lebender Äste. Bei starker Sedimentation vollständige Auflandung meist bei einem Hochwasser. Anschließend Bepflanzung, z.B. mit Erlen möglich.

**Kosten/Lohnkostenzeitwerte**

► Aufbaustärke 0,5 m ca. 30 min/m<sup>2</sup>.

**Hinweise zur Ausführung in Eigenregie bzw. Bauleitung/Bauüberwachung**

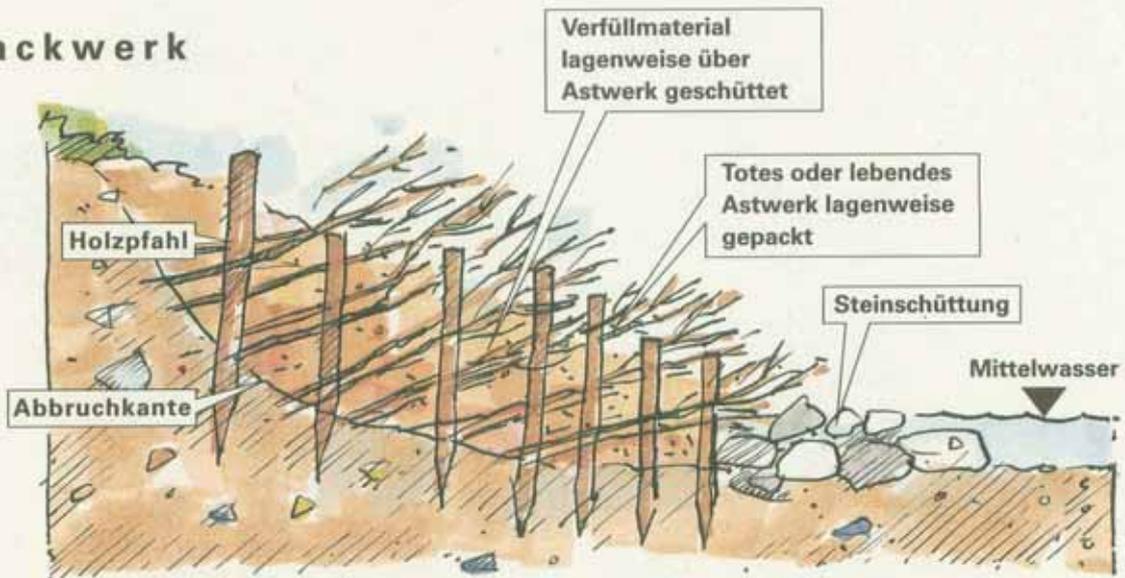
► Sehr arbeitsintensiv! Bei guter Bauausführung ist auch bei starker Anströmung (Prallhang) kein weiterer Fußschutz mit Steinschüttung oder Blocksatz erforderlich. Bei großen Uferanrissen nur den stromaufwärts gelegenen Anfang des Anrisses mit Gitterbuschbauwerken sichern. Bachabwärts leichtere Elemente wie Buschbautraversen anordnen.

**Textbausteine für Leistungsverzeichnis****Gitterbuschbauwerk**

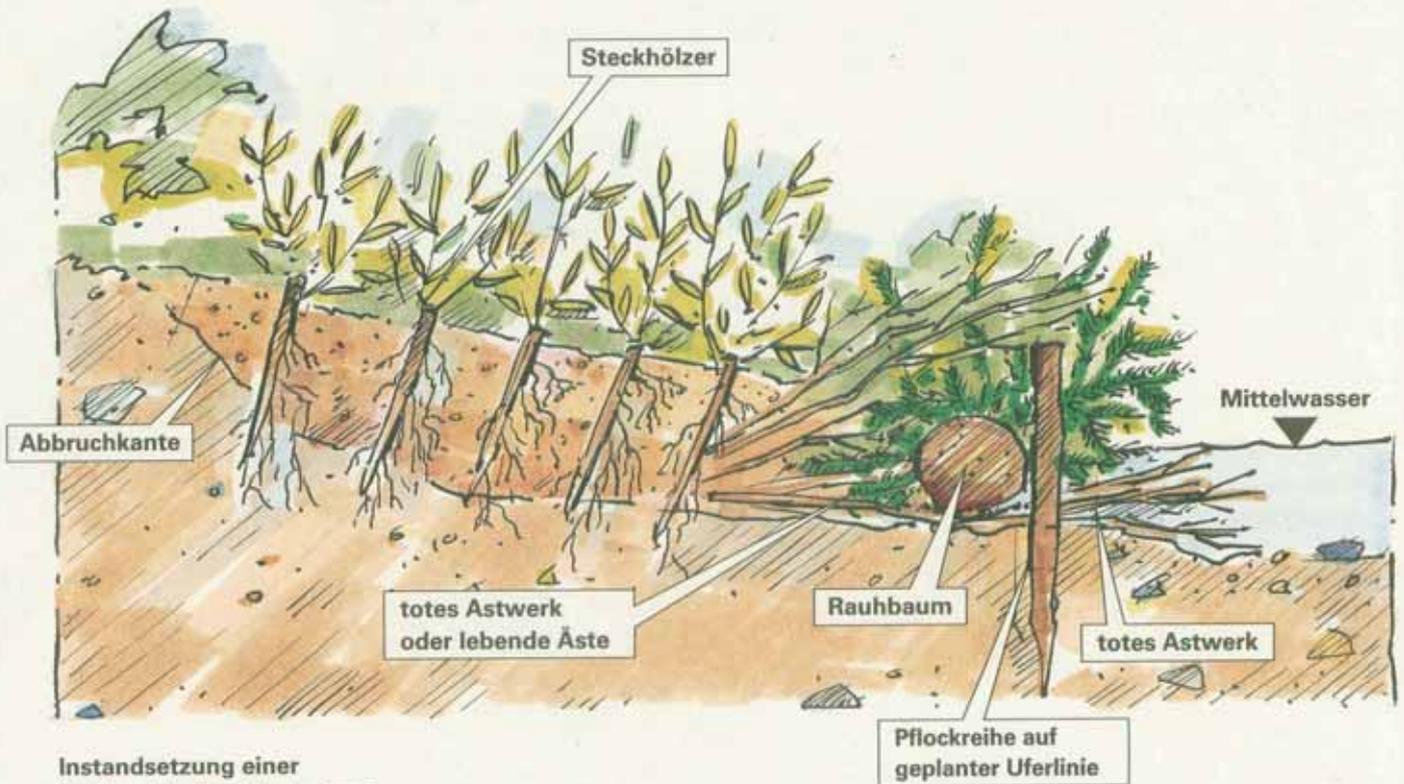
Entlang der herzustellenden Uferlinie Holzpfähle (Piloten) im Abstand von 1,0 – 2,0 m standfest einschlagen. Dahinter im gleichen Abstand Holzpfähle gitterartig bis auf Uferhöhe standfest einschlagen. Zwischen die Holzpfähle lagenweise abwechselnd quer und parallel zur Fließrichtung (unterste Lage immer quer zur Fließrichtung) Astwerk dicht an dicht, je Lage 10 – 20 cm hoch packen. (für unterste Lagen bei tiefen Kolken ganze Bäume verwenden). Quer zur Fließrichtung Äste so einlegen, daß diese 0,3 – 0,5 m über Pilotenreihe ins Gewässer hinaus ragen. Gitterbuschwerk bis auf Mittelwasserlinie aufbauen. Darauf letzte (oberste) Lage aus Weidenästen in Fließrichtung verlegen. Durch das fertige Astgitter leicht schräg Weidenäste bis auf den Boden stecken (3 – 5 Stck/m<sup>2</sup>). Zum Beschweren Gitterbuschbauwerk mit gebietstypischem steinigem Erdmaterial (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet) überschütten, alternativ Beschweren mit plattigen Steinen (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet) oder fixieren der obersten Astlage mit Drahtabspannung kreuzweise von Pfahl zu Pfahl.

- Holzpfähle aus Nadelholz, je nach Bedarf 1,2 – 3,0 m lang, Zopfdurchmesser 9 – 18 cm
- Weidenäste = lebende Äste, mind. 1,5 – 4,0 m lang, nur bewurzelungsfähige Weiden (siehe Artenliste Baubeschreibung)
- Astwerk = unverwitterte, tote Äste, Astwerk, das quer zur Fließrichtung verlegt wird. Länge = Abstand Abbruchkante bis Pilotenreihe + 0,3 – 0,5 m sonst mind. 1,5 m; von Laub- und Nadelhölzern
- Hinweise zur Gewinnung und Lagerung von lebenden Ästen beachten (siehe Baubeschreibung)
- geglähter Eisendraht 3 mm
- Materiallieferung, Weiden- und Astwerkgewinnung wird nicht gesondert vergütet
- Abgerechnet wird nach m<sup>2</sup> fertiggestelltem Gitterbuschbauwerk

## 5.9 Packwerk



Durchpflocktes Packwerk zur Instandsetzung eines Böschungsanbruchs



Instandsetzung einer flachen Uferböschung durch Packwerk mit Rauhbaumsicherung

**Synonym:** Rauhpäckung**Anwendungsbereich und Wirkungsweise**

- ▶ An allen Gewässertypen zur Sanierung von Uferabbrüchen und Auffüllung tiefer Kolke. Bei geringem Raumangebot geeignet, da als Packmaterial ausschließlich nicht-austriebsfähiges Astwerk verwendet werden kann.
- ▶ Sofort nach dem Einbau wirkungsvoller Böschungsschutz, je nach Ausführung auch der Unterwasserböschung (z.B. in Verbindung mit Steinwurf, Rollierung auf Rauhpäckwerk).

**Kosten/Lohnkostenzeitwerte**

- ▶ Herstellen mit 1,0 m Höhe und 1,5 m Tiefe ca. 200 min/lfm.

**Hinweise zur Ausführung in Eigenregie bzw. Bauleitung/Bauüberwachung**

- ▶ Sehr arbeitsintensiv! Ausreichend langes Astwerk verwenden (möglichst so lang wie aufgefüllter Bereich tief ist). Auf genügend Innenneigung ( $10^\circ$ ) der Astlagen achten! Gewässerseitige Neigung des Packwerks muß mit der des seitlichen Ufers übereinstimmen, um einen hydraulisch günstigen Übergang zu erreichen

**Textbausteine für Leistungsverzeichnis****Packwerk**

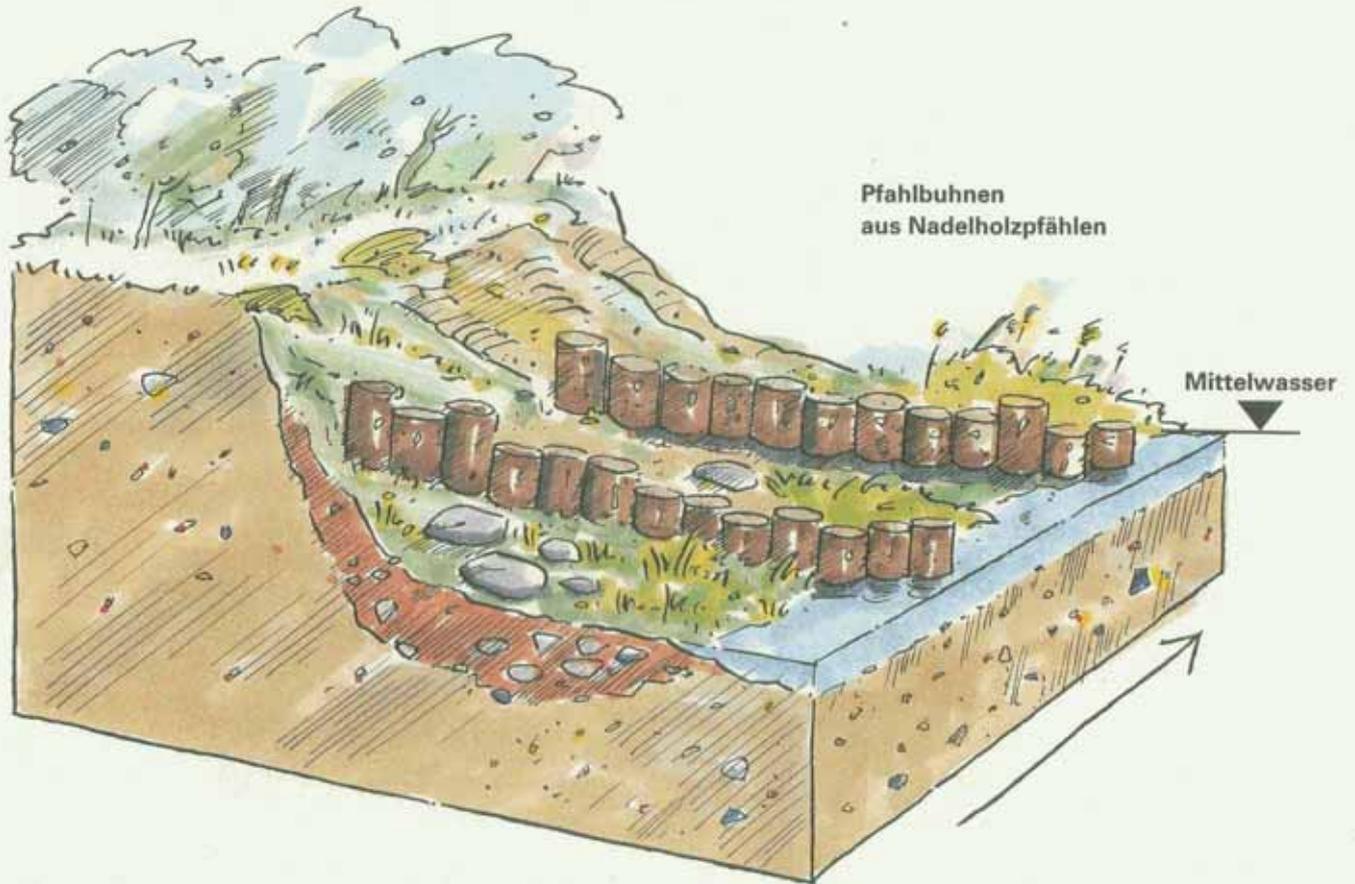
Uferabbruch von losem Material räumen (= Abraum) und seitlich lagern.

Fußsicherung unter Mittelwasserlinie nach Planangaben am neuen Böschungsfuß aus quer zur Fließrichtung verlegtem Astwerk und darüber liegendem Rauhbaum oder alternativ Steinschüttung herstellen (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet).

Über der Fußsicherung Abraum oder Verfüllmaterial (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet) 0,3 – 0,5 m stark schütten und Terrasse mit mind.  $10^\circ$  Innenneigung ausformen. Darauf Astwerk quer zur Fließrichtung dicht an dicht, etwas kreuzweise verschränkt, 10 – 20 cm hoch packen. Darüber wieder 0,3 – 0,5 m stark Verfüllmaterial schütten, nächste Astlage einbauen usw. bis zur fertigen Böschungshöhe aufbauen. Fertiges Packwerk mit Holzpfehlen oder Weidenästen durchpflocken (3 – 5 Stck/m<sup>2</sup>). An Prallufem oder stark angeströmten Böschungen zusätzliche Sicherung der obersten Astlage durch Drahtabspannung kreuzweise von Pfahl zu Pfahl. Mit Drähten umwickelte Pfähle vorher kerben. Durch Nachschlagen der Pfähle gesamtes Packwerk festigen.

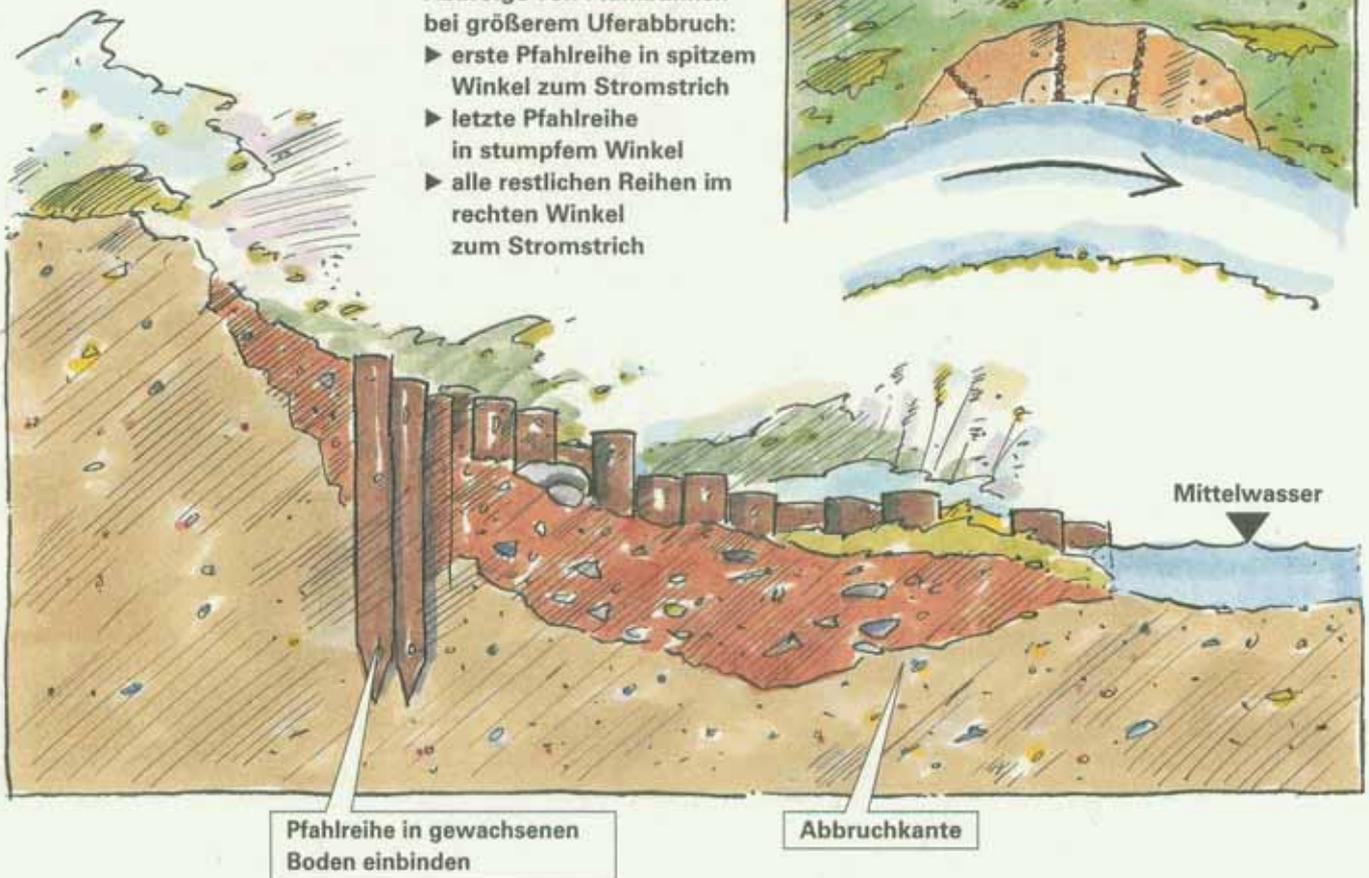
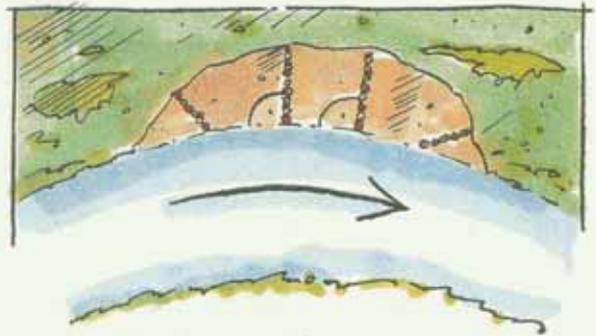
- ▶ Verfüllmaterial = unsortierte Kiese, Gerölle und gröbere Blöcke mit genügend Feinanteil
- ▶ Holzpfehle aus Nadelholz, je nach Packwerkhöhe 1,5 – 3,0 m lang, Zopfdurchmesser 9 – 18 cm
- ▶ Rauhbaum = dicht benadelte, möglichst frisch gefällte, tiefbekronte Fichten-, Tannen- oder Douglasien, Länge nach Verwendungszweck 3 – 10 m
- ▶ Astwerk = unverwitterte, tote Äste; Länge = Abstand Abbruchkante bis Vorderkante neue Böschung + 0,3 – 0,5 m, sonst mind. 1,5 m; von Laub- und Nadelhölzern
- ▶ Weidenäste = lebende Äste, 5 – 10 cm stark, mind. 1,5 m lang, nur bewurzelungsfähige Weiden (siehe Artenliste Baubeschreibung)
- ▶ geglühter Draht 3 mm
- ▶ Hinweise zur Gewinnung und Lagerung von lebenden Ästen beachten (siehe Baubeschreibung)
- ▶ Materiallieferung und Gewinnung von Weidenästen, Astwerk und Rauhbäumen wird nicht gesondert vergütet
- ▶ Abgerechnet wird nach gebautem lfm Packwerk, je gesicherter Uferseite

## 5.10 Pfahlbuhnen



Abfolge von Pfahlbuhnen  
bei größerem Uferabbruch:

- ▶ erste Pfahlreihe in spitzem Winkel zum Stromstrich
- ▶ letzte Pfahlreihe in stumpfem Winkel
- ▶ alle restlichen Reihen im rechten Winkel zum Stromstrich



### Anwendungsbereich und Wirkungsweise

► An breiteren Gewässern zur Beruhigung der Strömung vor Uferabbrüchen und ausgekolkten Bereichen. Zum Schutz von Gehölzanzpflanzungen und Sukzessionsflächen. Zur Einengung großer Abflußquerschnitte und Förderung naturnaher Laufstrukturen durch Lenkung des Stromstriches.

► Einfache, sofort nach dem Einbau wirksame Maßnahme zur Beruhigung nachfolgender Uferbereiche. Bei Feststofffracht findet zwischen den Buhnen Sedimentation statt. Je nach Einbau (rechtwinklig, in oder gegen die Fließrichtung) Strukturbildung durch Kolke in den Buhnenfeldern oder am Buhnenkopf. Vorübergehende Sicherung (8 – 10 Jahre), danach müssen Ufergehölze den dauerhafte Schutz übernehmen.

### Kosten/Lohnkostenzeitwerte

► Herstellen bei mittlerer Pfahllänge von 1,2 m ca. 60 min/lfm.

### Hinweise zur Ausführung in Eigenregie bzw. Bauleitung/Bauüberwachung

► Je nach Ausrichtung der Buhne gegen, quer oder in Fließrichtung unterschiedliche hydraulische Wirkung beachten. Zu große Buhnenabstände, zu weit gegen die Gewässermittle vorgebaute und zu hohe Buhnen können am zu schützenden oder gegenüberliegenden Ufer ungewollt Schäden verursachen. Die beiden Enden der Buhne besonders sorgfältig bauen. Bei leicht erodierbaren Böden landseitig einen schmalen Graben anlegen, um Buhnen in die Uferböschung einzubinden (0,5 – 1,0 m). Pfähle am Buhnenkopf mind. 1/2 bis 2/3 ihrer Länge einrammen.

### Textbausteine für Leistungsverzeichnis

#### Pfahlbuhne

Stromaufwärtig beginnend Pfahlreihen aus Holzpfählen vor dem zu sichernden Bereich in Uferböschung und Gewässer-  
sohle standfest einschlagen. Erste Pfahlreihe in einem spitzen Winkel zum Stromstrich anordnen, alle folgenden im rechten Winkel zum Stromstrich und letzte im stumpfen Winkel dazu. Länge der einzelnen Pfahlreihen entsprechend der gedachten neuen Uferlinie. Abstand der Buhnen ungefähr gleich Gewässerbreite bzw. das 1,0 bis max. 2,5fache der Buhnenlänge.

Einbau der einzelnen Buhnen: Landseitig hinter der Abbruchkante beginnend, Pfähle in einer geschlossenen Palisadenreihe einschlagen, so daß die Pfähle in der Buhnenmitte etwa bis auf Mittelwasserhöhe reichen, gegen das Ufer ansteigen und zur Gewässermittle abfallen. Pfähle von der Buhnenmitte bis zum Buhnenkopf mind. 1/2 bis 2/3 ihrer Länge einschlagen, übrige Pfähle mind. 1/3 ihrer Länge. Eingeschlagene, zu lange Pfähle kürzen.

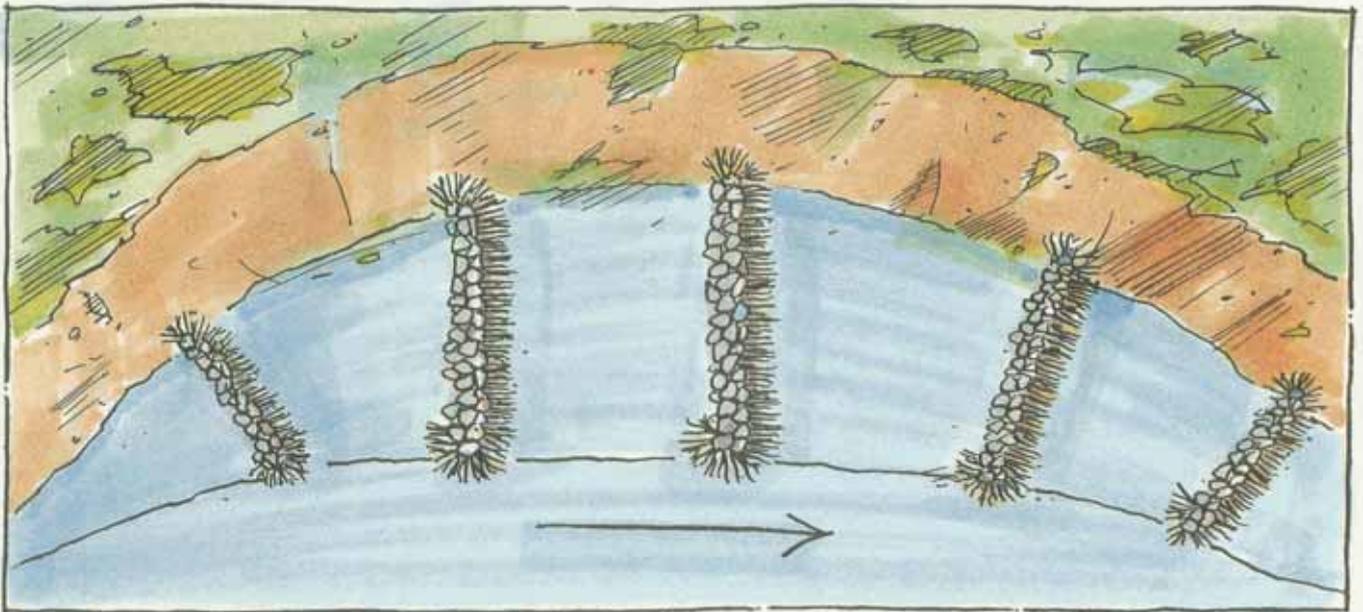
Bei geringer Sedimentführung Buhnenfelder uferseitig mit Verfüllmaterial (gebietstypische Böden, Kiese oder Schotter; Lieferung des Materials wird gesondert vergütet) auffüllen.

► Holzpfähle aus Nadelholz, je nach Bedarf 1,2 – 3,0 m lang, Zopfdurchmesser 9 – 18 cm

► Materiallieferung wird nicht gesondert vergütet

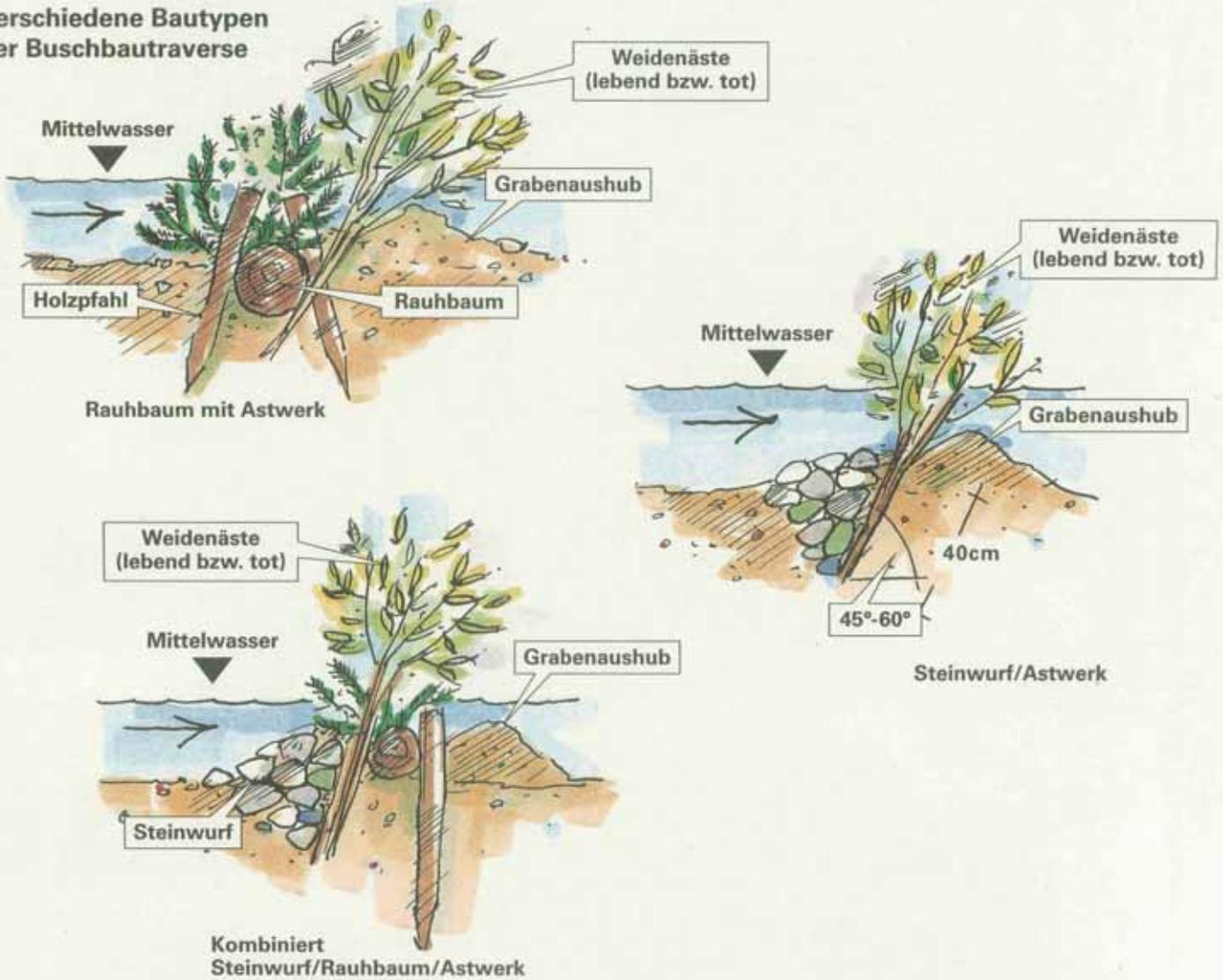
► Abgerechnet wird nach gebautem lfm Pfahlbuhne

### 5.11 Buschbautraverse



Abfolge von Buschbautraversen bei größerem Uferabbruch

#### Verschiedene Bautypen der Buschbautraverse



### Anwendungsbereich und Wirkungsweise

- ▶ Zur Sanierung großer, flacher Uferanrisse an breiten Bächen und Flüssen mit mittlerer bis guter Sedimentführung; bei sehr großen Anrissen in Verbindung mit Gitterbuschbauwerk. Beste Wirkung bei dauernder Durchströmung und bei mittlerer Wasserführung.
- ▶ Sofort nach dem Einbau wirksame Maßnahme. Langfristige Schutzwirkung bei Verwendung lebender Äste; vorübergehende Sicherung (8 – 10 Jahre) bei Verwendung toter Äste. Bei starker Sedimentation vollständige Auflandung meist nach einem Hochwasser.

### Kosten/Lohnkostenzeitwerte

- ▶ Einbau in Graben 0,3 – 0,5 m tief, Astwerk mit Steinwurf beschwert ca. 40 min/lfm.

### Hinweise zur Ausführung in Eigenregie bzw. Bauleitung/Bauüberwachung

- ▶ Je nach Ausrichtung der Traversen gegen, quer oder in Fließrichtung unterschiedliche hydraulische Wirkung beachten. Zu große Abstände zwischen den Traversen verringern die Sedimentation. Die beiden Enden der Buschbautraverse besonders sorgfältig bauen. Bei leicht erodierbaren Böden landseitig einen schmalen Graben anlegen, um Traversen in die Uferböschung einzubinden (0,5 – 1,0 m). Den Kopf der Buschbautraverse fächerförmig mit Astwerk unterbauen und gut beschweren.

### Textbausteine für Leistungsverzeichnis

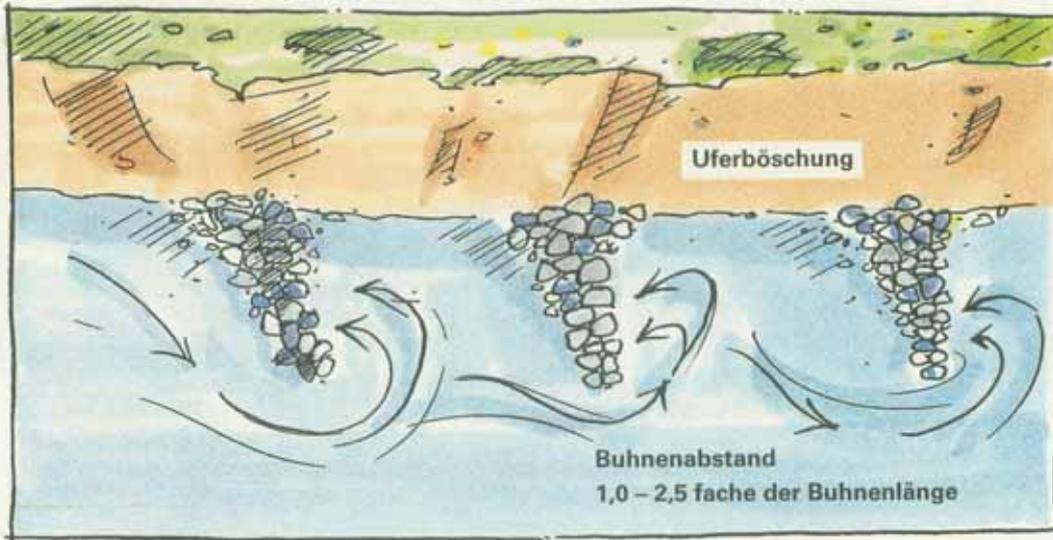
#### Buschbautraverse

Stromaufwärtig beginnend erste Buschbautraverse in einem spitzen Winkel zum Stromstrich anordnen, alle folgenden im rechten Winkel zum Stromstrich und letzte im stumpfen Winkel dazu. Länge der einzelnen Traversen entsprechend der gedachten neuen Uferlinie. Abstand der Buschbautraversen ungefähr gleich Gewässerbreite bzw. das 1,0 bis max. 2,5fache der Traversenlänge.

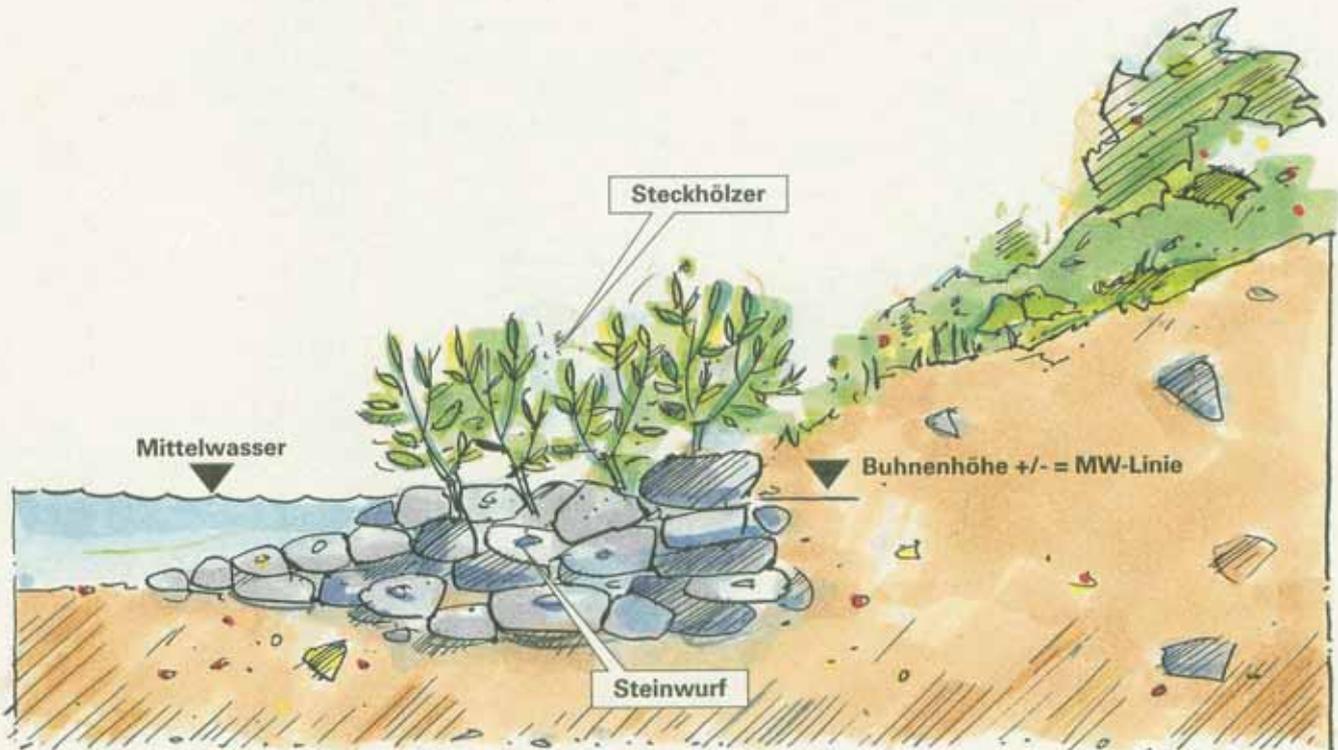
Einbau der einzelnen Traversen: Zuerst vom bestehenden Ufer bis zur geplanten Uferlinie einen dreieckigen Graben mit 0,3 – 0,5 m Tiefe ausheben, so daß die flußabwärts gerichtete Grabenseite 45 – 60° geneigt ist und der Grabenaushub vor dem Graben als Wall zu liegen kommt. Über die ganze Grabenlänge Weidenäste, alternativ Astwerk oder Weidenäste gemischt mit Astwerk, in Fließrichtung geneigt dicht nebeneinander stecken. Am Kopf der Buschbautraverse Weidenäste halbkreisförmig aufgefächert quer und gegen die Fließrichtung verlegen. Weitere Astlagen in den Graben stecken bis auf der ganzen Länge eine dicht geschlossene Astwand entsteht. Zur Befestigung der Äste Graben mit Steinwurf beschweren (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet), alternativ mit Rohbaum und Holzpfählen fixieren.

- ▶ Weidenäste = lebende, elastische Äste mit allen Seitenzweigen, 1,0 – 1,5 m lang, nur bewurzelungsfähige Weiden (siehe Artenliste Baubeschreibung)
- ▶ Hinweise zur Gewinnung und Lagerung von lebenden Ästen beachten (siehe Baubeschreibung)
- ▶ Astwerk = unverwitterte, tote Äste, 1,0 – 1,5 m lang, von Laub- und Nadelhölzern
- ▶ Holzpfähle aus Nadelholz, 0,6 – 1,0 m lang, Zopfdurchmesser 4 – 7 cm
- ▶ Rohbaum = dicht benadelte, möglichst frisch gefällte, tiefbekronte Fichten-, Tannen- oder Douglasien, Länge nach Verwendungszweck 3 – 10 m
- ▶ Materiallieferung und Gewinnung von Weidenästen und Rohbäumen wird nicht gesondert vergütet
- ▶ Abgerechnet wird nach gebautem lfm Buschbautraverse

## 5.12 Stummelbuhnen



Stummelbuhnen aus Steinwurf



Stummelbuhnen aus Steinwurf mit Steckhölzern durchgrünt

**Synonym:** je nach Ausführung und Form: Stein-, Pfahl-, Faschinen-, Flechtwerks-, Dreiecksbuhnen usw.

#### Anwendungsbereich und Wirkungsweise

► Kleinere, dammartige Bauwerke zur Verlagerung und Begrenzung des Stromstrichs. An Bächen und Flüssen zur Einengung zu großer Abflußquerschnitte und bei naturnahen Umgestaltungsmaßnahmen zur Förderung der Eigendynamik. Zur Beruhigung der Strömung vor ausspülungsgefährdeten Ufern. Zum Schutz von Gehölzanpflanzungen und Sukzessionsflächen.

► Erhöhung der Rauigkeit von Gewässerbetten im Uferbereich. Inklinante (stromaufwärts) gerichtete Buhnen verursachen Kolke am Buhnenkopf, deklinante (stromabwärts) gerichtete Buhnen an der Buhnenwurzel. Die Buhnenfelder landen teilweise auf. Ökologisch günstig, da vielgestaltige amphibische und aquatische Lebensräume entstehen. Sofort nach dem Einbau wirksame Maßnahme. Lebende Buhnen tragen dauerhaft zur Ufersicherung bei.

#### Kosten/Lohnkostenzeitwerte

► keine Anhaltswerte

#### Hinweise zur Ausführung in Eigenregie bzw. Bauleitung/Bauüberwachung

► Je nach Ausrichtung der Buhne gegen, quer oder in Fließrichtung unterschiedliche hydraulische Wirkung beachten. Zu große Buhnenabstände, zu weit gegen die Gewässermittelpunkte vorgebaute und zu hohe Buhnen können am zu schützenden oder gegenüberliegenden Ufer ungewollt Schäden verursachen. Die beiden Enden der Buhne besonders sorgfältig bauen. Bei leicht erodierbaren Böden landseitig einen schmalen Graben anlegen um Buhnen in die Uferböschung einzubinden (0,5 – 1,0 m).

#### Textbausteine für Leistungsverzeichnis

##### Stummelbuhnen zur Optimierung der Linienführung

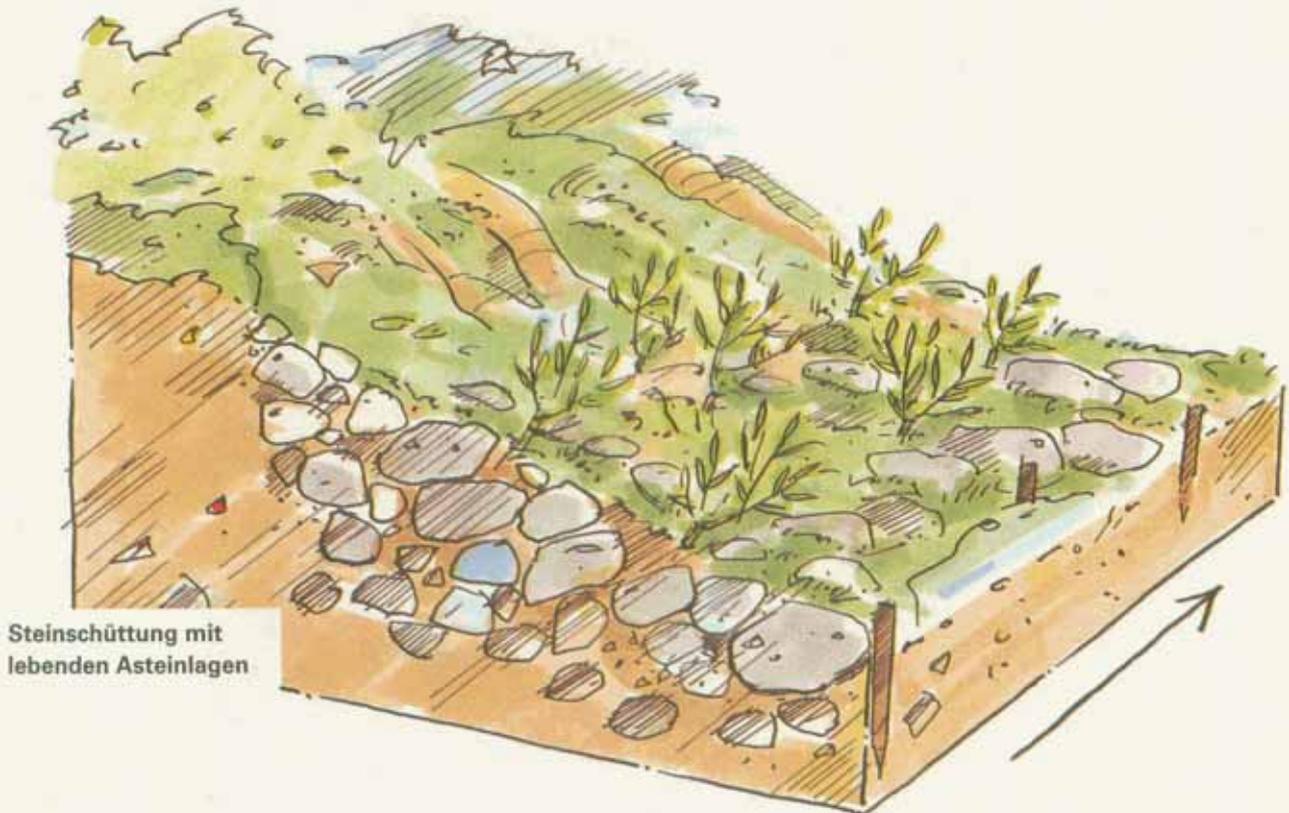
Stromaufwärtig beginnend erste Buhne bzw. Gruppe von Buhnen so anordnen, daß zur nächsten am gegenüberliegenden Ufer folgenden Buhne bzw. Gruppe von Buhnen ein Längsabstand vom 8 – 12fachen der Gewässerbreite eingehalten wird usw.. Größe und Ausformung der einzelnen Buhnen nach Planangaben. In Gruppen Abstand von Buhne zu Buhne etwa das 1,0 bis max. 2,5fache der Buhnenlänge.

Stummelbuhnen können in einer Vielzahl von Variationen gebaut werden (als Pfahlbuhne, aus Faschinen, Flechtwerk, Raubbäumen und wie Packwerk oder Weidenwippen). Der folgende Text beschreibt die Ausführung mit begrüntem Steinwurf.

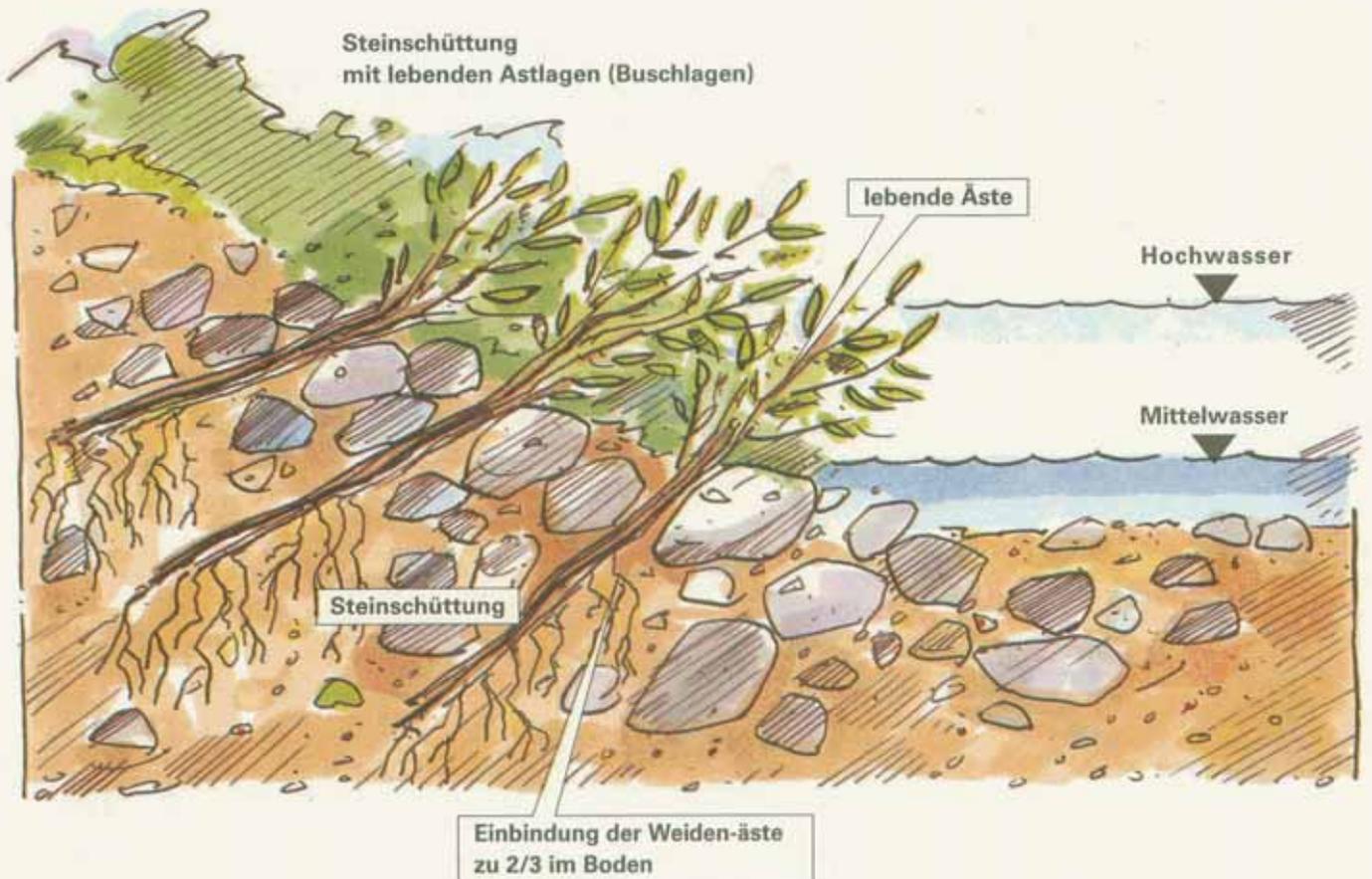
Einbau der einzelnen Buhnen: Buhnenkörper in Dreiecksform aus Steinwurf schütten (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet), dabei landseitig gut in die Uferböschung sowie in die Sohle einbinden. Buhne so ausformen, daß Oberkante der Buhne am Ufer ca. auf Höhe der Mittelwasserlinie liegt und über die ganze Länge gleichmäßig zum Buhnenkopf abfällt. Während des Schüttung Steckhölzer (3 – 5 Stck/m<sup>2</sup>) und Weidenäste in den Buhnenkörper einlegen, alternativ Steckhölzer nach Schüttung einbringen.

- Steckholz = lebende Äste, 3 – 8 cm stark und 0,4 – 0,6 m lang, nur bewurzelungsfähige Weiden (siehe Artenliste Baubeschreibung)
- Weidenäste = lebende Äste mit allen Seitenzweigen, 1,0 – 1,5 m lang, nur bewurzelungsfähige Weiden (siehe Artenliste Baubeschreibung)
- Hinweise zur Gewinnung und Lagerung von lebenden Ästen beachten (siehe Baubeschreibung)
- Lieferung und Gewinnung von Weidenästen und Steckhölzern wird nicht gesondert vergütet
- Abgerechnet wird nach Stück fertig hergestellter Stummelbuhne

### 5.13 Steinschüttung mit Asteinlage



Steinschüttung mit  
lebenden Asteinlagen



Steinschüttung  
mit lebenden Astlagen (Buschlagen)

lebende Äste

Hochwasser

Mittelwasser

Steinschüttung

Einbindung der Weiden-äste  
zu 2/3 im Boden

**Synonym:** begrünte Steinschüttung, Steinschüttung mit Steckhölzern

#### Anwendungsbereich und Wirkungsweise

► An großen Bächen und Flüssen, wo Schotter und Steine natürlicherweise vorhanden sind (nicht an Lehmächen), als dauerhafter Schutz für Flach- und Steilufer oder Dammböschungen. Vor allem an schnell fließenden Gewässern mit großen Wasserspiegelschwankungen, Geschiebetrieb und Eisgang.

► Sofortige, flächenschützende Wirkung. Verhindert Oberflächenerosion und stellt einen Anwuchsschutz für eingebaute Weidenäste und Steckholzbesatz dar. Erhöhte Stabilität nach guter Durchwurzelung der Schüttung und des Untergrundes. Durch Sedimentation und Ansammlung in den Fugen mit der Zeit vollständige Begrünung der Uferböschung.

#### Kosten/Lohnkostenzeitwerte

► Schüttung mit 40 – 50 cm Stärke 40,00 – 70,00 DM/m<sup>2</sup> / Herstellen mit Asteinlage ca. 40 min/m<sup>2</sup>.

#### Hinweise zur Ausführung in Eigenregie bzw. Bauleitung/Bauüberwachung

► Korngrößen des Steinmaterials nach den maßgebenden Schubspannungen oder Fließgeschwindigkeiten herleiten. Immer breit gestuftes Korngemisch verwenden. Gewichtsanteil des Größtkorns etwa 30 %. Als Faustregel gilt, daß die Schüttstärke mindestens das dreifache des größten Steindurchmessers beträgt. Sehr grobkörnige Schüttungen zur Förderung der natürlichen Begrünung mit Feinmaterial überdecken.

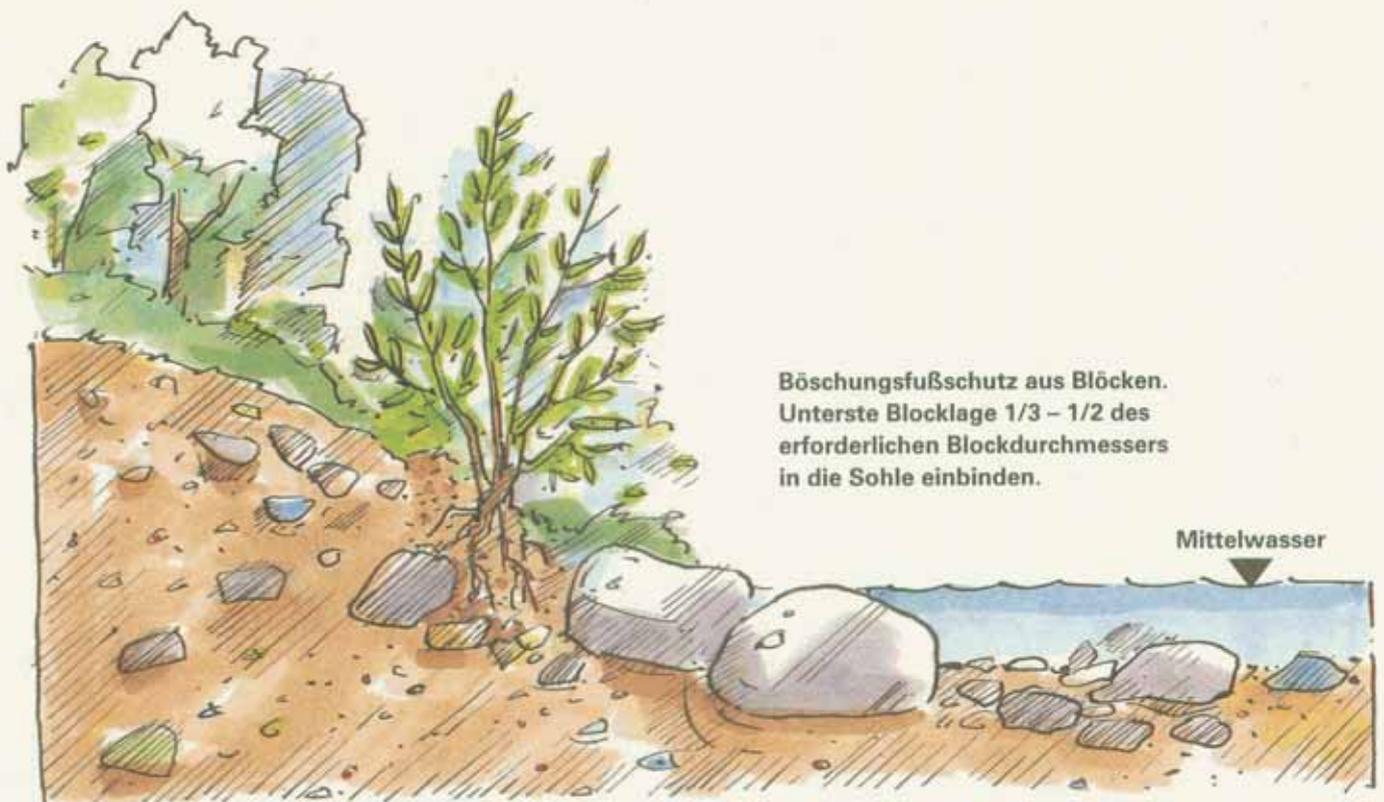
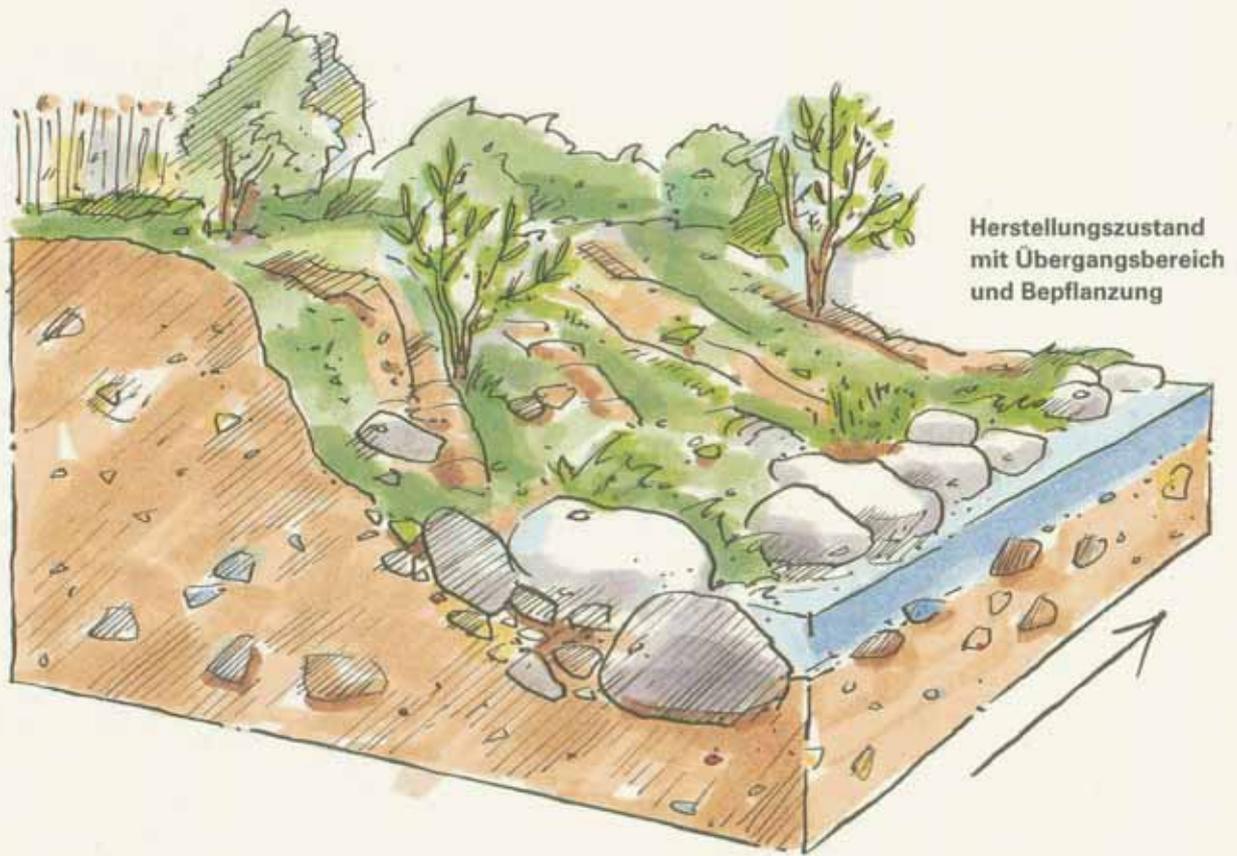
#### Textbausteine für Leistungsverzeichnis

##### Steinschüttung mit Asteinlage (DIN 19 657)

Böschung im Rohprofil herstellen (wird gesondert vergütet). Steinmaterial (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet) vom Ufer- bzw. Böschungsfuß bis zur Mittelwasserlinie in geforderter Stärke, s. Planangaben, einbauen. Schüttung am Böschungsfuß 0,3 – 0,5 m unter Sohlenniveau einbinden. Über der Mittelwasserlinie Terrasse, 0,3 – 0,5 m in die gewachsene Böschung reichend, mit mind. 10° Innenneigung anlegen. Aushub oberhalb lagern. Auf der Terrasse Buschlagen aus kreuzweise verschränkt verlegten Weidenästen 10 – 20 cm hoch packen, so daß diese 0,3 – 0,5 m über die Böschung hervorstehen. Terrasse mit Aushub verfüllen. Nach oben mit Steinschüttung um 1,0 bis 1,5 m fortfahren. Nächste Terrasse anlegen usw.. Höhe des zu sichernden Uferbereichs s. Planangaben. Alternativ zu Buschlagen während der Schüttung Steckhölzer einbringen. Im unteren Drittel der Böschung 3 – 5 Steckhölzer/m<sup>2</sup>, darüber 1 – 3 Steckhölzer/m<sup>2</sup>. Alternativ bei grobkörniger Schüttung Fugen mit Feinmaterial (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet) verfüllen.

- Feinmaterial = sandig-kiesige Substrate, humusarmer oder schwach humoser Boden (Humusgehalt unter 2 %)
- Weidenäste = lebende Äste mit allen Seitenzweigen, 1,0 – 1,5 m lang, nur bewurzelungsfähige Weiden (siehe Artenliste Baubeschreibung)
- Steckholz = lebende Äste, 3 – 8 cm stark und 0,4 – 0,6 m lang, nur bewurzelungsfähige Weiden (siehe Artenliste Baubeschreibung)
- Hinweise zur Gewinnung und Lagerung von lebenden Ästen beachten (siehe Baubeschreibung)
- Lieferung und Gewinnung von Weidenästen und Steckhölzern wird nicht gesondert vergütet
- Abgerechnet wird nach m<sup>2</sup> fertiggestellter Steinschüttung

## 5.14 Rähnenbauweise



Pflanzung in vorbereitete Pflanzlöcher

### Anwendungsbereich und Wirkungsweise

► In Bereichen mit ausreichenden Platzverhältnissen an Oberläufen von Wildbächen und Flüssen, wo grobe Gerölle natürlicherweise vorhanden sind. Bei Gewässerverlegungen zur Sicherung neu angelegter Ufer meist in Verbindung mit Maßnahmen zur Sohlsicherung (Sohlensaufbau aus Stützsteinen, Geröllen und Feinsediment oder Einbau von Querwerken).

► Sofort wirksamer, dauerhafter Schutz des Böschungsfußes durch gruppenweisen Einbau dicht beieinander liegender kubischer Blöcke. Durch Ausformung von Nischen und Buchten erhält man geschützte Pflanzplätze für Röhrichte und Gehölze. Bei richtiger Ausführung (keine überdimensionierten Blöcke!) ökologisch günstig, da vielgestaltige amphibische und aquatische Lebensräume entstehen.

### Kosten/Lohnkostenzeitwerte

► keine Anhaltswerte

### Hinweise zur Ausführung in Eigenregie bzw. Bauleitung/Bauüberwachung

► Erforderliche mittlere Blockgröße nach den maßgebenden Schubspannungen oder Fließgeschwindigkeiten herleiten. Ausführliche Einweisung und ggf. laufende Anleitung des ausführenden Betriebes zur Vermeidung eines massiven, monotonen Ausbaus notwendig. Materiallieferung, vor allem Größe und Form der Blöcke, laufend überwachen.

### Textbausteine für Leistungsverzeichnis

#### Rähnenbauweise

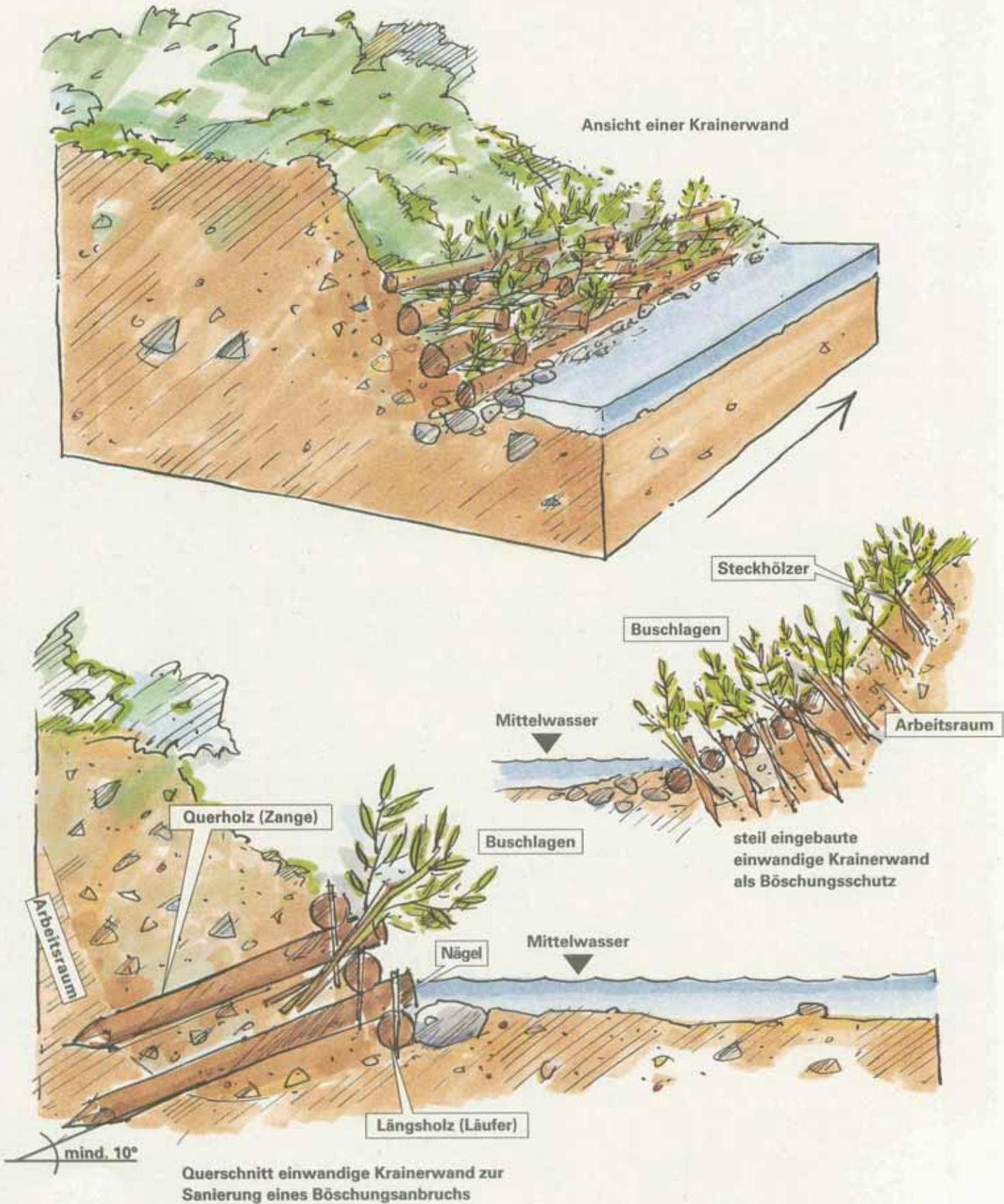
Böschung im Rohprofil herstellen (wird gesondert vergütet). Blöcke (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet) entlang des zu sichernden Ufers im Übergangsbereich Sohle/Böschung gruppenweise in ein bis zwei Reihen versetzen. Erste Reihe zu mind. 1/3 bis 1/2 des erforderlichen Blockdurchmessers in die Sohle einbinden. Wo vorgesehen, zweite Reihe (s. Planangaben) gegenüber der ersten Reihe leicht erhöht und auf diese gestützt einbauen. In unregelmäßigen Abständen von 4,0 – 8,0 m Blockreihen unterbrechen, so daß Nischen und Buchten entstehen. Zwischen Blockreihen und Böschung mit Verfüllmaterial (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet) so anschütten, daß ein gleichmäßiger Übergang entsteht.

Übergangsbereich nach Planangaben bepflanzen (wird gesondert vergütet). In Nischen und Buchten nach Planangaben Röhrichtballen pflanzen (wird gesondert vergütet).

► Verfüllmaterial = breitgestuftes, unsortiertes Gesteinsmaterial, das sowohl gröbere Blöcke als auch genügend Feinanteil aufweist (z.B. Körnungsband 1 bis 300 mm)

► abgerechnet wird nach gebautem lfm Rähnenbauweise, je gesicherter Uferseite

### 5.15 Krainerwand



**Synonym:** Holzgrünschwelle

#### **Anwendungsbereich und Wirkungsweise**

► Mit Pflanzen durchgrünte massive Holzkonstruktion zur Sicherung von Uferböschungen. Zur Stabilisierung von Auffüllungen und als tragende Konstruktion für gewässerbegleitende Wege und zur Abstützung bis ins Gewässer reichender Rutschhänge. Auch zur Herstellung übersteiler Böschungen unter beengten Verhältnissen. Als Längsverbau an Bächen und Flüssen mit Geschiebetrieb und Eisgang, punktuell zur Stabilisierung von Prallufem.

► Sofort wirksame, sehr stabile Bauweise. Die zunächst tragende Holzkonstruktion schützt die in das Bauwerk eingebrachten Pflanzen in der Anwuchsphase. Nach dem Anwachsen übernehmen die Wurzeln die Funktion des vermorschenden Holzes. Wirkt wegen der offenen Konstruktion in vernäbten und dadurch gleit- oder rutschgefährdeten Hängen drainierend.

#### **Kosten/Lohnkostenzeitwerte**

► Einwandige Ausführung aus Nadelrundhölzern in Rinde, Durchmesser 12 – 24 cm, mit 5 Längsholzlagen, mittlere Zangenlänge 1,5 – 2,0 m und Buschlagen 300,00 – 350,00 DM/lfm, doppelwandig wie vor 450,00 – 600,00 DM/lfm / einwandige Krainerwand wie vor ca. 100 min/lfm/Lage.

#### **Hinweise zur Ausführung in Eigenregie bzw. Bauleitung/Bauüberwachung**

► Arbeitsintensiv. Ausführliche Einweisung und ggf. laufende Anleitung des ausführenden Betriebes notwendig. Für die Holzkonstruktion nur geradschaftige, vollholzige Rundhölzer verwenden. Soll die Holzkonstruktion ihre tragende Funktion länger als 8 – 10 Jahre behalten, anstelle von Fichte/Tanne gut verkernte Douglasie, Lärche oder Kiefer verwenden (Haltbarkeit 15 – 25 Jahre). Krainerwand mit ausreichender Innenneigung (10 – 15°) bauen!

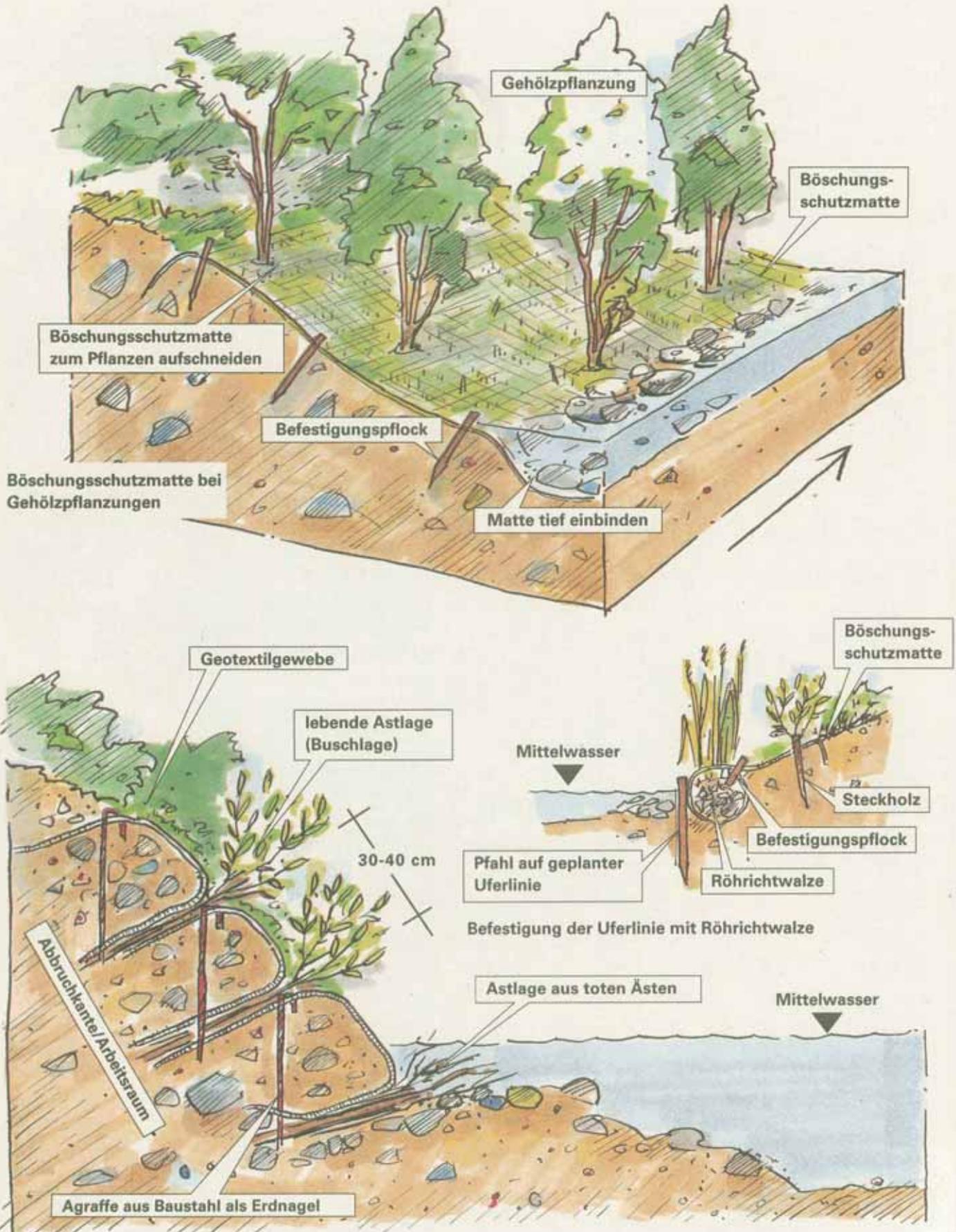
#### **Textbausteine für Leistungsverzeichnis**

##### **Krainerwand, einwandig**

Arbeitsraum durch wasserseitigen Leitdamm so schützen, daß Baubereich für den Einbau der ersten Holzlage kurzzeitig trocken liegt. Arbeitsraum herstellen: Dazu 30 – 50 cm unter Mittelwasser, bzw. 20 – 30 cm unter Sohlenniveau ein Planum mit 10 – 15° Innenneigung und 1,5 m Tiefe anlegen. Rückwand der Baugrube senkrecht zum Planum abtragen, gesamten Abtrag seitlich lagern. Erste Längsholzlage Vorderkante Planum auslegen. Aneinandersetzen von Längshölzern durch Verblatten. Für scherfeste Verbindung Balkenverbinder einsetzen. Darüber im Abstand von 1,5 – 2,0 m angespitzte Querhölzer legen und in die Rückwand der Baugrube eintreiben, dabei Innenneigung von 10 – 15° beibehalten. Zweite Längsholzlage 1/2 bis 1/1 Stammdurchmesser nach Innen versetzt verlegen, sauber in die vorher ausgeblatteten Querhölzer einpassen. Durch Nägel kraftschlüssige Verbindung zwischen Längs- und Querholz herstellen. Nächste Lage Querhölzer einbauen usw. bis fertige Bauwerkshöhe (s. Planangaben) erreicht ist. Krainerwand mit Abtrag lagenweise verfüllen, alternativ bis auf Mittelwasserhöhe mit Steinschüttung (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet). Während des Verfüllens unter der Mittelwasserlinie in die Zwischenräume der Vorderwand Astwerk darüber lagenweise Weidenäste zu 1/2 bis 2/3 ihrer Länge und mit 30-40° Innenneigung dicht an dicht einlegen.

- Längshölzer, Querhölzer = Rundholz mit Rinde (Fichte, Tanne, Douglasie, Lärche, Kiefer), Ø 12 – 28 cm, Längshölzer 4,0 – 5,0 m lang, Querhölzer, dünnteilig angespitzt, 2,5 m lang
- Nägel = Sparrennägel 260 mm, Balkenverbinder
- Weidenäste = lebende Äste mit allen Seitenzweigen, 1,0 – 1,5 m lang, nur bewurzelungsfähige Weiden (siehe Artenliste Baubeschreibung)
- Hinweise zur Gewinnung und Lagerung von lebenden Ästen beachten (siehe Baubeschreibung)
- Astwerk = unverwitterte, tote Äste, 1,0 – 1,5 m lang, von Laub- und Nadelhölzern
- Materiallieferung und Gewinnung von Weidenästen und Astwerk wird nicht gesondert vergütet
- Abgerechnet wird nach Anzahl der Längsholzlagen x gebautem lfm Krainerwand je gesicherter Uferseite

### 5.16 Geotextilbauweisen, Vegetationswalze



Neu aufgebaute Uferböschung mit fertig eingebauten Geotextilwalzen und lebenden Astlagen

**Synonym:** je nach Ausführung: Böschungsschutzmatte, Vegetationswalze, Geotextilwalze usw.

#### Anwendungsbereich und Wirkungsweise

► Breite Palette von Produkten mit vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten. Für naturgemäße Bauweisen kommen nur Gewebe aus Naturfasern wie Jute, Kokos oder Ramie (Handelsbezeichnung „Firon“) in Frage. Als Sofortschutz für leicht erodierbare Böden wie Oberbodenandeckungen, für Saaten, Röhrlichtballen- und Staudenpflanzungen.

► Sofort wirksamer Oberflächenschutz bzw. wirksame Stützkonstruktion. Die Gewebe sind elastisch, wasserdurchlässig und wirken armierend. Naturfasern verrotten vollständig.

#### Kosten/Lohnkostenzeitwerte

► Böschungsschutzmatte liefern und verlegen 12,00 – 18,00 DM/m<sup>2</sup>, Vegetationswalze ohne Röhrlichtgewinnung, Ø 40 cm, 90,00 – 150,00 DM/lfm, Böschungsschutzmatte verlegen ca. 10 min/m<sup>2</sup>, Vegetationswalze ohne Röhrlichtgewinnung, Ø 40 cm, ca. 60 min/lfm.

#### Hinweise zur Ausführung in Eigenregie bzw. Bauleitung/Bauüberwachung

► Schutzmatten müssen flach auf der Böschung aufliegen und gut fixiert werden. Am Böschungsfuß unter bzw. hinter der Böschungsfußsicherung in den Boden einlassen. Müssen Schutzmatten zum Pflanzen aufgeschnitten werden, nach dem Setzen Gewebe unbedingt verknoten.

#### Textbausteine für Leistungsverzeichnis

##### Jutegewebe als Böschungsschutzmatte verlegen

Jute-Erosionsschutzgewebe (Gewicht ca. 500 g/m<sup>2</sup>) auf Flächen mit Deckansaat an Prallufeln – soweit nicht anders gesichert – verlegen. Einbaubreite 1,22 m (= Rollenbreite). Das Gewebe muß flach auf dem Boden aufliegen und wird hinter der Böschungsfußsicherung in den Boden eingelassen. Befestigung mit Holzpflocken (3 – 4 Stck/m<sup>2</sup>), alternativ Agraffen (3 – 4 Stck/m<sup>2</sup>).

- Jute Erosionsschutzgewebe: Hersteller z.B. Firma ...
- Holzpflocke 0,3 m lang
- Agraffen aus Baustahl, U-förmig, 22 cm lang
- Materiallieferung wird nicht gesondert vergütet
- Abgerechnet wird nach lfm, alternativ m<sup>2</sup> Jutegewebe, je gesicherter Uferseite

##### Röhrlichtwalze

Fließgewässer im Rohprofil herstellen (wird gesondert vergütet). Entlang der Mittelwasserlinie einen Graben 40 cm breit, 40 cm tief ausheben, Aushub seitlich lagern. Gewässerseitig im Graben alle 1,0 – 1,5 m Holzpfahl bis etwa 10 cm über Mittelwasserlinie als Stabilisierung der Röhrlichtwalze einschlagen. Naturfasergewebe (100% Firon, Gewicht 270 g/m<sup>2</sup>) in den Graben einlegen, so daß Gewebe landseitig 20 cm über Grabenrand hervorsteht. Graben mit Aushub, je nach Größe der Röhrlichtballen (Gewinnung wird gesondert vergütet) zu 1/2 bis 2/3 verfüllen und darauf Röhrlichtballen dicht an dicht aufbringen. Naturfasergewebe landseitig um 0,5 m umschlagen und mit Holzpflocken (2 Stck/lfm), alternativ Agraffen (2 Stck/lfm) sichern.

- Naturfasergewebe: Hersteller z.B. Firma ... usw. wie oben

## 6 Kombinationsmöglichkeiten von naturgemäßen Bauweisen

| Naturgemäße Bauweise |                                      | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. | 13. | 14. | 15. | 16. |
|----------------------|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1.                   | Weidensteckhölzer (S. 26)            | X  | X  | X  | P  | X  | X  |    | X  | X  |     |     | X   | X   | X   | X   | X   |
| 2.                   | Weidenspreitlage (S. 28)             | X  |    |    | P  | X  |    | X  |    |    |     |     |     |     |     |     | X   |
| 3.                   | Fichtenspreitlage (S. 30)            | X  |    |    |    | X  |    | X  |    |    |     |     |     |     |     |     |     |
| 4.                   | Ihicken (S. 32)                      | P  | P  |    |    | P  | P  |    |    |    |     |     |     | P   |     |     |     |
| 5.                   | Faschinenwalze (S. 34)               | X  | X  | X  | P  |    | X  |    |    |    |     |     | X   |     |     |     |     |
| 6.                   | Weidenwippe (S. 36)                  | X  |    |    | P  | X  |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |
| 7.                   | Rauhbaum (S. 38)                     |    | X  | X  |    |    |    |    | X  | X  |     | X   | X   |     |     |     |     |
| 8.                   | Gitterbuschbauwerk (S. 40)           | X  |    |    |    |    |    | X  |    |    |     | X   |     |     |     |     |     |
| 9.                   | Packwerk (S. 42)                     | X  |    |    |    |    |    | X  |    |    |     |     |     |     |     |     |     |
| 10.                  | Pfahlbühnen (S. 44)                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |
| 11.                  | Buschbautraverse (S. 46)             |    |    |    |    |    |    |    | X  |    |     |     |     |     |     |     |     |
| 12.                  | Stummelbühnen (S. 48)                | X  |    |    |    | X  |    | X  |    |    |     |     |     |     |     |     | X   |
| 13.                  | Steinschüttung m. Asteinlage (S. 50) | X  |    |    | P  |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |
| 14.                  | Rähnenbauweise (S. 52)               | X  |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |
| 15.                  | Krainerwand (S. 54)                  | X  |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |
| 16.                  | Geotextilbauweisen (S. 56)           | X  | X  |    |    |    |    |    |    |    |     |     | X   |     |     |     |     |

P = Ihicken ist für diese Bauweise eine geeignete Pflegemaßnahme

## 7 Aufnehmbare Schubspannungen und mittlere Fließgeschwindigkeiten

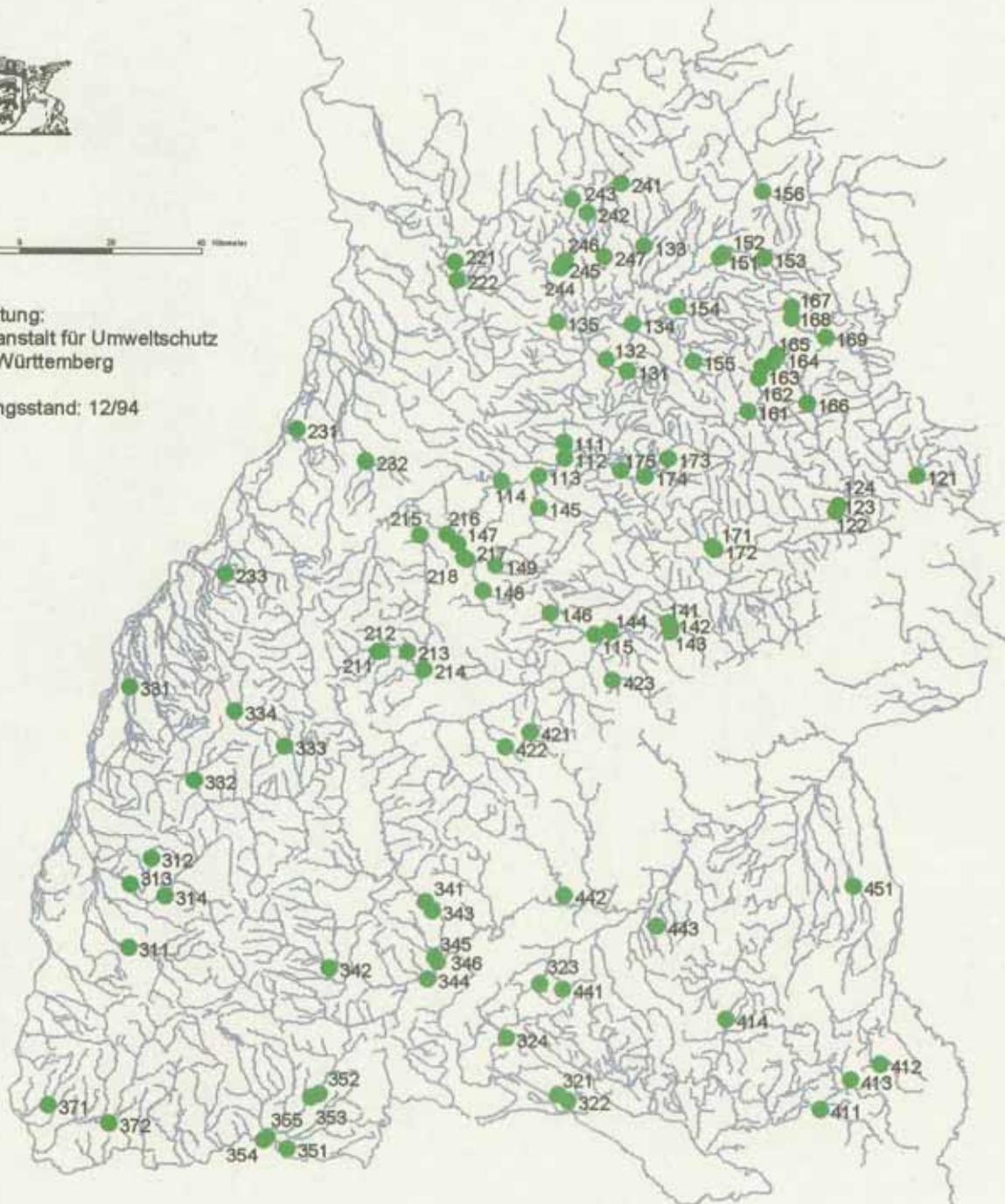
| Bauweise   | aufnehmbare<br>Schubspannung<br>N/m <sup>2</sup>           | aufnehmbare<br>Geschwindigkeit<br>m/s | Quelle  |
|--|--|---------------------------------------|---|
| Rasen  | 50 – 80<br>20  | --<br>--                              | EVED (1982)<br>Johannsen (1988)                                     |
| Rasen, kurze Überflutungszeit<br>lange Überflutungszeit                      | 20 – 30<br>15 – 18   | --<br>--                              | Begemann & Schiechtl (1986)   |
| Grassaat<br>Grassoden<br>Schotterrasen                                       | 40<br>> 60<br>30   | 1,8<br>> 3,5<br>1,5                   | Handbuch Wasser 2, Heft 25<br>(1996)                                |
| Röhrichtwalze  | 50   | --                                    | Begemann & Schiechtl (1986)   |
| Röhrichtwalze und -pflanzung   | 55 – 65  | 2,0 – 2,5                             | Handbuch Wasser 2, Heft 25<br>(1996)                                |
| Weidenfaschine, Senkfaschine,<br>Reisiglagen<br>Wurzeln von Weiden und Erlen | 60<br>60   | --<br>--                              | Johannsen (1988)  |
| Faschinen  | 60<br>70   | --                                    | Begemann & Schiechtl (1986)<br>Rössert (1988)                       |
| Faschinenwalze mit<br>ausschlagfähigen Weiden                                | 100 – 150  | 3,0 – 3,5                             | Handbuch Wasser 2, Heft 25<br>(1996)                                |
| Totfaschinen aus nicht<br>ausschlagfähigem Reisig                            | 70 – 100   | 2,5 – 3,0                             | Handbuch Wasser 2, Heft 25<br>(1996)                                |
| Weiden / Erlen   | 80 – 140   | --                                    | EVED (1982)   |
| Natursteinblöcke mit<br>Weidenstecklingen                                    | > 140  | --                                    | EVED (1982)   |
| Roterlenpflanzung mit Reisiglage   | 50 – 150   | --                                    | Johannsen (1982)  |
| Gesicherte Pflanzung   | 15 (Abnahme) bis<br>120 (3. Veg.)                          |                                       | Begemann & Schiechtl (1986)   |
| Weidenspreitlage<br>(ohne Böschungsfußsicherung)                             | 100 – 200<br>150 (1. Veg.) bis<br>300 (3. Veg.)<br>195-203 | --<br>--                              | Johannsen (1982)<br>Begemann & Schiechtl (1986)<br>Florineth (1995) |
| Weidenspreitlage<br>(mit Böschungsfußsicherung aus<br>Steinen)               | 298 – 465  |                                       | Florineth (1995)  |
| Faschinenwalze mit Spreitlage  | --   | 3,5 – 4,0                             | Handbuch Wasser 2, Heft 2<br>(1991)                                 |
| Fichtenspreitlage  | 60   |                                       | Johannsen (1988)  |
| Rauhbaum   | 40   |                                       | Begemann & Schiechtl (1996)   |
| Steinwurf mit Weidenstecklingen  | 100 – 150  | 3,0 – 3,5                             | Handbuch Wasser 2, Heft 25<br>(1996)                                |
| Rauhpackwerk mit Rollierung  | < 150  | 3,5 – 4,0                             | Handbuch Wasser 2, Heft 25<br>(1996)                                |
| großer Steinwurf   | 240  | --                                    | Rössert (1988)  |
| großer Steinsatz   | 150  | --                                    | Johannsen (1982)  |
| Rollierung (Kies 0 – 50 mm)<br>Steinwurf<br>großer Steinwurf                 | 70 – 100<br>100 – 150<br>> 150                             | 2,5 – 3,2<br>3,5 – 4,0<br>> 4,0       | Handbuch Wasser 2, Heft 25<br>(1996)                                |

## 8 Übersichtskarte der Ausführung naturgemäßer Bauweisen an Fließgewässern in Baden-Württemberg



Bearbeitung:  
Landesanstalt für Umweltschutz  
Baden-Württemberg

Erhebungsstand: 12/94



### Zeichenerklärung

● 141

Ordnungsziffer und Standort der erhobenen naturgemäßen Bauweisen  
-Gewässerbezeichnung und Bauweiserläuterung entsprechend nachfolgender Übersichtstabelle (S. 62)

## 9 Zusammenfassung und Ausblick

Die Anwendung naturgemäßer Bauweisen im Wasserbau hat in den vergangenen Jahren erfreulicherweise an Interesse gewonnen. Voraussetzung hierfür war die systematische Erfassung der vorliegenden Kenntnisse und die Weiterentwicklung der Baumethoden. Der zwischenzeitlich verbesserte Kenntnisstand bzw. die Aneignung praktischer Erfahrungen ist u.a. ein Ergebnis der durchgeführten Gewässernachbarschaften und der bereits erschienenen Publikationen der Wasserwirtschaftsverwaltung zum Thema naturgemäßer Bauweisen.



Abb. 30: Anbruch des Prallufers, gegenüber Uferbank. Naturnahe Gewässerstrukturen, die auch nicht mit naturgemäßen Bauweisen in ihrer Entwicklung eingeschränkt werden sollten (Aufn.: LfU 1995).



Abb. 31: Ein durch eigendynamische Entwicklung entstandenes neues Gewässerbett. „Lassen statt Machen“, „Ankaufen statt Reparieren“! (Aufn.: LfU 1995).

Das zwischenzeitlich novellierte Wassergesetz hat neue Voraussetzungen für die Verwendung naturgemäßer Bauweisen geschaffen. Stand bisher die Sanierung von Uferabbrüchen durch Maßnahmen der Gewässerunterhaltung im Vordergrund, legen die neuen rechtlichen Regelungen den Schwerpunkt auf die eigendynamische Entwicklung. Dies bedeutet, daß eine Sanierung von Uferabbrüchen nur in begründeten Ausnahmefällen zugelassen werden kann.

Naturgemäße Bauweisen können neben dem seither üblichen Einsatz zur Gewässerstabilisierung und -sanierung auch bewußt zur Initiierung der gewässereigenen Dynamik eingesetzt werden. Auf diesem Gebiet eröffnet sich für die kommenden Jahre ein sehr interessantes Erprobungsfeld.

Dem Anwender naturgemäßer Bauweisen wird mit der vorliegenden Veröffentlichung ein Nachschlagewerk zu den gebräuchlichen naturgemäßen Bauweisen im Wasserbau mit den jeweiligen Auswahlkriterien an die Hand gegeben. Auf der Grundlage der neuen rechtlichen Regelungen und dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand werden auch neue Perspektiven für die Verwendung naturgemäßer Bauweisen aufgezeigt.

## Übersichtsliste

| OZ  | Gewässer           | Gemeinde            | Kreis           | stabil      | stellenweise instabil | instabil |
|-----|--------------------|---------------------|-----------------|-------------|-----------------------|----------|
| 111 | Enz                | Besigheim           | Ludwigsburg     | WS          |                       |          |
| 112 | Enz                | Besigheim           | Ludwigsburg     | WST,RB      |                       |          |
| 113 | Enz                | Unterrixingen       | Ludwigsburg     | G,WST,WS    |                       |          |
| 114 | Enz                | Vaihingen           | Ludwigsburg     | WS          |                       | RB       |
| 115 | Glerns             | Schwieberdingen     | Ludwigsburg     | WS,F+,F,GEO | RB,SO                 |          |
| 121 | Killinger Bach     | Ellwangen           | Ostalb          | G,WST       | WS,FL,F               |          |
| 122 | Lein               | Abtismünd           | Ostalb          | G,RB,SO     |                       |          |
| 123 | Lein               | Abtismünd           | Ostalb          | G,RB,SO     |                       |          |
| 131 | Sulm               | Elshofen-Obersulm   | Heilbronn       | WST,STEL,SO |                       |          |
| 132 | Sulm/Weißenhofbach | Erfenbach-Eberstadt | Heilbronn       | WPF,F+      |                       |          |
| 133 | Seckach            | Adeisheim           | Neckar-Odenwald | WST,WPF,F+  |                       | WS,F     |
| 134 | Kocher             | Hardthausen         | Heilbronn       |             |                       |          |
| 141 | Trinkbach          | Kirchheim           | Esslingen       | WW          |                       |          |
| 144 | Aichtal            | Aichtal             | Esslingen       | F+,RB       | G,WS,F,GEO            |          |
| 145 | Aichtal            | Aichtal             | Esslingen       | WW,GEO      |                       |          |
| 146 | Seebach            | Schönaich           | Böblingen       | WW          | G,GEO                 | F        |
| 147 | Würm               | Ehningen            | Böblingen       | G,WS,F,WW   |                       |          |
| 149 | Rankbach           | Renningen           | Böblingen       |             |                       | GEO      |
| 151 | Jagst              | Krauthelm           | Hohenlohe       | WPF         |                       |          |
| 152 | Jagst              | Krauthelm           | Hohenlohe       | WPF,SO      |                       | G        |
| 153 | Jagst              | Muffingen           | Hohenlohe       | G           | R                     |          |
| 154 | Kocher             | Fichtenberg         | Hohenlohe       | WPF         |                       |          |
| 155 | Ohm                | Pfedelbach          | Hohenlohe       | WPF,RB      |                       |          |
| 156 | Tauber             | Bad Mergentheim     | Main-Tauber     | WST         |                       |          |
| 161 | Lanzengarten       | Rosengarten         | Schwäb. Hall    | G           |                       |          |
| 162 | Kocher             | Schwäbisch Hall     | Schwäb. Hall    | WST,WS      |                       |          |
| 163 | Kocher             | Untermünkheim       | Schwäb. Hall    | WPF         |                       | WST      |
| 165 | Kocher             | Braunsbach          | Schwäb. Hall    |             | WST                   |          |
| 166 | Steinbach          | Veilberg            | Schwäb. Hall    | G           |                       |          |
| 167 | Jagst              | Langenburg          | Schwäb. Hall    |             | WST                   |          |
| 171 | Rems               | Urbach              | Rems-Murr       | WS          |                       |          |
| 173 | Murr               | Oppenweiler         | Rems-Murr       | WPF,F       | G,WS                  |          |
| 174 | Murr               | Burgstetten         | Rems-Murr       | WS          | G,F                   |          |
| 175 | Murr               | Kirchberg           | Rems-Murr       | G,WPF,RB,SO |                       |          |
| 213 | Nagold             | Ebhausen            | Calw            |             | G,WS                  | F        |
| 214 | Nagold             | Nagold              | Calw            | G,WS,F,SO   |                       |          |
| 215 | Nagold             | Unterreichenbach    | Calw            | F           |                       |          |
| 216 | Würm               | Neuhausen           | Enzkreis        | RB          | G                     | WST      |
| 217 | Würm               | Weil d. Stadt       | Böblingen       |             | G                     | WST,F+   |
| 221 | Biddersbach        | Wiesensbach         | Heidelberg      | G,FL,PB     |                       |          |

| OZ  | Gewässer               | Gemeinde             | Kreis           | stabil            | stellenweise instabil | instabil |
|-----|------------------------|----------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|----------|
| 222 | Lobbach                | Mönchzell            | Heidelberg      | G,F               |                       |          |
| 231 | Alb                    | Karlsruhe            | Karlsruhe       | G,SO              |                       |          |
| 232 | Bocksbach              | Pfinztal             | Karlsruhe       | G,STEL            |                       |          |
| 233 | Sandbach               | Bühl-Sinzheim        | Karlsruhe       | STEL              |                       |          |
| 242 | Lautzenklingsbach      | Limbach              | Neckar-Odenwald | G,F               |                       |          |
| 243 | Wiesenbächle           | Fahrenbach-Robern    | Neckar-Odenwald | G,SO              |                       |          |
| 244 | Eiz                    | Mosbach              | Neckar-Odenwald |                   | WS                    |          |
| 245 | Eiz                    | Mosbach              | Neckar-Odenwald |                   | WS,F                  |          |
| 246 | Eiztal                 | Eiztal               | Neckar-Odenwald | G,FL              |                       |          |
| 311 | Weichentalbach         | Freiburg             | Freiburg        | WS,F,GEO          |                       | SO       |
| 312 | Brettenbach            | Freiamt              | Emmendingen     | WST,WS,STEL,GEO   |                       |          |
| 313 | Brettenbach            | Emmendingen          | Emmendingen     | FS,F,RB           |                       |          |
| 314 | Eiz                    | Waldkirch            | Emmendingen     | STEL              |                       | RB       |
| 321 | Riesenbergbach         | Allensbach           | Konstanz        | F,STEL,GEO        |                       | F,ST,RB  |
| 322 | Riederbach             | Gottmadingen         | Konstanz        |                   |                       | F        |
| 324 | Stockacher Aach        | Stockach             | Konstanz        | FL,ST             |                       | FL       |
| 333 | Wolfach                | Oberwolfach          | Ortenau         | WS                |                       |          |
| 334 | Rench                  | Oppenau              | Ortenau         | G,WST,WS,FS       |                       | GEO      |
| 341 | Prim                   | Spaichingen          | Tuttlingen      | RB                |                       | FL       |
| 342 | Breg                   | Wolterdingen-Bruggen | Rotweil         | FL,GEO            |                       |          |
| 343 | Prim                   | Spaichingen          | Tuttlingen      | WS,F+,F,WW,GEO,SO |                       |          |
| 344 | Weisenbach             | Immendingen          | Tuttlingen      |                   |                       | FL,RB    |
| 345 | Krähenbach             | Möhringen            | Tuttlingen      | WS,F,WW           |                       | GEO      |
| 346 | Krähenbach (Pilotpro.) | Möhringen            | Tuttlingen      | G,WST             |                       | F        |
| 351 | Hinterbach             | Küssenberg           | Waldshut        | FL,F,RB           |                       | WS       |
| 352 | Mauchenbach            | Eggingen             | Waldshut        | RB,SO             |                       |          |
| 353 | Wutach                 | Stühlingen           | Waldshut        | G,WST,SO          |                       |          |
| 355 | Wutach                 | Tiengen              | Waldshut        | SO                |                       |          |
| 371 | Feuerbach              | Efringen-Kirchen     | Lörrach         | RB,SO             |                       |          |
| 372 | Floßkanal              | Maulburg             | Lörrach         | G                 |                       |          |
| 411 | Obere Argen            | Argenbühl            | Ravensburg      |                   | F,RB,SO               |          |
| 413 | Untere Argen           | Argenbühl            | Ravensburg      |                   | WS                    |          |
| 421 | Steinlach              | Mössingen            | Tübingen        | STEL,SO           |                       |          |
| 422 | Krebsbach              | Bodelshausen         | Tübingen        | STEL              |                       |          |
| 423 | Erms                   | Metzingen            | Reutlingen      | STEL              |                       |          |
| 441 | Auenbach               | Sauldorf             | Sigmaringen     | WPF,STEL,GEO      |                       |          |
| 442 | Schmele                | Sigmaringen          | Sigmaringen     | G,FL              |                       | F,RB     |
| 443 | Krähenbach             | Herberingen          | Sigmaringen     | G                 |                       |          |
| 451 | Rot                    | Gutenzell-Hürbel     | Biberach        |                   | WST,F,RB              |          |

## Zeichenerklärung:

FS = Fichtenspreitlage  
 WS = Weidenspreitlage  
 WST = Weidenstecklinge  
 G = Gehölzpflanzung

FL = Flechtwerk  
 F = Faschinenwaize/lebend  
 F+ = Faschinenwaize/tot  
 WW = Weidenwippe

ST = Stangenverbau  
 RB = Rohbaum  
 PB = Pfahlbuhnen

STEL = Steinschüttung/lebend  
 SO = Sonstige

FS = Fichtenspreitlage  
 R = Röhrichpflanzung  
 GEO = Geotextil  
 SO = Sonstige

## Literaturhinweise

- ANDERMATT, E., 1992: Hochwasserentlastung und Sanierung. In: *Ingenieurbiologie*. Verein für Ingenieurbiologie, Zürich, S. 13-14.
- BEGEMANN, W., SCHIECHTL, H.M., 1986: *Ingenieurbiologie – Handbuch zum ökologischen Wasser- und Erdbau*. Bauverlag, Wiesbaden und Berlin.
- BEGEMANN, W., SCHIECHTL, H.M., 1994: *Ingenieurbiologie – Handbuch zum ökologischen Wasser- und Erdbau*. Bauverlag, Wiesbaden und Berlin.
- BUNDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (Hrsg.), 1993: *Ingenieurbiologische Bauweisen*, Studienbericht Nr. 4. Bern.
- DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU (DVWK), 1996: *Klassifikation überwiegend grundwasserbeeinflusster Vegetationstypen*. DVWK (Hrsg.), Schriften 112, Bonn.
- EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR STRABEN- UND FLUSSBAU (EASF, Hrsg.), 1973: *Lebendverbauung an Fließgewässern*. Bern.
- FLORINETH, F., 1982: Erfahrungen mit ingenieurbiologischen Maßnahmen bei Fließgewässern im Gebirge. *Inst. f. Wassergüte u. Landschaftswasserbau, TU Wien, Landwasserbau 3*, S. 243-260, Wien.
- FLORINETH, F., 1995: Weidenspreitlagen als Weg zur schnellen Uferbepflanzung und Sicherung. *Gesellschaft für Ingenieurbiologie, Mitteilungen 4*, S. 51-67. Aachen.
- FORSCHUNGSGRUPPE FLIESSGEWÄSSER, 1993: *Fließgewässertypologie: Ergebnisse interdisziplinärer Studien an naturnahen Fließgewässern und Auen in Baden-Württemberg mit Schwerpunkt Buntsandstein-Odenwald und Oberrheinebene*. Umweltforschung in Baden-Württemberg. Verlag Ecomed, Landsberg.
- GEITZ, P., 1995: *Naturnaher Wasserbau*. Ausbildungsförderwerk Garten, Landschafts- und Sportplatzbau e.V. (Hrsg.), Hefte zur Ausbildung 3. Bad Honnef.
- HOHMANN, J., KONOLD, W., 1995: *Renaturierung von Fließgewässern – Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung an der Enz in Pforzheim*. Umweltforschung in Baden-Württemberg. Verlag Ecomed, Landsberg.
- JOHANSEN, R., 1988: *Ingenieurbiologische Ufersicherung des Schwalbaches bei Ens Dorf im Saarland – Planung, Bauausführung und Entwicklung*. Jahrbuch 3 der Gesellschaft für Ingenieurbiologie. Verlag Sepia, Aachen.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LfU), 1993: *Arten- und Biotopschutzprogramm Baden-Württemberg*, Bd. 1, Rote Liste der Farne und Blütenpflanzen. Karlsruhe.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LfU), 1996a: *Naturnahe Bauweisen im Wasserbau*. Dokumentation und Bewertung am Pilotprojekt Enz/Pforzheim 1990 – 1995. *Handbuch Wasser 2*, Heft 25, Karlsruhe.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LfU), 1996b: *Rechtsgrundlagen der Gewässerunterhaltung*, Teil I Überblick. *Handbuch Wasser 2*, Heft 31, Karlsruhe.
- LARCHER, W., 1980: *Ökologie der Pflanzen auf physiologischer Grundlage*. Verlag Ulmer, Stuttgart.
- LAUTENSCHLAGER-FLEURY, D., E. (1994): *Die Weiden von Mittel- und Nordeuropa*. Verlag Birkhäuser, Basel.
- MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM, ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN BADEN-WÜRTTEMBERG (MLR), 1992: *Empfohlene Herkünfte forstlichen Vermehrungsgutes für Baden-Württemberg (Herkunftsempfehlungen)*. Stuttgart.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (UM), 1993: *Naturgemäße Bauweisen*. *Handbuch Wasserbau*, Heft 5, Stuttgart.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (UM), 1994: *Gehölze an Fließgewässern*. *Handbuch Wasserbau*, Heft 6, Stuttgart.
- OTTO, A., 1992: *Grundlagen und Grundsätze zur landschafts- und naturgerechten Lösung von Erosionsproblemen an Mittelgebirgsbächen*. In: *Naturnaher Wasserbau, Projekt Holzbach, Kreisverwaltung Neuwied (Hrsg.)*, S. 69-181.
- PFLUG, W., 1982: *Wasserschutzwald, Gewässerschutzwald, Uferschutzwald – eine Einführung in die Jahrestagung 1980 der Gesellschaft für Ingenieurbiologie e.V. in Mosbach/Baden*. In: *Ingenieurbiologie – Uferschutzwald an Fließgewässern*, Gesellschaft für Ingenieurbiologie Aachen, S. 9-16.
- RÖSSERT, R., 1981: *Hydraulik im Wasserbau*. Verlag Oldenbourg, München.
- SCHIECHTL, H.M., 1973: *Sicherungsarbeiten im Landschaftsbau*. Verlag Callwey, München.
- SCHIECHTL, H.M., 1992: *Weiden in der Praxis: Die Weiden Mitteleuropas, ihre Verwendung und ihre Bestimmung*. Verlag Patzer, Berlin, Hannover.
- ZER, H., 1993: *Ingenieurbiologische Bauweisen*. In: *Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Studienbericht Nr. 4*.

## Normblätter und Richtlinien

- DIN 18915, 1990: *Vegetationstechnik im Landschaftsbau*. Bodenarbeiten. Verlag Beuth, Berlin, Wien, Zürich.
- DIN 18916, 1990: *Vegetationstechnik im Landschaftsbau*. Pflanzen und Pflanzarbeiten. 8. Auflage, Verlag Beuth, Berlin, Wien, Zürich, 1994.
- DIN 18917, 1990: *Vegetationstechnik im Landschaftsbau*. Rasen und Saatarbeiten. 8. Auflage, Verlag Beuth, Berlin, Wien, Zürich, 1994.
- DIN 18918, 1990: *Vegetationstechnik im Landschaftsbau*. Ingenieurbiologische Sicherungsbauweisen. 8. Auflage, Verlag Beuth, Berlin, Wien, Zürich, 1994.
- DIN 19657, 1973: *Sicherung von Gewässern, Deichen und Küstendünen*. 5. Auflage, Verlag Beuth, Berlin und Köln.

**Veröffentlichungen der Reihe  
Handbuch Wasser 2 –  
Oberirdische Gewässer,  
Gewässerökologie ISSN 0946-0675**

| Titel  | Band | Jahr der<br>Heraus-<br>gabe | Preis<br>(falls<br>lieferbar)          | Titel   | Band | Jahr der<br>Heraus-<br>gabe | Preis<br>(falls<br>lieferbar) |
|--|------|-----------------------------|--|---|------|-----------------------------|-------------------------------|
| Gewässerkundliche Beschreibung<br>Abflußjahr 1990  | 1    | 1991                        | vergriffen                             | Morphologischer Zustand der Fließgewässer<br>in Baden-Württemberg<br>Auswertung und Interpretation der Ergebnisse<br>der Übersichtskartierung 1992/93               | 17   | 1995                        | 25,00 DM                      |
| Bauweisen des naturnahen Wasserbaus<br>Umgestaltung der Enz in Pforzheim   | 2    | 1991                        | 30,00 DM                               | Kontrolle des Japan-Knöterichs<br>an Fließgewässern<br>II. Untersuchungen zu Biologie und Ökologie<br>der neophytischen Knöterich-Arten                             | 18   | 1995                        | 30,00 DM                      |
| Gewässerentwicklungsplanung<br>– Leitlinien –  | 3    | 1992                        | 30,00 DM                               | Gesamtkonzept naturnaher Unterhaltung von<br>Fließgewässern<br>Möglichkeiten, Techniken, Perspektiven   | 19   | 1995                        | 15,00 DM                      |
| Übersichtskartierung der morphologischen<br>Naturnähe von Fließgewässern (Methode)<br>– Vorinformation –                           | 4    | 1992                        | 30,00 DM                               | Naturnaher Umgestaltung von Fließgewässern<br>Teil III: Dokumentation der Entwicklung<br>ausgewählter Pilotvorhaben, erste<br>Zwischenberichte der Erfolgskontrolle | 20   | 1995                        | 30,00 DM                      |
| Regionalisierung hydrologischer Parameter<br>für Niederschlag-Abfluß-Berechnungen<br>– Grundlagenbericht –<br>– Programmdiskette – | 5    | 1992                        | vergriffen<br>(50,00 DM)<br>(40,00 DM) | Umweltverträglichkeitsprüfung bei<br>Wasserbauvorhaben nach § 31 WHG<br>Leitfaden Teil III: Bestimmung des<br>Untersuchungsrahmens,<br>Untersuchungsmethoden        | 21   | 1995                        | 24,00 DM                      |
| Ökologie der Fließgewässer<br>Niedrigwasser 1991   | 6    | 1992                        | 40,00 DM                               | Schadstoffdatei Rhein<br>Dokumentation  | 22   | 1996                        | vergriffen                    |
| Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung<br>– Arbeitsanleitung –<br>– Programmdiskette –  | 7    | 1992                        | 50,00 DM<br>40,00 DM                   | Schadstofftransport bei Hochwasser<br>Neckar, Rhein und Donau im Januar 1995  | 23   | 1996                        | 30,00 DM                      |
| Verkrautung von Fließgewässern<br>Einflußfaktoren, Wechselwirkungen,<br>Kontrollmaßnahmen<br>– Literaturstudie –                   | 8    | 1993                        | vergriffen<br>(21,00 DM)               | Schwermetalle in den Sedimenten der<br>Fließgewässer Baden-Württembergs   | 24   | 1996                        | 15,00 DM                      |
| Gewässerkundliche Beschreibung<br>Abflußjahr 1992  | 9    | 1993                        | 30,00 DM                               | Bauweisen des naturnahen Wasserbaus<br>Dokumentation und Bewertung am Pilotprojekt<br>Enz/Pforzheim 1990-1995   | 25   | 1996                        | 21,00 DM                      |
| Kontrolle des Japan-Knöterichs<br>an Fließgewässern<br>I. Erprobung ausgewählter Methoden  | 10   | 1994                        | 30,00 DM                               | Entwicklung der Fließgewässerbeschaffenheit<br>– chemisch, physikalisch, biologisch –<br>Stand 1995 –   | 26   | 1996                        | 21,00 DM                      |
| Gewässerrandstreifen<br>Voraussetzung für die naturnahe Entwicklung<br>der Gewässer  | 11   | 1994                        | 30,00 DM                               | Das Abflußjahr 1994 – ein Hochwasserjahr  | 27   | 1996                        | 30,00 DM                      |
| Gewässerkundliche Beschreibung<br>Hochwasser Dezember 1993   | 12   | 1994                        | 25,00 DM                               | Pilotprojekt<br>„Konfliktarme Baggerseen (KaBa)“<br>– Statusbericht –   | 28   | 1997                        | 12,00 DM                      |
| Handbuch der stehenden Gewässer in<br>Baden-Württemberg<br>Regierungsbezirke Freiburg, Karlsruhe<br>und Stuttgart                  | 13   | 1994                        | vergriffen                             | Meßnetz-Zentrale<br>Meßnetzprogramm   | 29   | 1996                        | 30,00 DM                      |
| Handbuch der stehenden Gewässer in<br>Baden-Württemberg<br>Regierungsbezirk Tübingen   | 14   | 1994                        | vergriffen                             | Pappeln an Fließgewässern   | 30   | 1996                        | 30,00 DM                      |
| Übersichtskartierung des morphologischen<br>Zustands der Fließgewässer in<br>Baden-Württemberg 1992/1993                           | 15   | 1994                        | 25,00 DM                               | Rechtsgrundlagen der Gewässerunterhaltung<br>Teil I Überblick   | 31   | 1996                        | 15,00 DM                      |
| Umweltverträglichkeitsprüfung bei<br>Wasserbauvorhaben nach § 31 WHG<br>Leitfaden Teil I: Verfahren                                | 16   | 1994                        | vergriffen<br>(25,00 DM)               | Baggerseeuntersuchungen<br>in der Oberrheinebene<br>Auswertung der Sommerbeprobung 1994<br>und Frühjahrsbeprobung 1995  | 32   | 1997                        | 15,00 DM                      |
|  |      |                             |  | Nährstoff- und Schadstoffeinträge<br>in Baggerseen (Literaturstudie)  | 33   | 1996                        | 30,00 DM                      |
|  |      |                             |  | Biologische Freiwasseruntersuchungen<br>Rhein-Neckar-Donau<br>– Planktonentwicklung – Bioaktivitäten –<br>Stoffumsätze – 1994                                       | 34   | 1997                        | 12,00 DM                      |
|  |      |                             |  | Untersuchung der genotoxischen Wirkung von<br>Gewässern und Abwässern   | 35   | 1997                        | 18,00 DM                      |

| Titel  | Band | Jahr der<br>Heraus-<br>gabe | Preis<br>(falls<br>lieferbar) |
|--|------|-----------------------------|-------------------------------|
| <b>Dammcharten in Lockerbauweise bei Hochwasserrückhaltebecken</b>   | 36   | 1997                        | 24,00 DM                      |
| Ökologische Bewertung von Fließgewässern in der Europäischen Union und anderen Ländern (Literaturstudie)   | 37   | 1997                        | 15,00 DM                      |
| Saisonale, horizontale und vertikale Zooplankton-Verteilungsmuster<br>Eine Fallstudie für den Grötzingen Baggersee   | 38   | 1997                        | 12,00 DM                      |
| Methodologische Untersuchungen zur Ermittlung des Biochemischen Sauerstoffbedarfs des Sediments und des Wasserkörpers in den Baggerseen der Oberrheinebene | 39   | 1997                        | 12,00 DM                      |
| Biologische Freiwasseruntersuchungen in Rhein, Neckar, Donau.<br>Berichtsjahr 1995-1996  | 40   | 1997                        | 12,00 DM                      |
| Regionale Bachtypen in Baden-Württemberg<br>Arbeitsweisen und exemplarische Ergebnisse an Keuper- und Gneisbächen  | 41   | 1997                        | 36,00 DM                      |
| Statistische Untersuchung langfristiger Veränderungen des Niederschlags in Baden-Württemberg   | 42   | 1997                        | 27,00 DM                      |
| Studie über ökohydraulische Durchlaßbauwerke für regulierbare Hochwasserrückhalteräume   | 43   | 1998                        | 18,00 DM                      |
| Gewässerentwicklung in Baden-Württemberg<br>Teil II Gewässerentwicklungskonzept<br>- Loseblattsammlung -   | 44   | 1998                        | in<br>Vorbereitung            |
| Die Reihe „Handbuch Wasser 2“ wird unter der Bezeichnung „Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie“ fortgesetzt.  |      |                             |                               |
| Rauhe Rampen in Fließgewässern   | 45   | 1998                        | 27,00 DM                      |
| Gewässergeometrie  | 46   | 1998                        | 27,00 DM                      |

