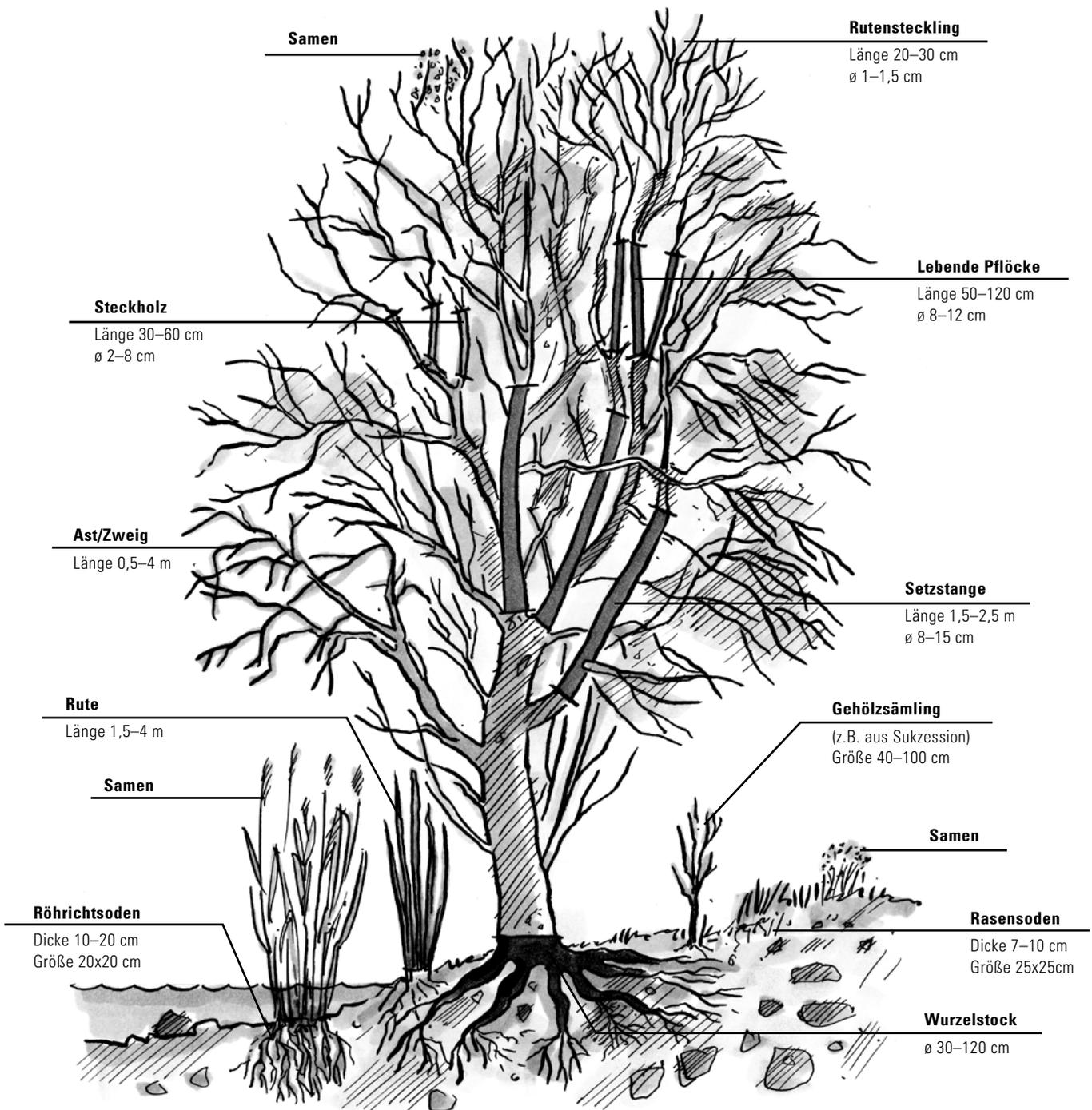


Ingenieurbiologische Bauweisen an Fließgewässern, Teil 3

Arbeitsblätter für die Baustelle



Baumaterialien – Gewinnung von Lebendmaterial (verändert nach STOWASSER 2011)

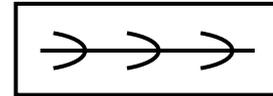
Diese Arbeitsblätter sind Teil einer dreiteiligen Publikation bestehend aus:

- Leitfaden
- Steckbriefe
- **Arbeitsblätter**

Der Leitfaden liefert Informationen zu ingenieurbioologischen Bauweisen, die Steckbriefe stellen durchgeführte Maßnahmen in Baden-Württemberg dar, wasserfeste Arbeitsblätter mit Detail-Zeichnungen dienen der Bau-phase im Gelände. Die vollständige Publikation, sowie ihre einzelnen Teile, können über die WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung in Printform oder digital bezogen werden.

Inhaltsverzeichnis

1. Faschine	4
2. Spreitlage	6
3. Raubbaum	8
4. Wurzelstock	10
5. Bühnenfelder und Einzelbühnen	12
6. Steckholz	14
7. Setzstange	16
8. Krainerwand (Holzgrüschwelle)	18
9. Vegetationswalze	20
10. Bepflanzte Böschungsschutzmatte	22
11. Lahnung	24
Impressum/Bildnachweis	27



Plansymbol

1. Faschine

Faschinen sind entweder aus lebenden Weidenruten (Weidenfaschine, lebende Uferfaschine) oder aus Zweigen nicht austriebsfähiger Gehölzarten (Totfaschine) zusammengebundene Astbündel. Lebendfaschinen können bei Mangel an Lebendmaterial mit bis zu 70% totem Astwerk im Faschinenkern hergestellt werden. Faschinen werden zum Schutz der Gewässerufer im Bereich der Wasserwechselzone eingesetzt. (Vgl. Leitfaden, Kapitel 4.1)

BAUMATERIALIEN:

• Rutenmaterial

Ausschlagfähige, 2-6 m lange Weidenäste mit allen Seitenzweigen sowie Ruten anderer, ausschlagfähiger Gehölzarten; bis 6 cm Ø nicht ausschlagfähige, möglichst lange und reich verzweigte Äste beliebiger Holzarten zur Herstellung toter oder zur Beimischung in lebenden Faschinen.

• Pfähle

Entweder aus lebendem Weidenmaterial oder aus beliebigen Gehölzarten geschnittene Pfähle, je nach Bodenbeschaffenheit ca. 0,6-1,2 m lang und 4-8 cm Ø, ca. 1 St./lfm. Bei kiesigem Grund dünne Pfähle aus Hartholz (Robinie) verwenden.

• Verbindungsmaterial

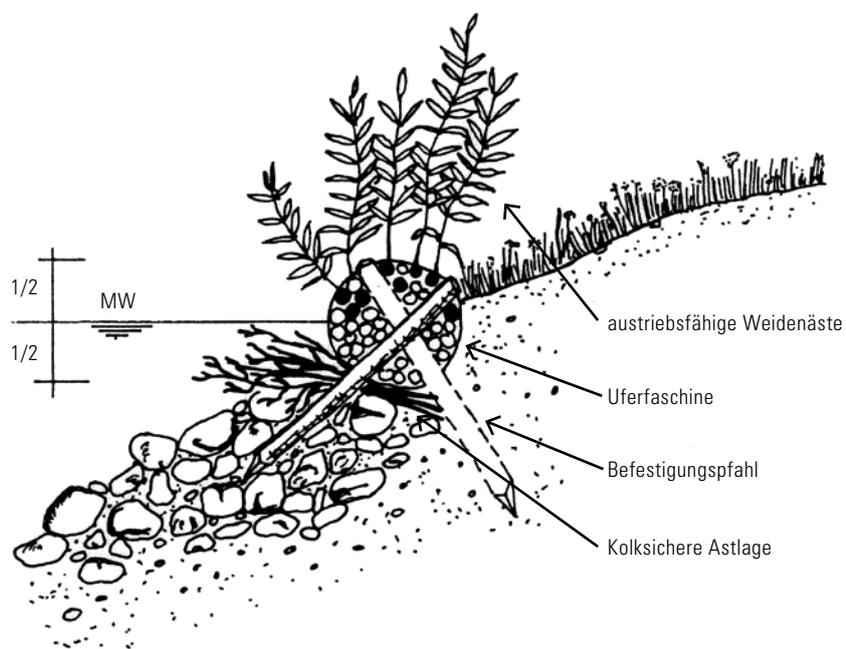
Geglühter Eisendraht, weich/elastisch, 3 mm Ø; Weicheisen ist ohne gewässerschädliche Verzinkung.

• Hilfsmittel

Herstellung der Faschinen mit Hilfe eines Faschinenbocks; Spanngurte zum Verdichten der Äste verwenden.

HÄUFIGE FEHLER:

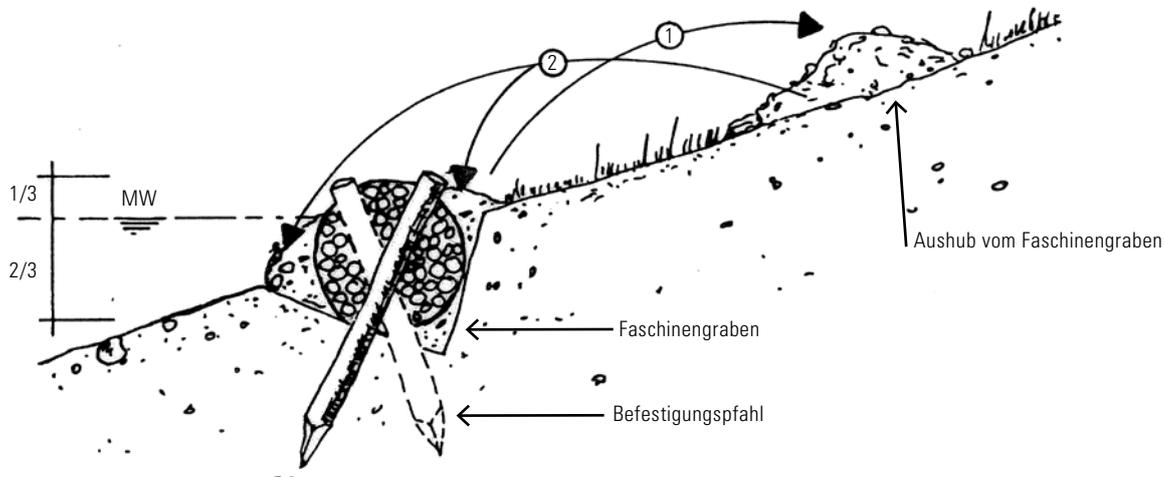
- fehlende Sorgfalt bei Gewinnung, Transport, Lagerung und Zubereitung des Weidenmaterials. Falsche Eile bei der Herstellung und mangelndes Wissen über die Bedürfnisse der Pflanzen
- Erstellung von Faschinen mit zu wenig verzweigten bzw. zu dickem Holzmaterial, und nicht dicht genug gepackt. Entstehende Hohlräume reduzieren den Uferschutz.
- zu dünner, spröder Draht, zu wenig straffes Zusammenbinden
- Mangelnde Fixierung im Untergrund durch zu wenige, zu kurze oder nicht tief genug eingeschlagene Pfähle



Eingebaut lebende Faschine mit Austrieb auf zusätzlicher Astlage

ARBEITSBLATT FASCHINE (B)

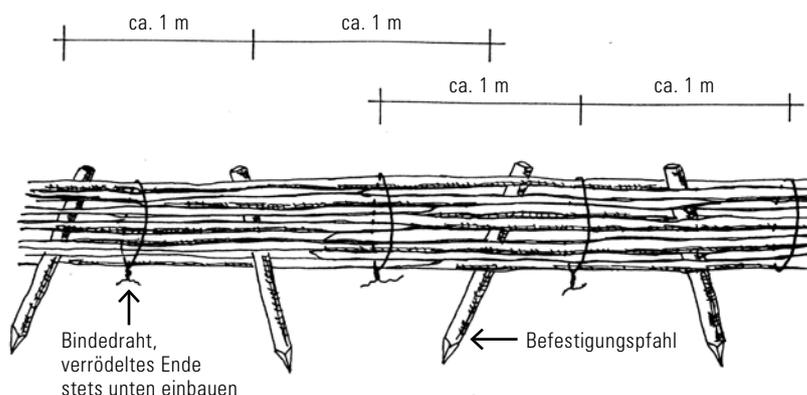
ACHTUNG: Bei Arbeiten am und im Gewässer sind die Bestimmungen zum Arbeits- und Unfallschutz sowie zur Verkehrssicherung unbedingt zu beachten (s. Kapitel 4 im Leitfaden).



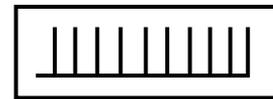
Bauablauf beim Einbau einer Faschine

BAUBESCHREIBUNG:

1. Beim Bau einer Faschine die Weidenäste und das Astwerk mit der Basis mal rechts mal links in einen Faschinenbock schichten, so dass eine Faschine mit 2-6 m Länge und 0,2-0,4 m Ø gebunden werden kann.
2. Die Weidenäste im oberen Drittel der Faschine einschichten. Faschine straff mit einem Seil (oder Spanngurte) zusammenziehen und alle Laufmeter fest mit Draht binden. Bei lebenden Faschinen muss mindestens 1/3 des Astmaterials aus Weidenästen bestehen.
3. Am Böschungsfuß entlang der Mittelwasserlinie einen Graben anlegen, in welchen die Faschine etwa bis zur Hälfte bis max. zwei Drittel ihres Durchmessers im Boden bzw. unter Mittelwasser eingebaut werden kann.
4. Faschinen in Graben einlegen. Aneinander gesetzte Faschinen mit den Enden fest ineinander stoßen (Verzahnung!) oder mind. 15-20 cm dachziegelartig überlappen lassen.
5. Verlegte Faschinen alle Laufmeter je nach Untergrund mit kreuzweise schräg durch die Faschine eingeschlagenen Pfosten fixieren.
6. Faschine mit Grabenaushub hinter- und überfüllen, so dass die Hohlräume zwischen den Ästen gut gefüllt sind.
7. Zum Schutz gegen Wellenschlag und Unterspülung, besonders bei feinkörnigen Uferböden, die Faschine auf eine Astlage legen, deren Zweigspitzen 20-50 cm weit vor der Faschine in das Gewässer ragen.



Geeignete Pflock- und Bindeabstände



Plansymbol

2. Spreitlage

Eine Spreitlage ist eine Deckbauweise, bei der austriebsfähige (Weidenspreitlage) und nicht austriebsfähige Ruten oder Reisig (Fichtenspreitlage) auf eine Böschung gelegt und befestigt werden, um Böschungen vor Wasser- und Winderosion zu schützen. (Vgl. Leitfaden, Kapitel 4.2)

BAUMATERIALIEN:

- **Weidenmaterial**

Ausschlagfähige, möglichst lange und gerade, ca. 2-5jährige Äste und Ruten von schmalblättrigen Strauch-, selten auch Baumweiden. Länge entsprechend der Böschungshöhe, nicht unter 150 cm. Je nach Aststärke 10-30 Äste je Laufmeter Böschung auslegen. Bei Mangel an lebenden Weidenruten können bis zu 50% tote Ruten beliebiger Gehölzarten beigemischt werden. Materialgewinnung möglichst aus Beständen der näheren Umgebung (standort- und arealtypische Pflanzen).

- **Pfähle**

Entweder aus lebendem Weidenmaterial oder aus beliebigen Gehölzarten geschnittene Pfähle, je nach Bodenbeschaffenheit ca. 0,6-1,2 m lang und 4-8 cm Ø, ca. 1-2 St./m²

- **Querstangen**

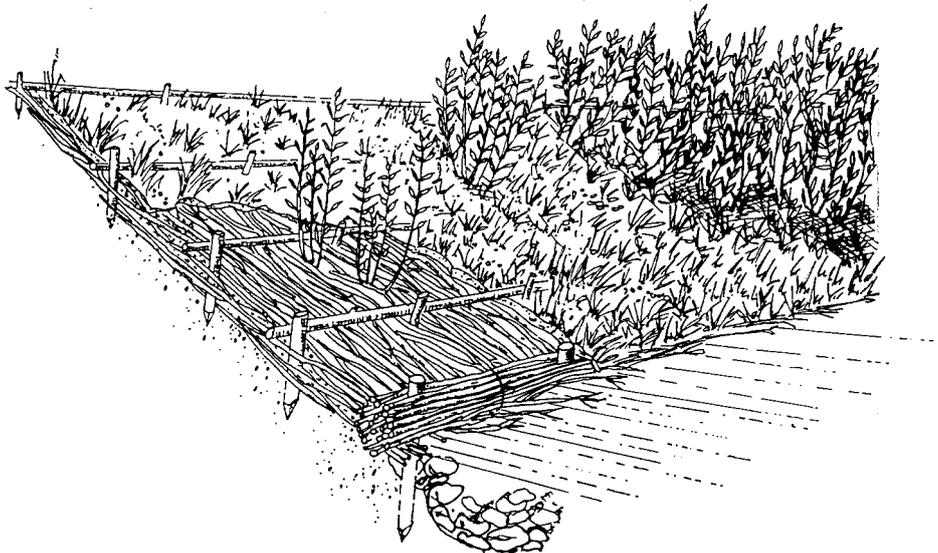
Material wie Pfähle, Länge ca. 3-5 m, 4-8 cm Ø

- **Verbindungsmaterial**

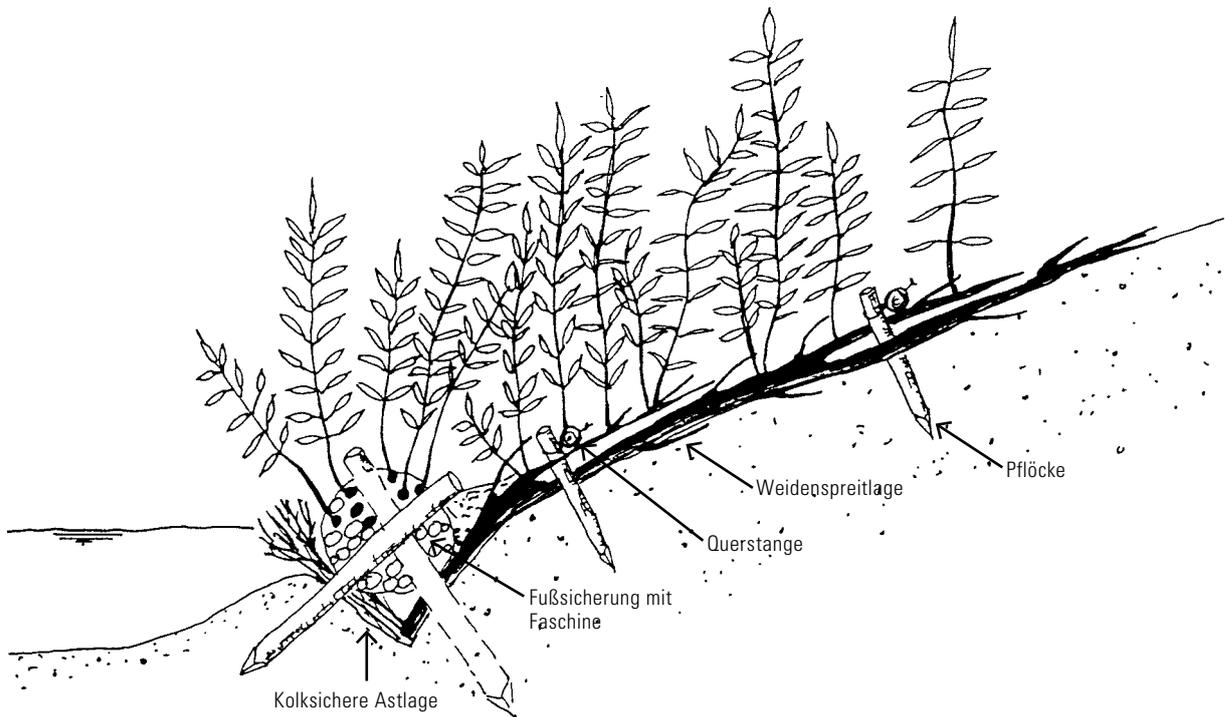
Geglühter Eisendraht (weich und elastisch), ca. 3 mm Ø, seltener stabile geflochtene Kokosstricke

HÄUFIGE FEHLER:

- Unsachgemäße Gewinnung von lebendem Weidenmaterial, insbesondere bei Transport und Lagerung. Zu große Eile bei der Herstellung und mangelndes Wissen über die Bedürfnisse der Pflanzen führt zu schwerwiegenden Fehlern, die über das Gelingen der gesamten Maßnahmen entscheiden kann.
- Spreitlagen werden nicht dicht genug ausgelegt, so dass große, ungeschützte Böschungflächen bleiben. Hier kann Hochwasser, besonders wenn es kurz nach Fertigstellung auftritt, zu unter- und freispülen der Äste führen.
- Unzureichende Drahtbefestigung der Querstangen an den Haltepfählen, wodurch sich die gesamte Spreitlage löst und bei Hochwasser davonschwimmen kann.
- Fehlen einer zuverlässigen Fußsicherung der Spreitlagenäste. Die Fußmaschine muss zwingend fest an die Spreitlagenäste gedrückt und fixiert werden, damit keine Ausspülung erfolgt.



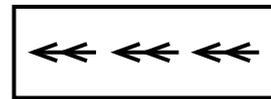
Spreitlage mit Querstangen- und Steinfußsicherung mit fortschreitender Vegetationsentwicklung



Spreitlage mit Faschine als Fußsicherung mit beginnender Vegetationsentwicklung

BAUBESCHREIBUNG

1. Böschung im Rohprofil herstellen. Bei Rohprofilierung beachten, dass die Spreitlage 20-30 cm auf die Böschung aufträgt.
2. Am Böschungsfuß über die gesamte Länge der Spreitlage einen 20-30 cm unter die Mittelwasserlinie reichenden Graben (= Fußgraben) anlegen.
3. In die vorbereitete Böschung Pflöcke aus Nadelholz in böschungsp parallelen Reihen, senkrecht zur Böschungsoberfläche, standfest bis ca. 0,4 m über Oberfläche einschlagen. Abstand der Pflöcke ca. 0,8-1,2 m. Abstand zwischen den Pflöckereihen ca. 1 m.
4. 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 Spreitlagen anschließen, so dass die Zweigspitzen der unteren Lage die Fußenden der nächst höheren Reihe mindestens 50 cm überdecken.
5. Spreitlagenfuß sichern: mit Faschinenwalze, alternativ 1-lagige Weidenwippe oder Steinschüttung aus anstehendem Geröll.
6. Die Querstangen oberhalb der Pflöcke auf die Spreitlage legen, und mittels weichem Eisendraht (mind. 3 mm Ø) mit 8er Schlaufen fest an die Pflöcke binden. Nach Fertigstellung aller Verbindungen die Pflöcke gefühlvoll nachschlagen, bis die Querstangen die Spreitlage fest an den Boden andrücken. Überstehende Pflöckenden eine Handbreite über dem Draht absägen.
7. Spreitlage mit Boden andecken: Boden in die Hohlräume zwischen den Ästen füllen, so dass die obersten Ruten gerade noch sichtbar sind.
8. Spreitlagen aus nicht austriebsfähigem Astmaterial dienen nur der vorübergehenden Böschungssicherung. Zwischen die Spreitlagenäste gepflanzte Gehölze müssen rechtzeitig die Sicherung der Böschung übernehmen können, da die toten Spreitlagenäste schnell verrotten und die Böschung der Erosion preisgeben.



Plansymbol

3. Raubaum

Raubäume werden aus gefälltten Nadelbäumen als Totholzbauweise, insbesondere punktuell, eingesetzt, um die Gewässerstruktur aufzuwerten oder Uferabbrüche zu sanieren. Die Wipfel der Bäume liegen stromabwärts. Es können auch Raubaumketten (mehrere Bäume hintereinander) eingebaut werden.

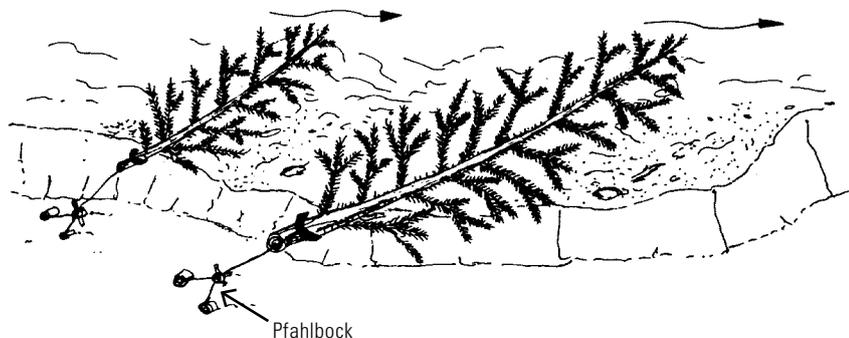
Sorgfältiges Eingraben und Anschütten des Stammendes mit Erde-/Steinmaterial, sowie zuverlässiges Befestigen gegen Abschwemmen bei Hochwasser sind existenziell wichtig und müssen nach Fertigstellung immer wieder geprüft werden. (Vgl. Leitfaden, Kapitel 4.3.1)

BAUMATERIALIEN:

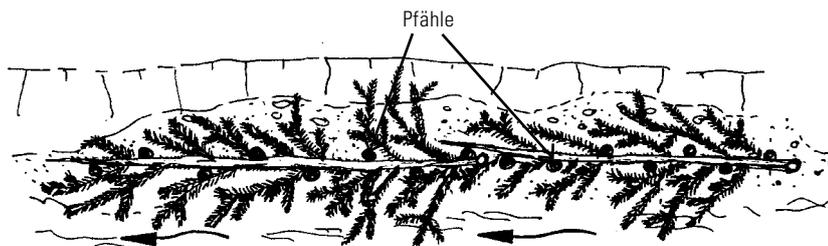
- **Raubäume**
Dicht benadelte Fichten, Tannen oder Douglasien, Länge entsprechend dem Verwendungszweck, 3-10 m
- **Pfähle**
Stabile Totholzpfähle, Länge entsprechend der möglichen Einschlagtiefe, 8-15 cm Ø
- **Verbindungsmaterial**
Geglühter Eisendraht (3-5 mm Ø), Stahlseile (3 mm Ø), Seilklemmen und andere Befestigungsteile

HÄUFIGE FEHLER:

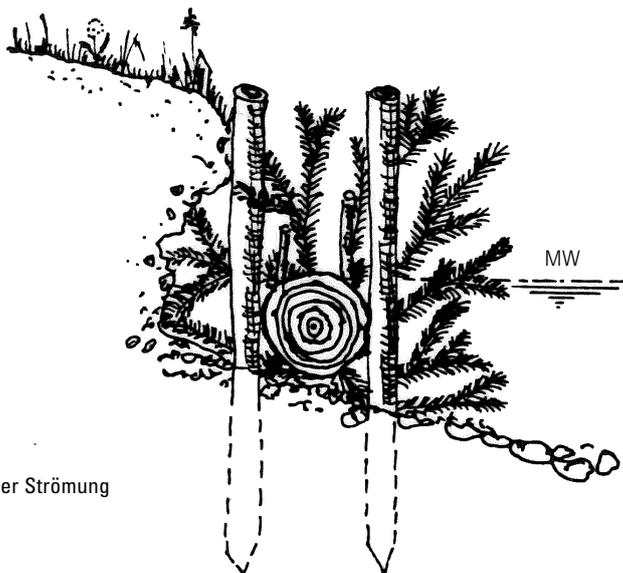
- keine oder nur unzureichende Befestigung und Einbindung in die Uferböschung
- unterlassene Kontrolle der Befestigungselemente, dadurch Gefahr von Abschwemmen bei Hochwasser



Raubäume vom Ufer abgehängt



Raubaumkette mit Pfahlreihen



Raubaum zur Beruhigung der Strömung vor einem Abbruchufer

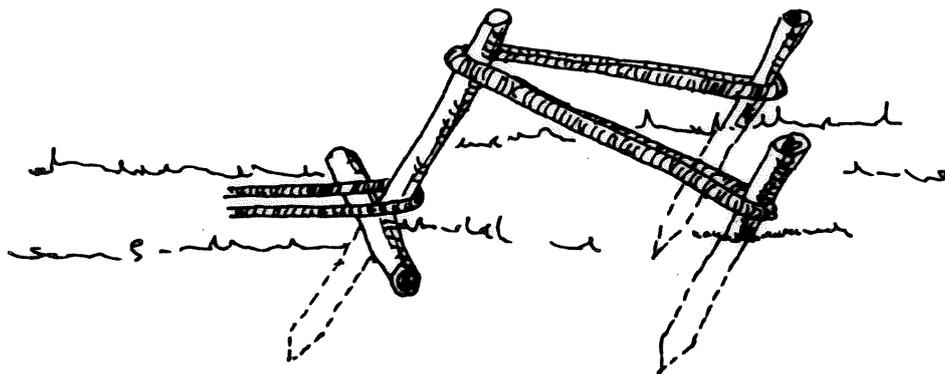
BAUBESCHREIBUNG:

Raubaum mit Pfahlreihen

1. Uferabbruch oder Kolk oberstrom beginnend mit Raubäumen sichern. Dazu ersten Raubaum mit dem Gipfel in Fließrichtung ins Wasser bringen und mit Stammachse nach der herzustellenden Uferlinie ausrichten.
2. Links und rechts des Stammes Pflöcke jeweils im Abstand von 0,6-1 m so einschlagen, dass der Raubaum fest zwischen der Pfahlreihe klemmt und mit dem Reisig dicht an der Gewässersohle aufliegt. Weitere Raubäume mit 1/4 bis 1/5 Überlappung zum vorherigen Baum anschließen, bis herzustellende Uferlinie geschlossen ist.
3. Pfähle etwa auf Höhe der zu erwartenden Auflandung kappen. Alternativ bei tiefen Uferabbrüchen und Kolken (Mittlere Wassertiefe > 0,5-0,8 m) in der Pfahlreihe zwei oder mehr Raubäume übereinander legen.
4. Dazu entlang der herzustellenden Uferlinie durchgehende, doppelte Pfahlreihe, Abstand in der Reihe 1-1,5 m, einschlagen. Abstand gegenüberliegender Pfähle so, dass Raubäume gerade dazwischen geklemmt werden können.
5. Nach Bedarf weitere Pfähle einschlagen, so dass Raubäume nicht aufschwimmen können. Alternativ Raubäume mit Steinen beschweren und versenken oder mit Draht fixieren.

Raubaum vom Ufer abgehängt

1. Stahlseil etwa 0,5 m oberhalb Stammfuß am Raubaum anschlagen.
2. Seilende an einem rückwärtig fest am Ufer verankerten Pfahl oder Pfahlblock so befestigen, dass der Raubaum bei Hochwasser aufschwimmen kann. Seillänge so bemessen, dass der Raubaum mit Stammfuß am Ufer oberhalb Mittelwasserlinie aufliegt.
3. Raubaum am Seil hängend ins Wasser legen. Weitere Raubäume Kronenrand an Kronenrand einbringen, bis Anbruch zu etwa 80% geschlossen ist.



Pfahlbock zum Befestigen von Raubäumen am Ufer



Plansymbol

4. Wurzelstock

Die Entsorgung von großen Wurzelstöcken gerodeter Bäume ist oft sehr teuer. Im naturnahen Wasserbau werden diese wertvollen Strukturelemente nicht entsorgt, sondern sinnvoll wiederverwendet.

Wurzelstöcke werden insbesondere an Fluss und Seeufern mit geringer Strömungs- und Wellenbelastung als Totholzbauweise punktuell einzeln oder zu mehreren eingesetzt, um die Gewässerstruktur aufzuwerten. Eine entsprechende Befestigung ist durchzuführen, damit bei Hochwasser keine Abdrift erfolgen kann.

Kombination mit lebenden Bauweisen ist sinnvoll, um langfristig eine stabile Gewässerstruktur- und Lebensraum- aufwertung zu erreichen. (Vgl. Leitfaden, Kapitel 4.3.2)

BAUMATERIALIEN

- **Wurzelstöcke**

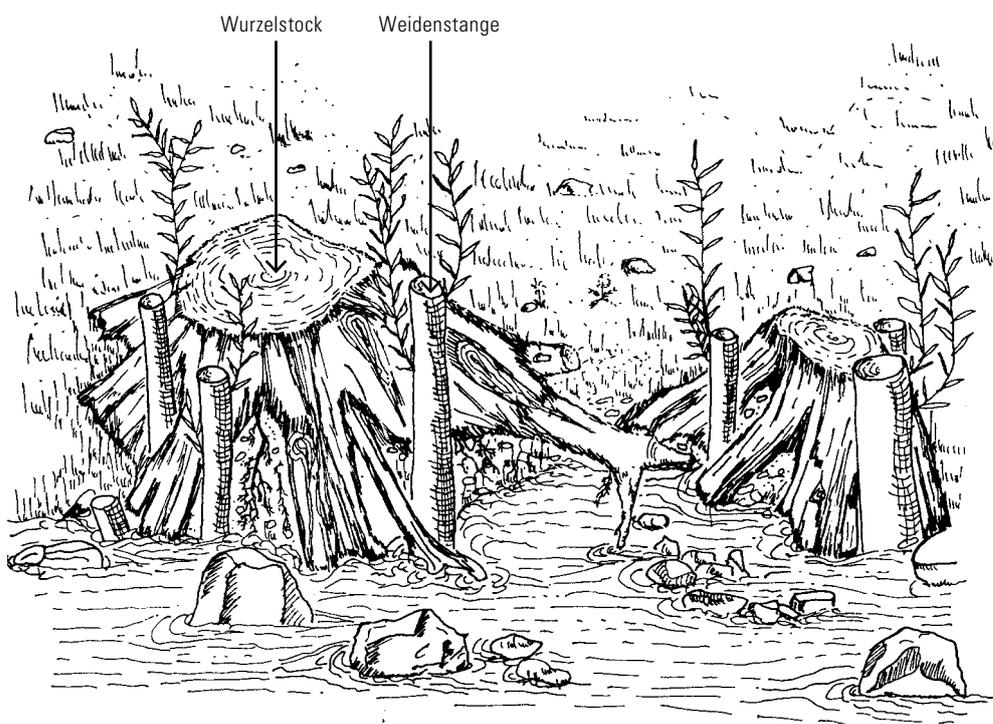
Auf der Baustelle anfallende Wurzelstöcke beliebiger Baumarten (außer Robinien, die gerne wieder anwachsen und nicht gewässertypisch sind) in unterschiedlichen Größen. Wurzelstöcke von vitalen Weiden, Erlen, Eschen und Haselnüssen können nach Einbau wieder austreiben und neue Ufergehölze bilden.

- **Befestigungsmaterial**

Austriebsfähige Weidenstangen, 1-2 m lang, 4-12 cm Ø, sowie bei Bedarf weitere Pfähle oder Stahlstäbe. Eventuell größere Steine zum Beschweren verwenden.

HÄUFIGE FEHLER:

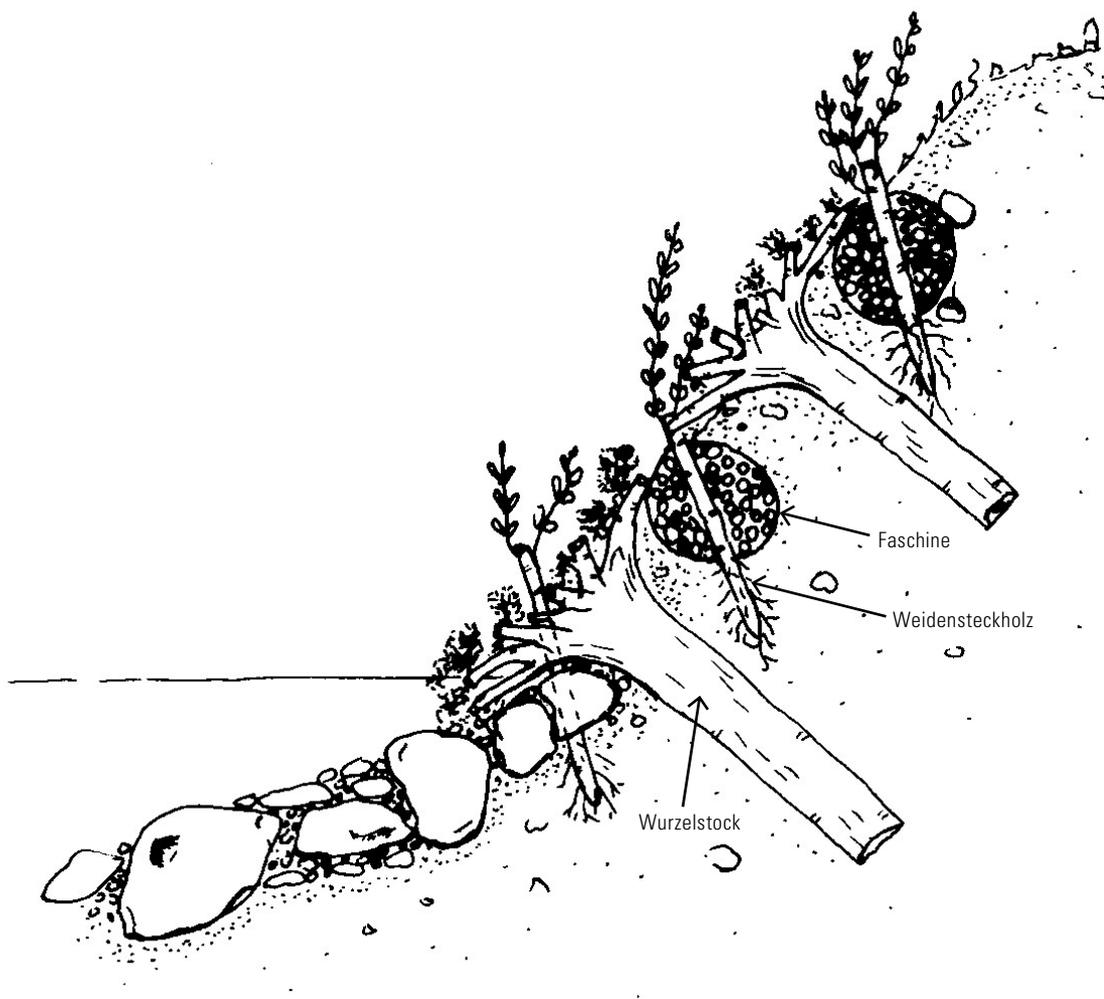
- keine oder unzureichende Befestigung und Einbindung in die Uferböschung
- Sorgfältiges Eingraben, Anschütten mit Erd-/Steinmaterial und zuverlässiges Befestigen gegen Abschwemmen und Auftreiben bei Hochwasser sind von zentraler Bedeutung und müssen nach Fertigstellung immer wieder geprüft werden.



Am Ufer eingebaute Wurzelstöcke mit Weidenstangen

BAUBESCHREIBUNG:

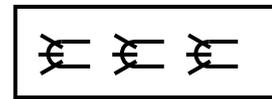
1. Je nach Bedarf werden unterschiedlich große Wurzelstöcke nach Angabe der Bauleitung rückwärtig in die Uferböschung eingebunden und mittels geeigneten Pflöcken (auch austriebsfähige Weidenstangen) zwischen kräftigen Wurzeln stramm befestigt.
2. Anschließend wird der Wurzelstock mit Siebschutt überschüttet, so dass dieser gut eingebettet ist.
3. Beidseitig der Wurzelstöcke sind stabilisierende Bauweisen (z.B. Faschinen) einzubauen, so dass der Wurzelstock bald eingewachsen und stabilisiert wird.



Wurzelstöcke zur Ufer-/Böschungssicherung in Kombination mit Faschinen und kräftigen Weidensteckhölzern



Plansymbol Buhnenfeld



Plansymbol Einzelbuhne

5. Buhnenfelder und Einzelbuhnen

Buhnen sind Bauwerke, die vom Ufer aus meist inklinant (stromaufwärts), rechtwinklig, oder deklinant (stromabwärts) errichtet werden, um den Stromstrich vom Ufer abzulenken. Sie dienen der Ufersicherung und der Initiierung der Gewässerdynamik. Bei beidseitiger Verwendung können sie zur Einengung des Querprofils eingesetzt werden.

Buhnen werden aus Faschinen, Pfahlreihen, Flechtwerken (teilweise kombiniert mit Buschlagen), Packwerken, Raubäumen, als begrünter Steinsatz und anderem gebaut. Mehrere Buhnen können zu Buhnenfeldern ausgebildet werden. Weitere Buhendarstellungen und Beschreibungen sind im Leitfaden zu finden, s. Kapitel 4.4.

BAUMATERIALIEN:

Pfahlbuhnen

- **Pfähle**

Je nach Bedarf lebende oder tote Holzpfähle; Länge 1-3 m, 5-15 cm Ø

Flechtwerkbuhnen

- **Flechtmaterial**

Möglichst langes, biegsames, austriebfähiges Astwerk von 2-5jährigen Weiden. Im Unterwasserbereich können andere, nicht austriebfähige Hölzer verwendet werden (z.B. Haselnuss).

- **Pfähle**

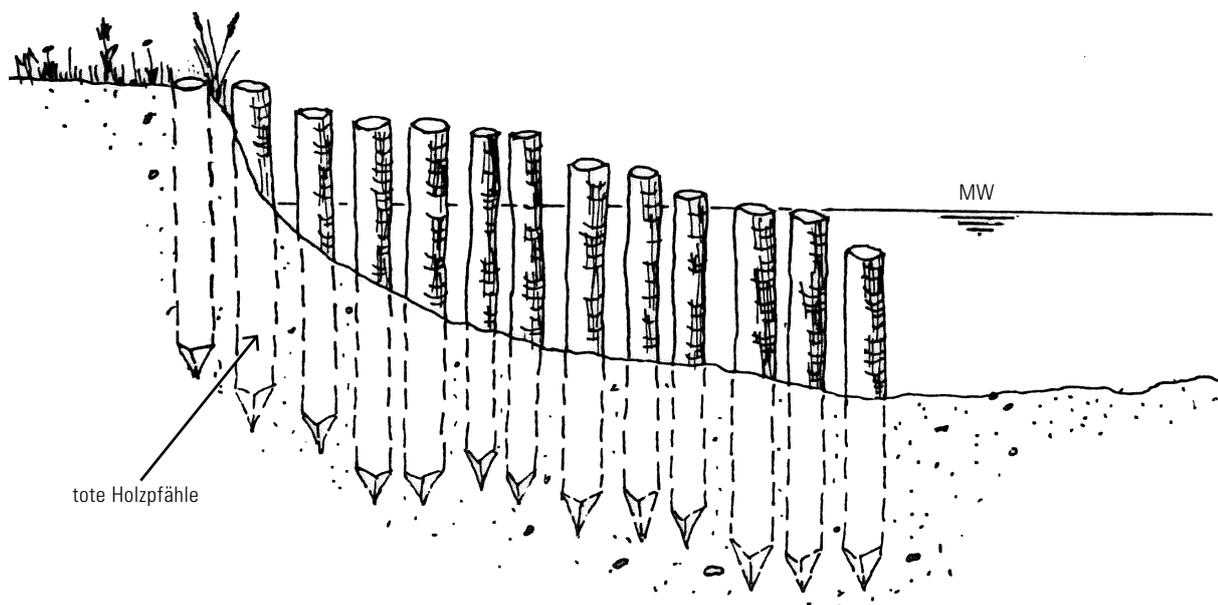
Je nach Bedarf lebende oder tote Holzpfähle; (lange haltbar: Eiche, Robinie, Douglasie, Lärche); Länge 1-3 m, 5-15 cm Ø.

- **Befestigungsmaterial**

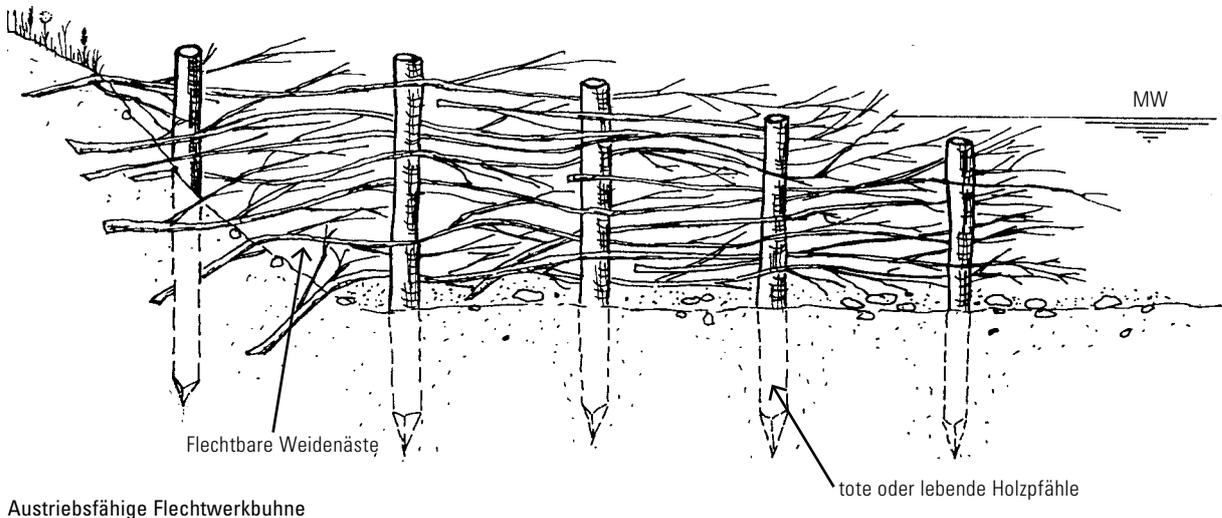
Ggf. geglühter Eisendraht für Verspannungen 3-4 mm Ø; sowie Ufersubstrat als Verfüllmaterial

HÄUFIGE FEHLER:

- **Bei Pfahlbuhnen:** Oft zu geringe Einbindung in Sohle und Ufer, so dass die Pfähle der Strömung langfristig nicht widerstehen und wegkippen. Häufig schlechtes Holzmaterial und dadurch schnell faulende Pfähle.
- **Bei Flechtwerkbuhnen:** Oft zu geringe Einbindung der Pflöcke und Äste in Sohle und Ufer, Flechtwerk



Nicht austriebsfähige Pfahlbuhne



Austriebsfähige Flechtwerkbuhne

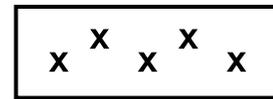
BAUBESCHREIBUNG:

Pfahlbuhnen

1. Stromaufwärtig beginnend Reihen aus Holzpfählen vor dem zu sichernden Bereich in Uferböschung und Gewässersohle standfest einschlagen.
2. 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.
3. Abstand der Buhnen ungefähr gleich Gewässerbreite bzw. das 1 bis max. 2,5fache der Buhnenlänge.
4. 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 Gewässermite abfallen.
5. 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.
6. Bei geringer Sedimentführung Buhnenfelder uferseitig mit Verfüllmaterial (gebietstypische Böden, Kiese oder Schotter) auffüllen.

Flechtwerkbuhnen

1. Lebende oder tote Holzpfähle im Abstand von 40-60 cm vom Ufer zum Wasser hin abfallend einschlagen.
2. Weidenruten bis zur gewünschten Höhe um die Pfähle flechten, immer wieder zusammendrücken oder in entstandene Hohlräume zwischenflechten, Rutenende gut ins Ufer einbinden (evtl. dazu Schlitz herstellen).
3. Zur besseren Stabilität können zwei Flechtreihen v-förmig eingebaut werden, so dass am Ufer ca. 50-100 cm Abstand ist. Der dreiecksförmige Zwischenbereich kann mit Kies/Schotter und Ästen stabil verfüllt werden.



Plansymbol

6. Steckholz

Steckhölzer sind bewurzelungsfähige Äste bzw. Stangen austriebsfähiger Gehölze, die in den Boden eingebracht werden, um langfristig mit den Wurzeln das Ufer oder die Böschung zu sichern.

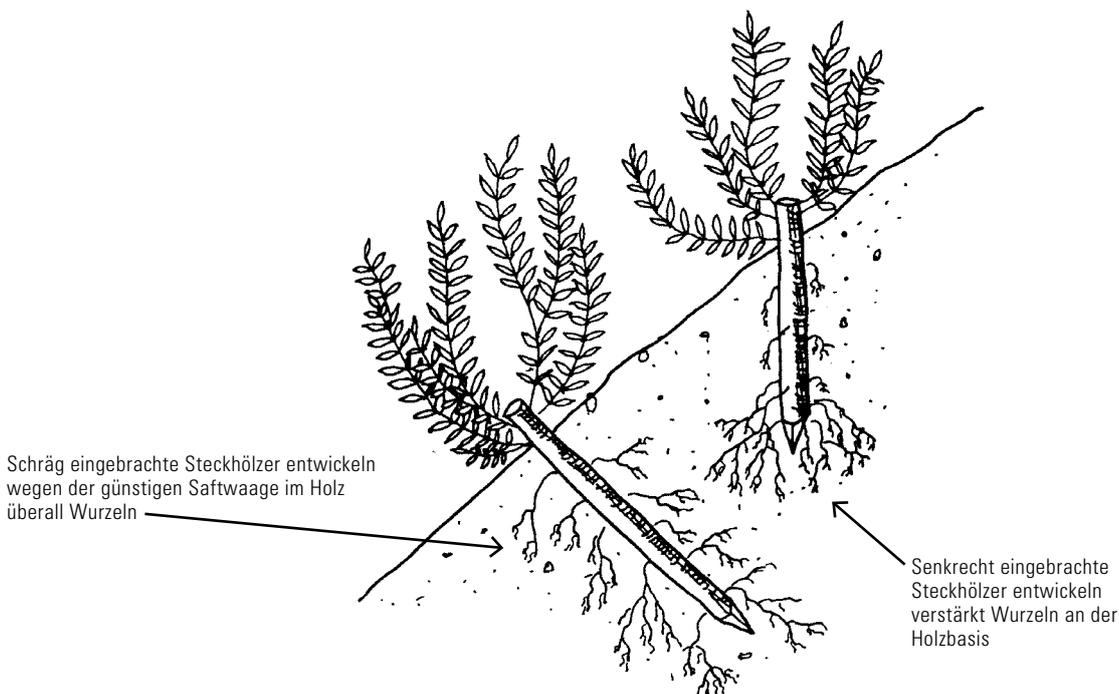
Der Einsatz von Steckhölzern ist eine einfach durchzuführende Bauweise zur Entwicklung eines Weidensaums ohne sofortige Schutzwirkung. Oft werden Steckhölzer in Kombination mit anderen Bauweisen Böschungsschuttmatten angewendet. (Vgl. Leitfaden, Kapitel 4.5.1)

BAUMATERIALIEN:

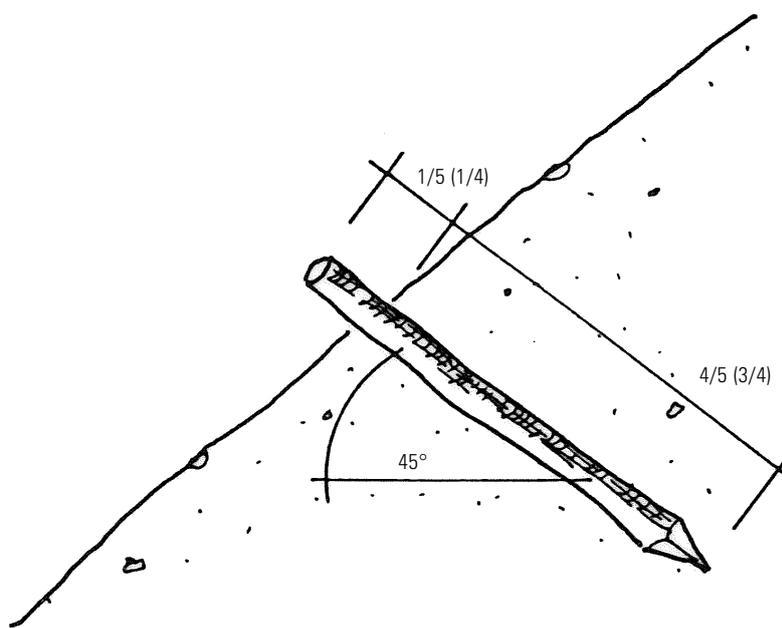
Unverzweigte, gesunde ein- und mehrjährige Triebe von 2-8 cm Ø und je nach Dicke und Einschlagtiefe 30-60 cm Länge. Je dicker das Material, umso weniger leicht vertrocknet es. In der Praxis haben sich wegen dem günstigen Verhältnis von Volumen zu Rindenoberfläche Hölzer mit ca. 2,5-4 cm Ø (mind. Ø einer 2 EUR Münze) sehr gut bewährt. Es sind alle Weidenarten bis auf die Salweide (*Salix caprea*) geeignet: diese wurzelt schlecht und nicht überall am Holz, sowie viele andere Gehölzarten wie Schwarzpappel, Liguster, Haselnuß.

HÄUFIGE FEHLER:

- Verwendung ungeeigneter, nicht gebietseigene Weidenarten
- unsachgemäße Bearbeitung der Steckhölzer: ausgefranzte Schnittflächen, Rindenverletzungen, Quetschungen oder Schäden beim Einschlagen
- kaum oder kein Kontakt der Steckhölzer zum anstehenden Boden, besonders beim Einbau in grobkörnigem Material wie Steinschüttungen
- Steckhölzer ragen zu weit aus dem Boden heraus
- Einbau der Hölzer entgegen der natürlichen Wuchsrichtung. Hier hilft beim Schneiden der Steckhölzer eine farbige Markierung mit Sprühfarbe (z.B. grün = oben), oder man schneidet die obere Seite gerade, die untere Seite dagegen schräg an. So gibt schon das Einschlagen die richtige Richtung vor.



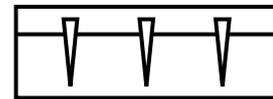
Steckhölzer mit beginnendem Austrieb (unterschiedliche Wurzelbildung)



Steckholz fachgerecht eingebaut

BAUBESCHREIBUNG:

1. Wurzelseitig angespitzte, unverzweigte Weidenhölzer in einem Winkel von 45-90° zur Böschungsoberfläche mindestens 3/4-4/5 ihrer Länge in den Boden einschlagen.
2. In schweren Böden mit Locheisen vorbohren. Der Querschnitt der vorgebohrten Löcher darf nicht größer sein als der größte Durchmesser des zu setzenden Steckholzes!
3. Böschungen ab Mittelwasserlinie nach oben wie folgt bestecken: Böschungsfuß bis Böschungsmitte 3-5 Steckhölzer/m², Böschungsmitte bis Böschungsoberkante 1-3 Steckhölzer/m².
4. Da die Hölzer oft aus Unkenntnis verkehrt herum eingebaut werden, wird das obere Ende schon beim Zurichten gerade, das untere Ende dagegen deutlich schräg abgeschnitten.
5. Nach dem Stecken Steckholz allseitig fest antreten.
6. Das eingebaute Steckholz knapp über der Bodenoberfläche (2-4 cm) mittels Astschere oder Baumsäge (keine Motorsäge!) sauber kreisrund abschneiden.



Plansymbol

7. Setzstange

Setzstangen sind starke, bewurzelungsfähige Äste bzw. Stangen austriebsfähiger Gehölze, die in den Boden eingebracht werden, um langfristig mit den Wurzeln das Ufer oder die Böschung zu sichern.

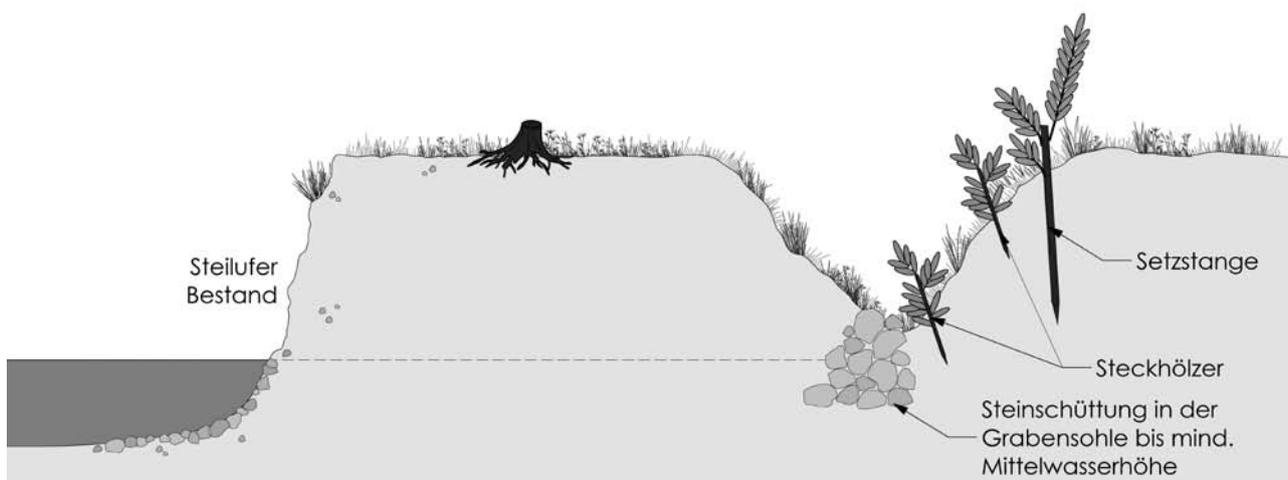
Setzstangen sind dicker und länger als Steckhölzer. Sie werden daher insbesondere an Steilufern als prophylaktischer Uferschutz, der nicht sofort stabilisiert, oder als lebende Zäune eingesetzt. Die Entwicklung eines standortgerechten Weidensaums als zukünftige Ufersicherung wird angestrebt. (Vgl. Leitfaden, Kapitel 4.5.2)

BAUMATERIALIEN:

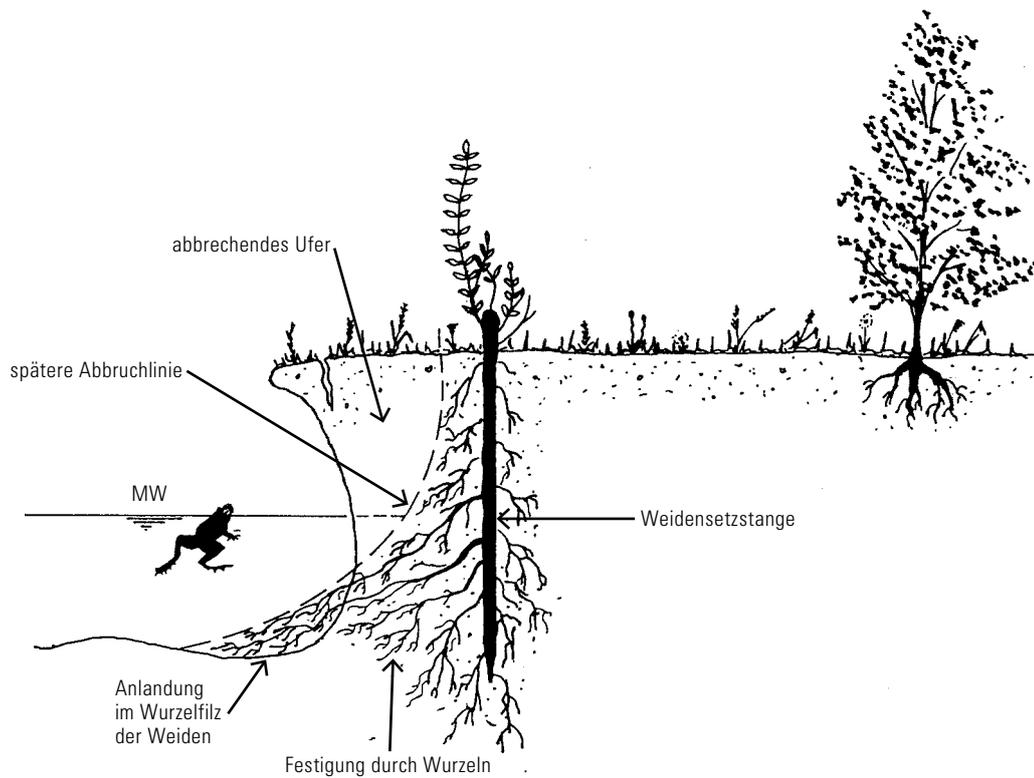
Stangenartige, geradschäftige Weidenhölzer von 1,5-2,5 m Länge, 8-15 cm Ø

HÄUFIGE FEHLER:

- Verwendung ungeeigneter, nicht gebietseigener Weidenarten
- unsachgemäße Bearbeitung der Setzstangen: ausgefranzte Schnittflächen, Rindenverletzungen, Quetschungen oder Schäden beim Einschlagen
- kaum oder kein Kontakt der Setzstangen zum anstehenden Boden, besonders beim Einbau in grobkörnigem Material wie Steinschüttungen
- der im Boden befindliche Anteil der Setzstangen ist zu kurz
- Einbau der Stangen entgegen der natürlichen Wuchsrichtung. Hier hilft beim Schneiden der Setzstangen eine farbige Markierung mit Sprühfarbe (z.B. grün = oben), oder man schneidet die obere Seite gerade, die untere Seite dagegen schräg an. So gibt schon das Einschlagen die richtige Richtung vor.



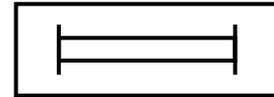
Schlafende Ufersicherung mit Weidensteckhölzern und -setzstangen



Verwendung von Weidensetzstangen als zukünftige Erosionsgrenze

BAUBESCHREIBUNG:

1. Lebende, möglichst gleichmäßig gewachsene Weidensetzstangen, Länge 1,5-2,5 m mit 8-15 cm Ø werden hinter der zukünftigen Abbruchkante in vorgebohrte Löcher zu mindestens 2/3 ihrer Länge vorsichtig eingeschlagen (maschinell mittels Kompressor mit Vorsatzrohr).
2. Das untere Stangenende sollte dabei etwa das Niveau der Gewässersohle erreichen. Der Stangenabstand beträgt 60-100 cm.
3. Da die Hölzer aus Unkenntnis oft verkehrt herum eingebaut werden, wird das obere Ende schon beim Zurichten gerade, das untere Ende dagegen deutlich schräg abgeschnitten.
4. Verletzungen am Zopfende sind nachzuschneiden.



Plansymbol

8. Krainerwand (Holzgrünschwelle)

Krainerwände bestehen aus einer stabilen Totholzkonstruktion (Stützkörper), die durch lebende Pflanzen oder Pflanzenteile dauerhaft ingenieurbologisch gesichert wird.

Es können 1-4 m hohe Bauwerke ohne Absätze entstehen. Die Neigung darf nicht steiler als 60° sein, so dass die unteren Pflanzen genügend Licht und Wasser erhalten. Statt der Gehölze können an geeigneten Standorten Rasensoden zwischen die Hölzer gepackt werden. Unter Wasser kann die untere Reihe als Fischunterstand leer bleiben, wobei besonders auf genügende Stabilität der Bauweise geachtet werden muss. (Vgl. Leitfaden, Kapitel 4.6)

BAUMATERIALIEN

- **Längs-/Querhölzer**

Unbehandeltes Rundholz (Stamm- und Astmaterial aus Gehölzpflege), selten Kanthölzer, 10-30 cm Ø, (lange haltbar: Eiche, Douglasie, Lärche). Fertigteile aus Beton im naturnahen Wasserbau nicht verwenden

- **Lebendmaterial**

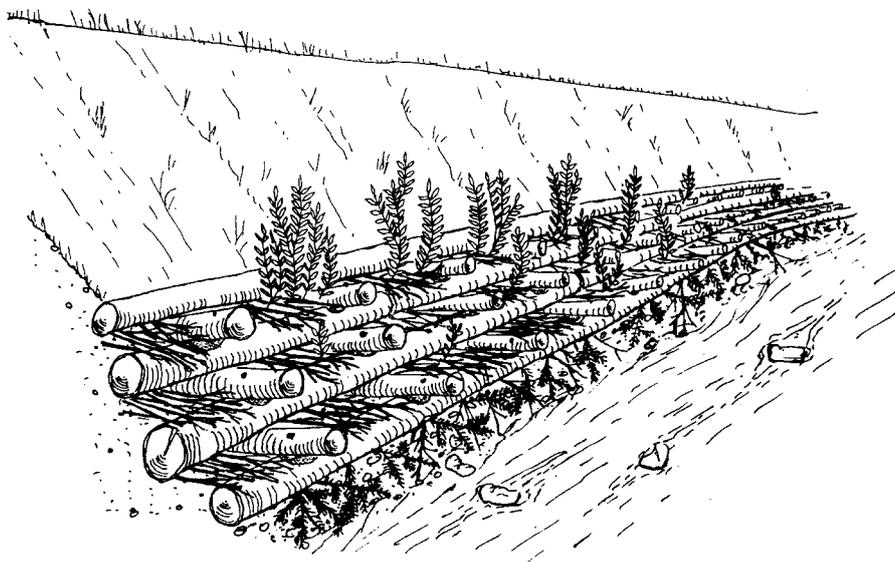
Lebende Äste (20 St./lfm) und/oder Junggehölze (bis 3 St./lfm); ggf. Rasensoden

- **Verbindungsmaterial**

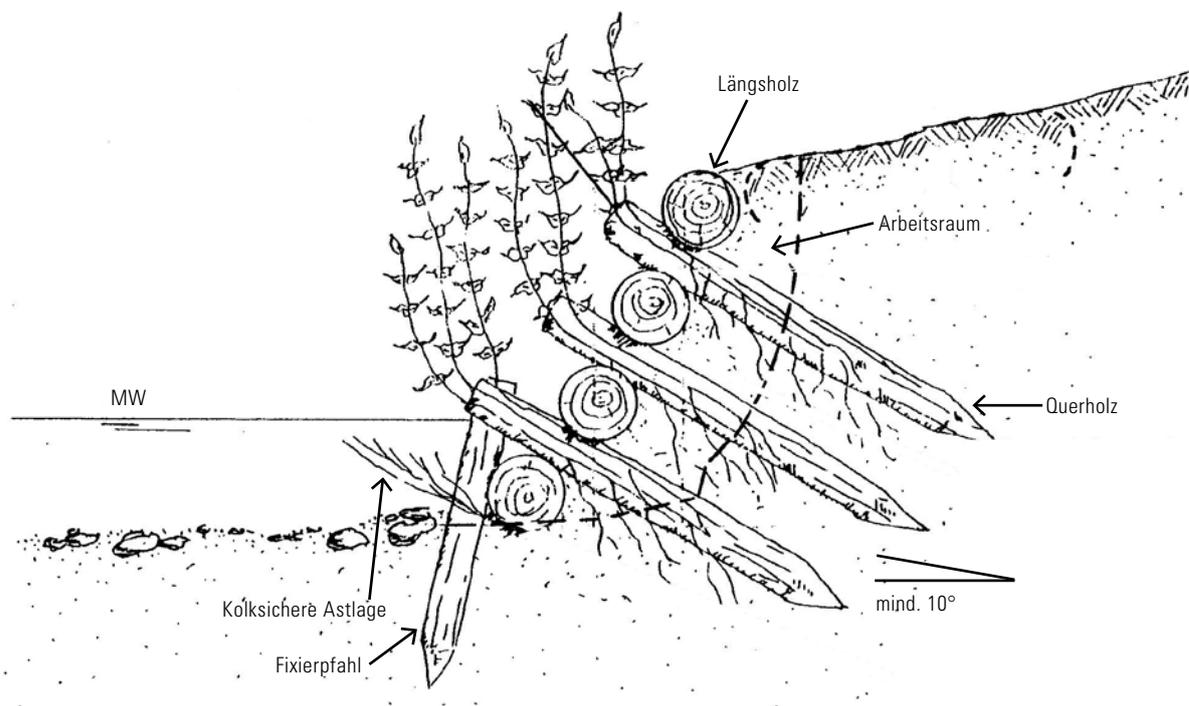
Nägel (ggf. Holzstifte), Armierungseisen, Bauklammern; als Verfüllmaterial möglichst anstehender Boden

HÄUFIGE FEHLER:

- maximale Neigung überschritten z.B. durch fehlerhafte Neigung beim Einbau der ersten Querhölzer
- Verwendung von schlechtem, leicht verrottbarem Holz
- unsachgemäße, instabile Verbindungen der Kastenkonstruktion und mangelnde Einbindetiefe
- Verdrehung der Wuchsrichtung beim Einbau der Buschlagen
- Das Pflanzenmaterial wird nicht lagerichtig (nach hinten geneigt) und dicht genug eingebracht, die Hinterfüllung mit Bodenmaterial nicht ordentlich verdichtet
- Buschlagen stehen oft weit über die Bauwerksvorderkante hinaus. Mögliche Folge: Beschädigungen bei Hochwasser und Entwicklung eines untypischen und statisch labilen Habitus der Pflanzen



Krainerwand mit beginnender Vegetationsentwicklung



Einwandige Krainerwand mit zusätzlichem Befestigungspfahl und Astlage unter dem ersten Längsholz (Kolk-schutz bei feinen Böden)

BAUBESCHREIBUNG:

1. Arbeitsraum für den Einbau der ersten Holzlage kann durch wasserseitigen Leitdamm kurzzeitig trockengelegt werden.
2. Arbeitsraum herstellen: Dazu ca. 30 cm unter Mittelwasser, bzw. ca. 20 cm unter Sohlenniveau ein Planum mit 10-15° landwärts gerichteter Neigung und ca. 0,8-1,5 m Tiefe anlegen. Gegebenenfalls Uferböschung senkrecht zum Planum abtragen, gesamten Abtrag seitlich lagern.
3. Erste Längsholzlage an der zukünftigen Uferlinie (= Vorderkante Planum) auslegen. Aneinandersetzen von Längshölzern durch verblatten und vernageln. Für schiefste Verbindung Balkenverbinder einsetzen.
4. Darüber im Abstand von 1,5-2 m angespitzte Querhölzer legen und rückwärtig geneigt in die Uferböschung eintreiben (rückwärtige Neigung von 10-15° beibehalten).
5. Raum hinter Längsholz mit Boden bis zur Unterkante der darauf liegenden Querhölzer auffüllen, dabei stets leicht verdichten. Die fertige Oberfläche des eingefüllten Bodens muss ebenfalls rückwärtig geneigt sein (15-30°).
6. Buschlagenmaterial, ggf. gemischt mit Astlagenmaterial, dicht gepackt und nach hinten geneigt zwischen die Querhölzer einlegen, so dass keine Hohlräume an der Stirnseite verbleiben. Füllhöhe etwas über Oberkante der Querhölzer. Buschlagen-/Astlagenmaterial sollte nach hinten bis zur Uferböschung, vorne möglichst 5-10 cm über das Längsholz überstehen. Bei feinen Böden sind benadelte Äste in den unteren Lagen oder zur Beimischung in den höheren Lagen vorteilhaft.
7. Zweite Längsholzlage 1/2 bis 1/1 Stammdurchmesser nach innen versetzt verlegen (= zukünftige Böschungsneigung), sauber in die vorher ausgekerbten Querhölzer einpassen. Durch Nägel kraftschlüssige Verbindung zwischen Längs- und Querholz herstellen (evtl. vorbohren).
8. Nächste Lage Querhölzer einbauen, und analog Schritt 5-8 weiterbauen, bis fertige Bauwerkshöhe erreicht ist.



Plansymbol

9. Vegetationswalze

Vegetationswalzen zählen zu den kombinierten Bauweisen, die als Böschungfußsicherung bei langsam fließenden Gewässern oder an Gleitufeln eingesetzt werden. Es handelt sich um Vegetationswalzen bei denen Ufersubstrat sowie Hochstauden- und Röhrichtballen mit einem Naturfasergewebe umhüllt werden.

Stärker strömungsexponierte, aber nicht mit Gehölzbewuchs geplante Ufer können mit Vegetationswalzen aus Kokosgeweben begrünt und gesichert werden. (Vgl. Leitfaden, Kapitel 4.7)

BAUMATERIALIEN

- **Naturfasertextilien**

Verrottbares Naturfasergewebe, 1-4 m breit, 400-900 g/m²

- **Pflanzenmaterial**

Röhrichtballen, Wiesensoden, Rhizomteile oder Jungpflanzen geeigneter, natürlich vorkommender Pflanzenarten, möglichst aus Naturbeständen gewonnen.

- **Pflöcke, Pfähle**

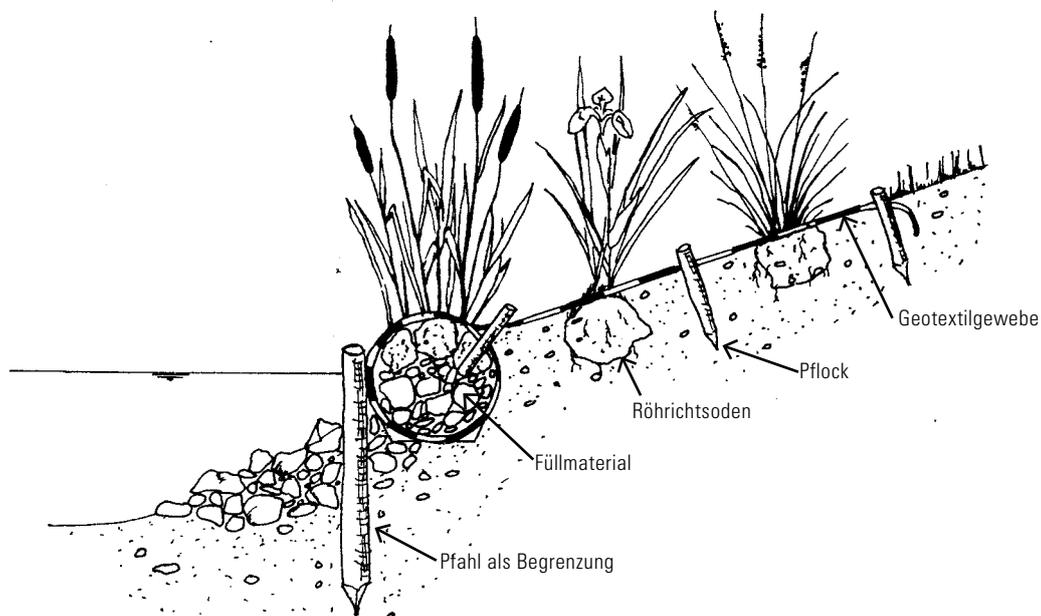
Nicht austriebsfähige Holzpfähle, Länge 60-150 cm, 4-10 cm Ø. Holzpflocke Länge 30-50 cm, 2-4 cm Ø

- **Verfüllmaterial**

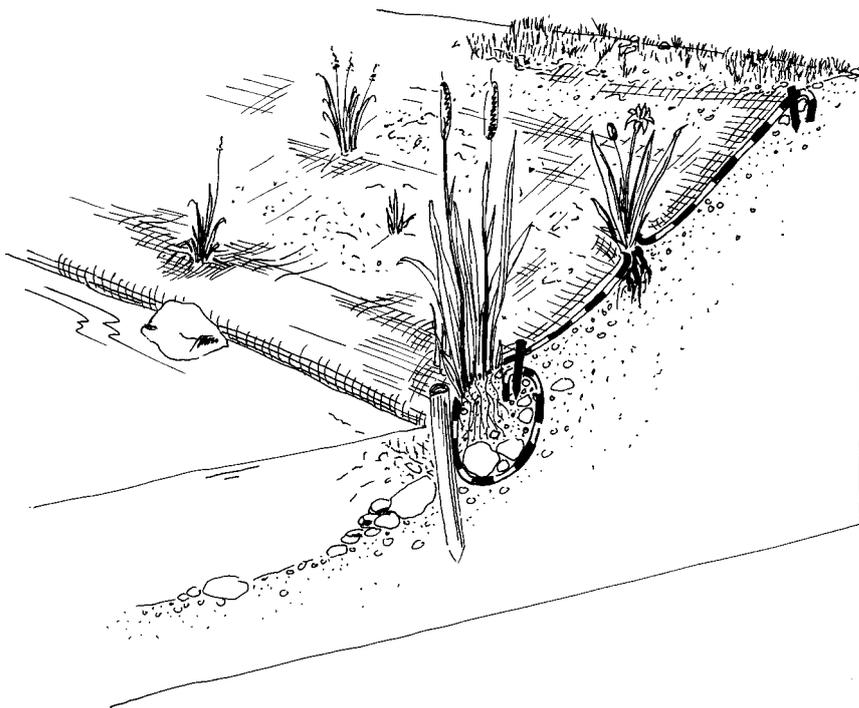
Aushubmaterial vom Graben; feinkörniges bis kiesiges Bodenmaterial

HÄUFIGE FEHLER:

- unsauberes Befestigen der Naturfasertextilien
- falscher Einbau der Pflanzen, d.h. nicht oberflächenbündig in den Walzenkörper eingebunden, sondern nur aufgelegt
- zu straffes/enges, aber auch zu loses Verspannen der Matten
- bei Verwendung vorgefertigter Vegetationswalzen muss auf den entsprechenden Herkunftsnachweis der Pflanzen geachtet werden



Vegetationswalze mit nachfolgender, geotextilgesicherter Ballenpflanzung



Röhrichtwalze mit Böschungsschutz kombiniert

BAUBESCHREIBUNG:

1. Entlang der zukünftigen Mittelwasserlinie einen Graben 40 cm breit, 30-40 cm tief ausheben, Aushub seitlich lagern
2. Gewässerseitig im Graben alle 1-1,5 m Holzpfaahl bis etwa 10 cm über Mittelwasserlinie als Stabilisierung der Vorderkante der Vegetationswalze einschlagen.
3. Naturfasergewebe (Kokosgewebe 400-900 g/m²) derart in den Graben einlegen, daß das Gewebeende landseitig mindestens 20 cm über den Grabenrand reicht, restliches Gewebe wasserseitig liegen lassen.
4. Graben mit Aushub, je nach Größe der Röhrichtballen (Gewinnung wird gesondert vergütet) zu 1/2 bis 2/3 verfüllen und darauf Röhrichtballen (Pflanzen, Rhizome etc.) dicht an dicht aufbringen.
5. Landseitigen Geweberest über die Röhrichtballen ziehen, darüber den wasserseitig liegenden Geweberest zur Uferböschung hochziehen und mit Holzpflocken (2 Stck/lfm), alternativ Agraffen (2 Stck/lfm) sichern.



Plansymbol

10. Bepflanzte Böschungsschutzmatte

Böschungsschutzmatten sind eine flächig wirkende Deckbauweise, bei der vorzugsweise Naturfasergewebe auf Böschungen verlegt werden, um diese solange vor Oberflächenerosion zu schützen, bis die darunter heranwachsende Vegetation stabil genug ist. Die Bauweise wird in Kombination mit unterschiedlichen Begrünungsmöglichkeiten (z.B. Ansaat, Bepflanzung) eingesetzt. (Vgl. Leitfaden, Kapitel 4.8)

BAUMATERIALIEN

• Böschungsschutzmatten

Je nach Verwendungszweck Naturfasergewebe mit den entsprechenden Maschenweite wie Jute (ca. 500 g/m²), Kokosgewebe oder -netze (400-1200 g/m²), Ramie (Chinagrass); seltener Hanf oder Holzwolle. Jutegewebe wird als Ballen mit Einzelbahnen von 46 m Länge und 1,22 m Breite geliefert. Kokosgewebe gibt es auf Rollen mit 50 m Länge und 1, 2, 3 oder 4 m Breite

• Befestigungsmaterial

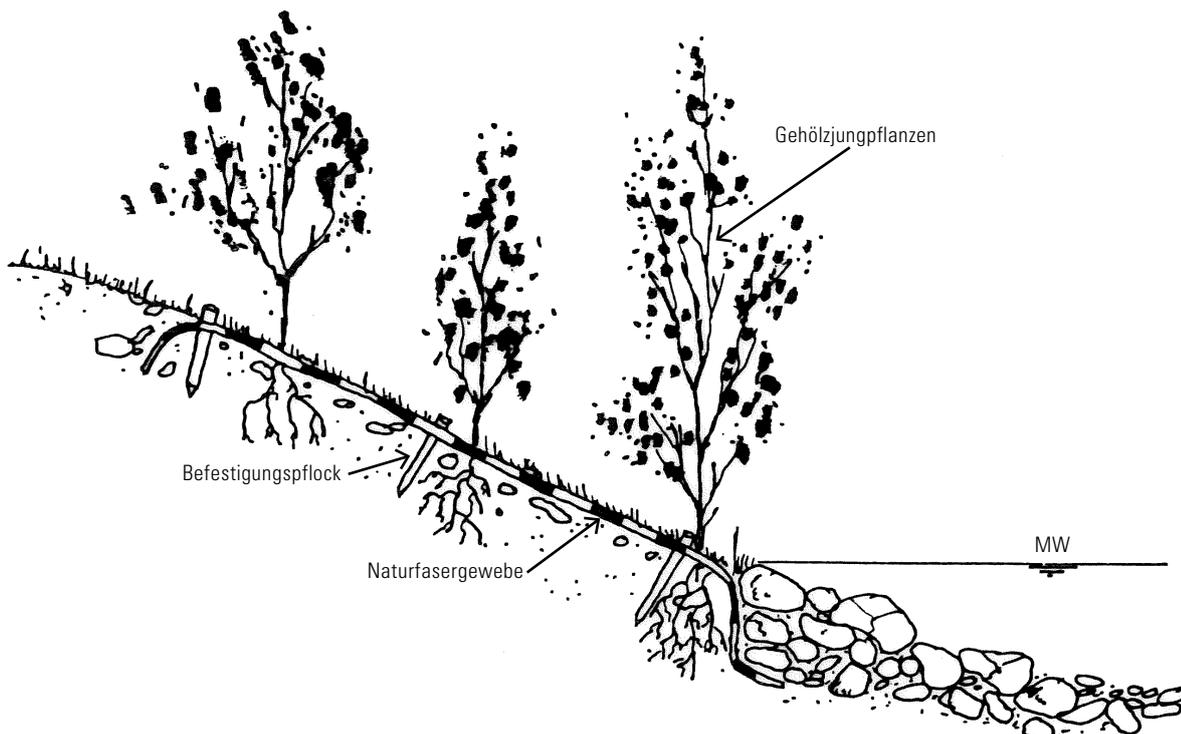
- Tote Holzpflocke oder lebende Steckhölzer in der erforderlichen Größe, Länge ca. 30-60 cm, 2-4 cm Ø
- Passend abgelängte Dachlatten, Drahtbügel (Krampen, Agraffen), ggf. Steine oder Faschinen im Mittelwasserbereich

• Vegetationsmaterial

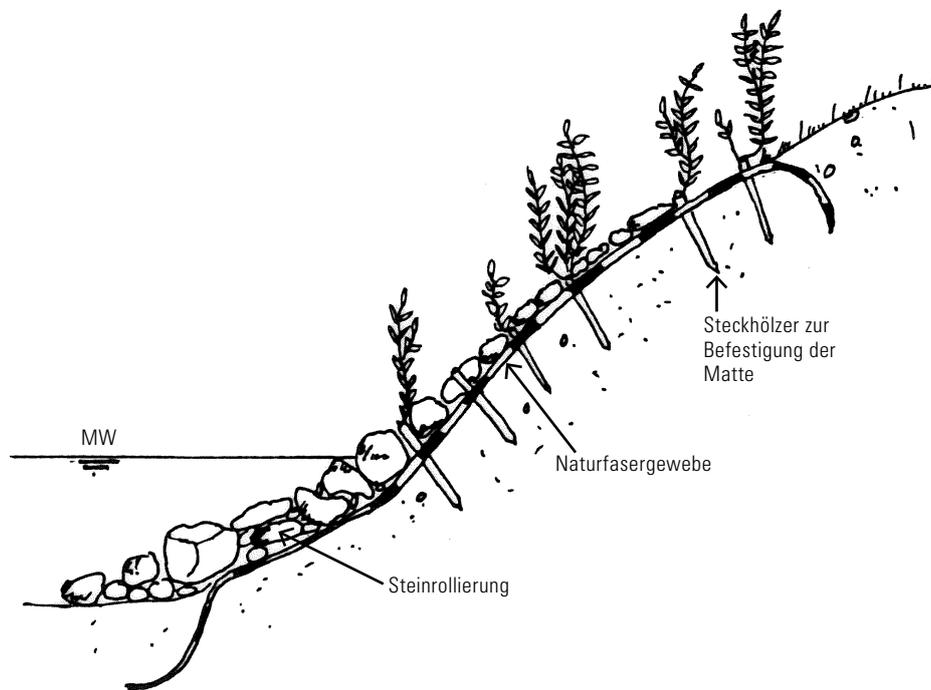
Je nach Bedarf Gehölzjungpflanzen, Röhrich- oder Grassoden, Topf- oder Ballenpflanzen; Saatgut

HÄUFIGE FEHLER:

- unsauberes Befestigen der Naturfasertextilien, hauptsächlich das fehlende Eingraben und Verpflocken der Ränder
- kein sorgfältiges Überlappen und straffes Verspannen der einzelnen Matten



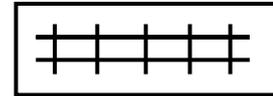
Böschungsschutzmatte mit Gehölzjungpflanzungen



Böschungsschutzmatte mit Weidensteckhölzern und Rollierung

BAUBESCHREIBUNG:

1. Planie der zu sichernden Böschungen.
2. Kokos- oder Jute- Erosionsschutzgewebe (Gewicht ca. 400-900 g/m²) auf Flächen an zu schützenden Ufern verlegen. Einbaubreite 1,22 m (= Rollenbreite) bis 4 m (nur Kokos).
3. Das Gewebe muss flach auf dem Boden aufliegen und wird hinter der Böschungfußsicherung in den Boden eingelassen. Das Gewebe an allen Rändern 10-20 cm tief eingraben und mit Holzpflocken (3-4 Stck/m²) befestigen, alternativ Krampen/Agraffen (3-4 St/m²).
4. Bei Überlappungen werden die Matten in Fließrichtung betrachtet dachziegelartig mindestens 20-30 cm übereinandergelegt und sorgfältig verpflockt, damit das Wasser nicht unterspülen kann.
5. Die Begrünung kann sich selbst überlassen werden, es kann gezielt bepflanzt oder vor dem Ausbreiten der Matten ausgesät werden. Leichte, weitmaschige Gewebe können durch Aufdehnen der Maschen durchpflanzt werden. Engmaschige Gewebe dürfen nur parallel zur Fließrichtung aufgeschlitzt und durchpflanzt werden.



Plansymbol

11. Lahnung

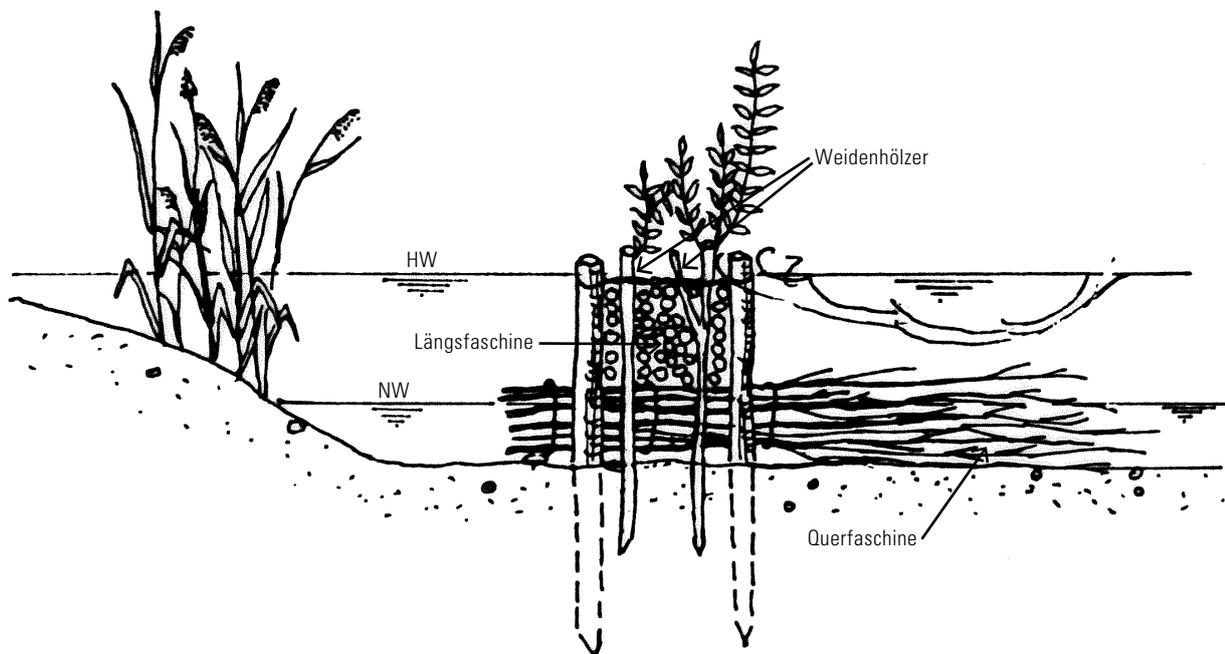
Eine Lahnung ist eine ingenieurbioologische Bauweise, die den Wellenschlag bricht und so dahinterliegende, schützenswerte Vegetationsbestände oder das Ufer selbst erhält. Sie dient ebenfalls als gezielter Geschwemmselfang bei Überström- und Einlaufbereichen. (Vgl. Leitfaden, Kapitel 4.9)

BAUMATERIALIEN

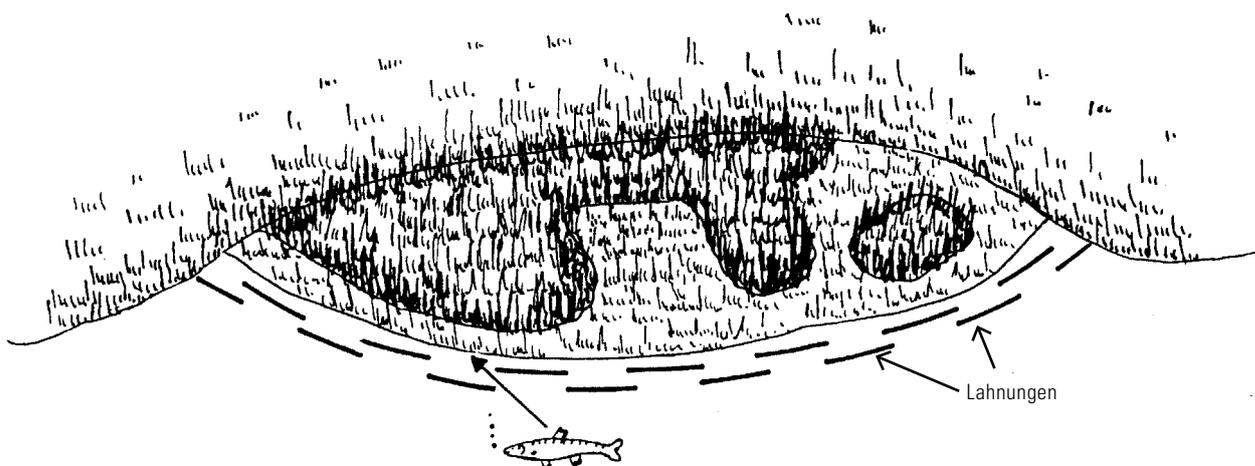
- **Astwerk**
Möglichst langes Astwerk beliebiger Holzarten, auch Nadelholzreisig
- **Pfähle**
Stabile Holzpfähle, 8-15 cm Ø, Länge abhängig vom Wasserstand und Untergrund, ca. 1-3 m
- **Befestigungsmaterial**
Geglühter Eisendraht, 3-4 mm Ø

HÄUFIGE FEHLER:

- Pfähle nicht tief genug verankert und aus schlechtem Material
- Faschinen nicht dicht genug gepackt
- Faschinen nicht gegen Aufschwimmen gesichert



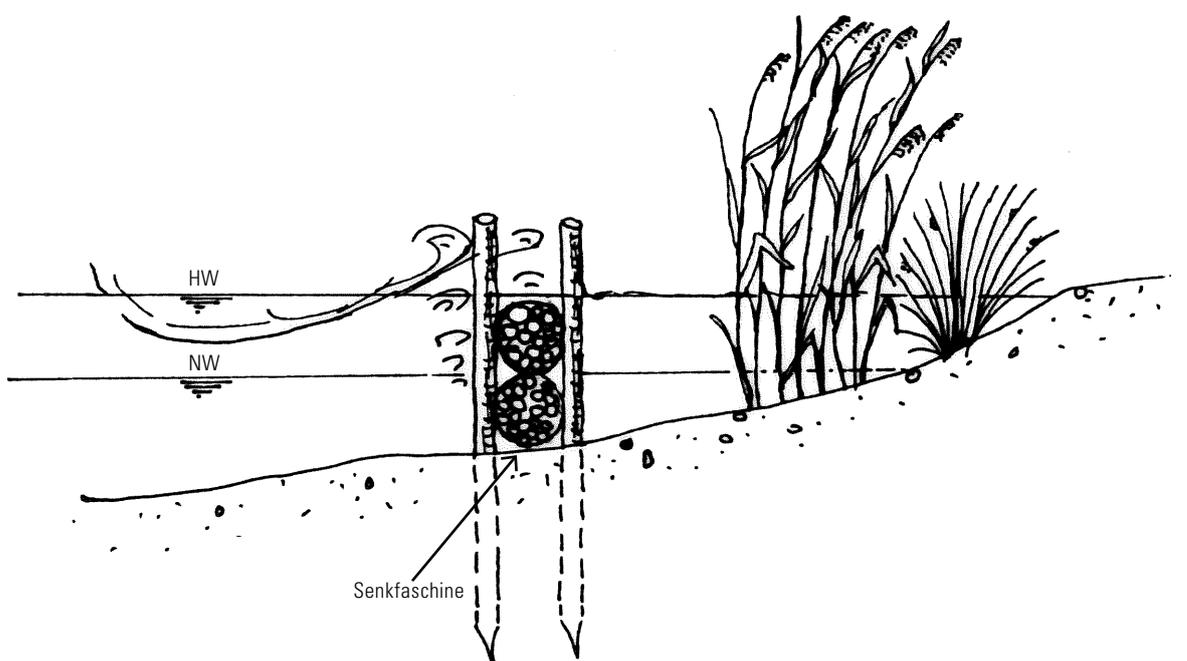
Einfache Lahnung mit lebenden Weidenhölzern



Anordnung von Lahnungen vor einem Schilfbestand

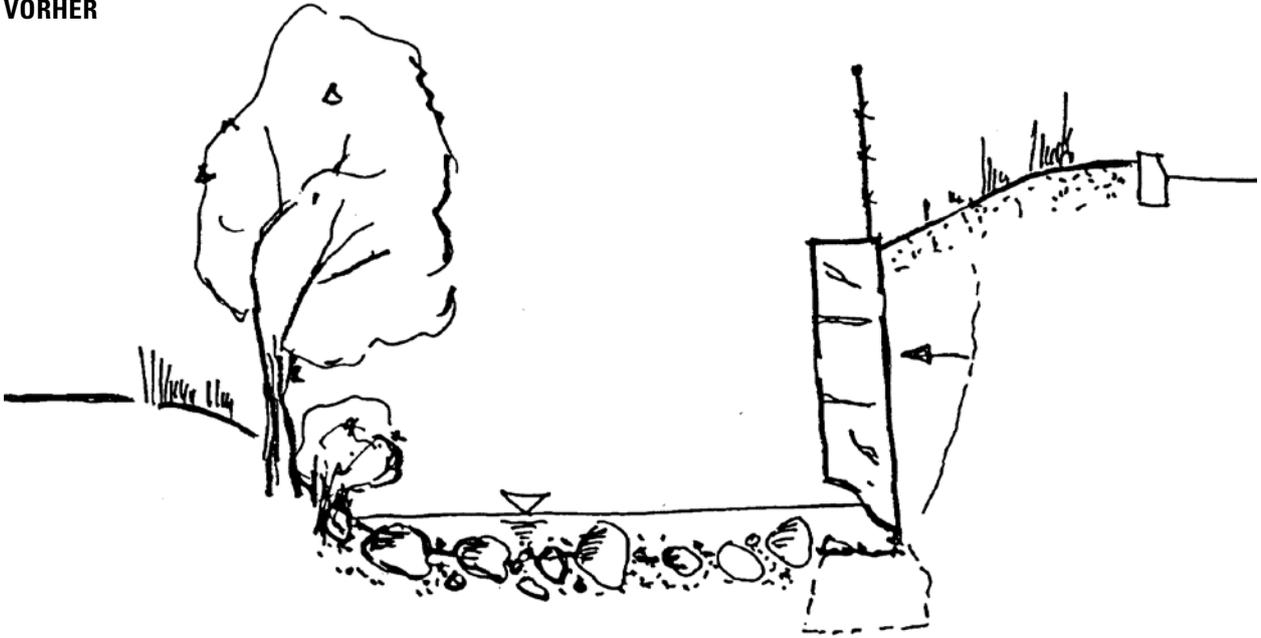
BAUBESCHREIBUNG:

1. Einbringen von 2 Pfahlreihen, Pfahlabstand ca. 1 m, Reihenabstand ca. 40-50 cm, Pfahllänge je nach Untergrund und Wassertiefe ca. 1-3 m.
2. Einbau von 2 m langen, toten Querfaschinen mit gleichgerichteten Ästen, 30-40 cm Ø auf vorbereiteter Gewässersohle quer zu den Pfahlreihen.
3. Die toten Faschinen werden derart eingelegt, dass ihre Zweigspitzen zum offenen Wasser hin zeigen und das dicke Faschinenende ca. 20-30 cm hinter die landwärtige Pfahlreihe reicht.
4. Zwischen die Pfahlreihen werden anschließend nach Bedarf 1 bis 2 Lagen aus gebundene Faschinen, Länge bis 5 m mit 40-50 cm Ø aus totem Astmaterial eingelegt und durch paarweises Verspannen mit den Holzpflocken mit geglühtem Eisendraht 3-4 mm Ø niedergebunden.
5. Einbautiefe unter Bezugswasserstand bis max. 100 cm.

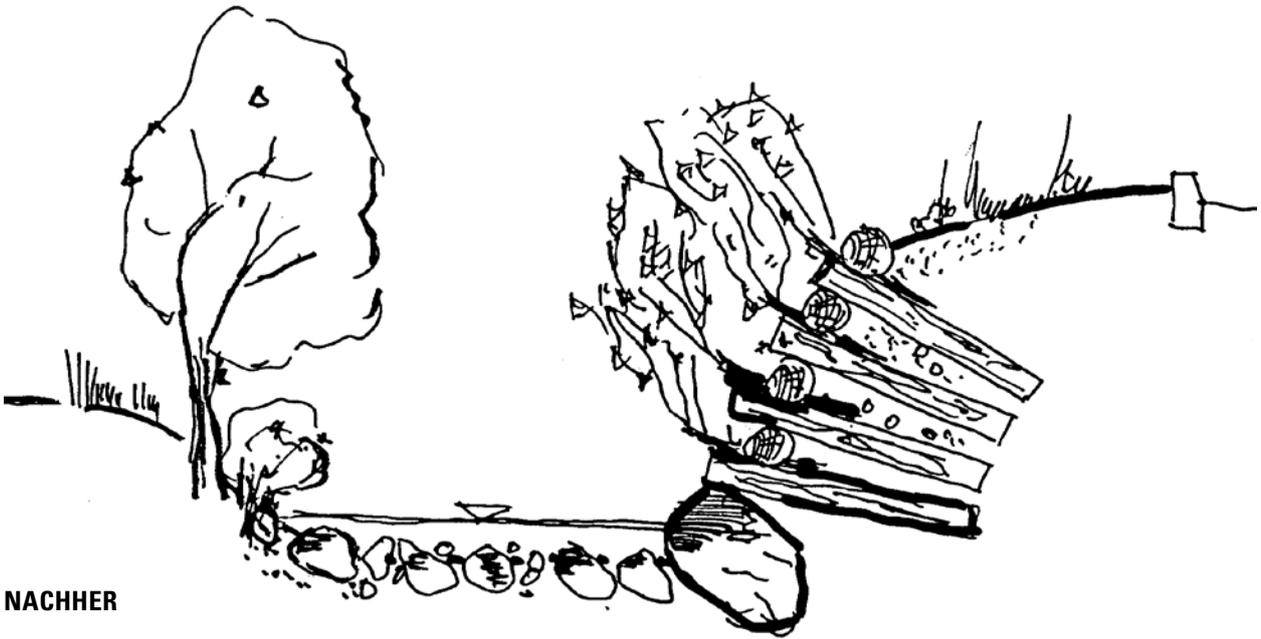


Lahnung aus zwei Senkfaschinen ohne Querfaschinen zwischen den Pfahlreihen

VORHER



NACHHER



Herausgeber:

WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH
Karlstrasse 91, 76137 Karlsruhe, Tel (0721) 824489-20, Fax -29

LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

Bearbeitung:

Angelika Jany, Peter Geitz

Landschaftsarchitekturbüro Geitz & Partner GbR, Stuttgart-Möhringen

mit Unterstützung der Projektgruppe „Ingenieurbiologie“:

Reinhold Alt (Landeshauptstadt Stuttgart), Waldemar Ehrmann (LRA Neckar-Odenwald-Kreis),
Ewald Fassnacht (RP Tübingen), Hubert Funk (LRA Biberach), Elisabeth Korb (LRA Schwarzwald-Baar-Kreis),
Thorsten Kowalke (WBW Fortbildungsgesellschaft), Dr. Gerhard Schaber-Schoor (Ministerium für
Ländlichen Raum und Verbraucherschutz), Bernd Karolus (LUBW), Bernd Walser (RP Freiburg),
Ann Zirker (WBW Fortbildungsgesellschaft)

Bildnachweis:

Titel, Abb. S.10/16: Peter Geitz, Geitz & Partner, 2007/2013

Abb. S. 2: Maerzke Grafik Design, 2013 (nach Stowasser, 2011)

Abb. S. 26: Erich Linsin, RP Freiburg

Alle anderen Abbildungen mit freundlicher Genehmigung aus:

AUSBILDUNGSFÖRDERWERK GARTEN-, LANDSCHAFTS- UND SPORTPLATZBAU AUGALA (HRSG.) (2007):
Naturnaher Wasserbau, Hefte zur Ausbildung 3, Stuttgart

Gestaltung: visionell.büro für gestaltung, Hamburg

Auflage: Karlsruhe im Oktober 2013, 2000 Stück

Alle Rechte vorbehalten. Es ist nicht gestattet, ohne ausdrückliche Genehmigung der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg oder der WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung diese Veröffentlichung oder Teile daraus zu verändern oder zu übersetzen und die Inhalte an Dritte abzugeben bzw. zu veröffentlichen. Eine Vervielfältigung oder Verwendung unveränderter Texte oder Grafiken in anderen elektronischen oder gedruckten Publikationen ist mit der Quellenangabe gestattet.

