

Renaturierungs- und Unterhaltsarbeiten an Gewässern

Praxishilfe



Vorwort

*"Wasser ist ein freundliches Element für den,
der damit bekannt ist und es zu behandeln weiss.
Johann Wolfgang von Goethe*

Für die meisten Bäche und Flüsse im Aargau hat der Kanton eine besondere Verantwortung: Als Eigentümer muss er dafür sorgen, dass die Gewässer als Lebensraum für Fauna und Flora so wenig wie möglich beeinträchtigt werden. Und dass ihre Funktion im Wasserhaushalt langfristig gewährleistet ist. Oder, um bei Goethe zu bleiben, es ist Aufgabe des Kantons, das freundliche Element Wasser richtig zu behandeln.

Eine Bestandesaufnahme im Kanton hat gezeigt, dass unsere Bäche im Wald zwar noch in natürlichen oder naturnahen Bachbetten strömen, jedoch im Landwirtschafts- und Siedlungsgebiet vielfach künstlich eingeengt werden oder durch Röhren fliessen. So sind 1300 km oder rund 50 % der Bachstrecken stark beeinträchtigt, künstlich oder eingedolt.

Die Notwendigkeit, unsere Bäche und Flüsse als natürliche Lebensräume und Lebensadern in der dicht genutzten Landschaft zu fördern und schützen, ist anerkannt. So sieht die neue Gewässerschutzstrategie des Kantons Aargau vor, dass mittelfristig zwei Drittel aller Fliessgewässerabschnitte naturnah sind und einen ausreichenden Gewässerraum ausweisen. Ein Vorhaben, das auch vom Kanton mit den drei Flüssen im Wappen vielfältige Anstrengungen verlangt.

Um unserem ambitiösen Ziel ein Stück näher zu kommen, gibt das Baudepartement mit den Empfehlungen in der vorliegenden Broschüre zum Bau von Gewässerstrukturen die Erfahrung von fünfzehn Jahren naturnahem Wasserbau weiter. Wasserbauer und Fischer haben dafür ihr Wissen zusammengetragen. Wichtig ist jedoch die richtige Umsetzung auf der Baustelle: Da entscheidet sich, ob das Element Wasser so behandelt wird, dass es seine Freundlichkeit gegenüber Mensch, Tier und Pflanze beibehält.
Peter C. Beyeler, Regierungsrat

Diese Praxishilfe ist vom Departement Bau, Verkehr und Umwelt unter Mitarbeit des Aargauischen Fischerei-Verbands (AFV) und Dr. U. Rippmanns, Büro für Gewässer- und Fischbiologie, Auw, erstellt worden.

Inhalt

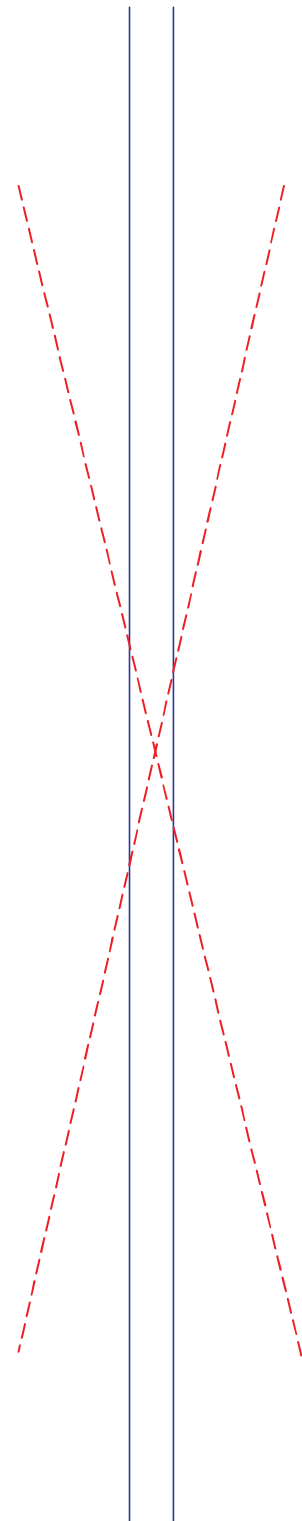
	Vorwort	3
	Inhalt	5
1.	Anzustrebende Grundsätze für Renaturierungen	6
2.	Faschinen	10
3.	Sinkwalzen	12
4.	Steckhölzer	14
5.	Buschlagen	16
6.	Wurzelstöcke	18
7.	Raubäume	20
8.	Buhnen	22
9.	Störsteine	24
10.	Sohlschwellen	26
11.	Sohl- oder Blockrampen	28
12.	Aufgelöste Blockrampen	30
13.	Blocksätze	32
14.	Blockvorlagen	34
15.	Aufweitungen der Ufer	36
16.	Eigendynamische Aufweitungen	38

1. Anzustrebende Grundsätze für Renaturierungen

Linienführung

Ideal ist die abwechslungsreiche Gestaltung
(abhängig vom Gefälle)

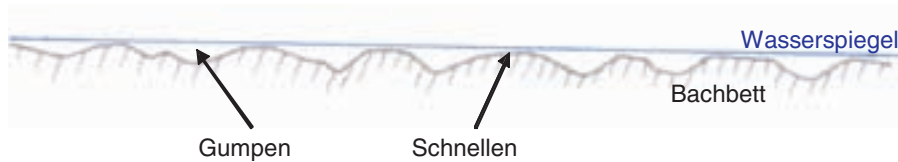
Eintönige gerade Linienführung vermeiden
(abhängig vom Gefälle)



Längenprofile

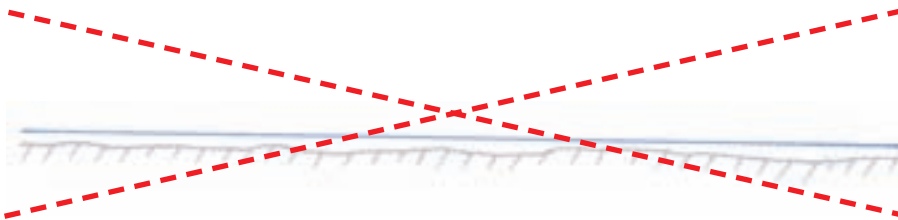
Neues Material für die Gewässersohle nur grob verteilen, nie ausplanieren. Schnellen (Untiefen, rasch fließend) und Gumpen (Pools, langsam fließend) erwünscht. Ein abwechslungsreiches Längsprofil kann nicht gebaut werden. Es wird vom Gewässer geformt.

So soll es werden



Vermeiden, weil stets gleiche Wassertiefe und gleiche Fließgeschwindigkeit eintönig sind:

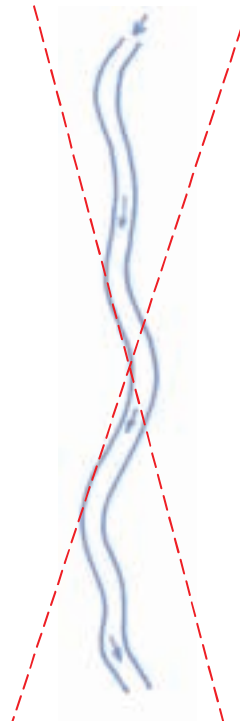
So soll es nicht werden



Bachbreiten und Uferlinien

So soll es werden:
Uferlinien, Breiten und Fließrichtungen abwechslungsreich.

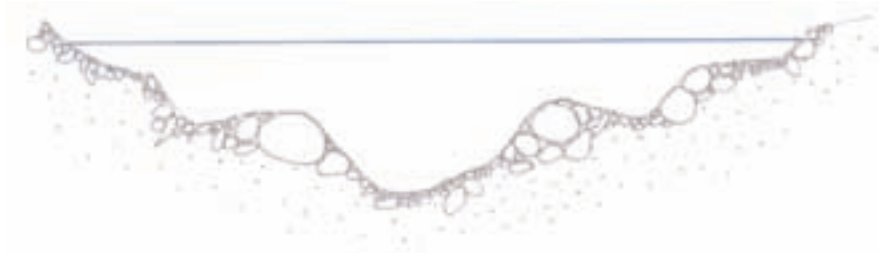
So soll es nicht werden:
Uferlinie eintönig parallel.



Querprofile

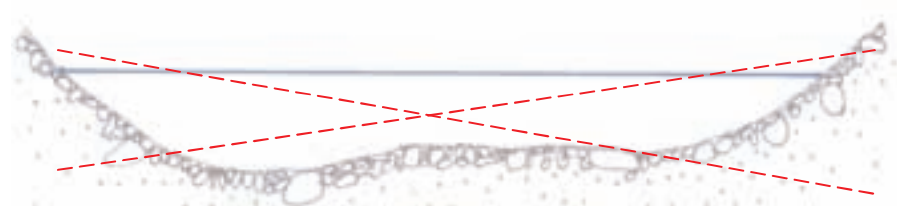
So soll es werden

- abwechslungsreiche Profile mit variablen Wassertiefen
- variable Tiefen und Fließgeschwindigkeiten

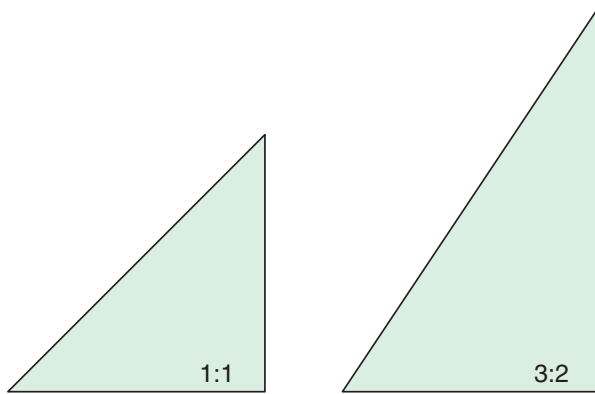


So soll es nicht werden

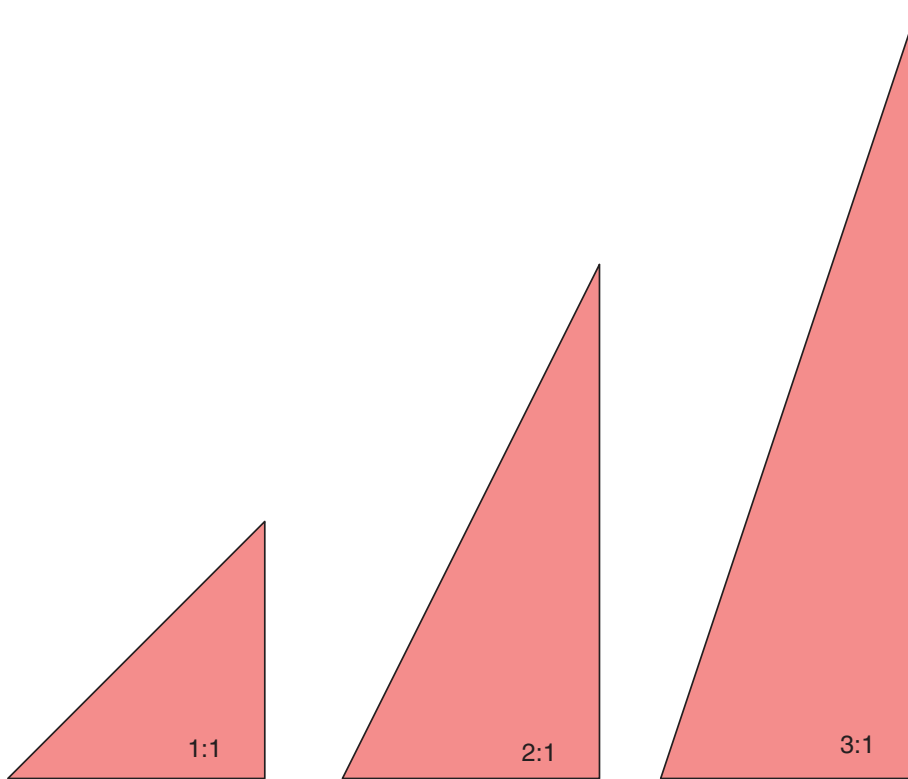
- immer gleiche Wassertiefen
- homogene Sohle



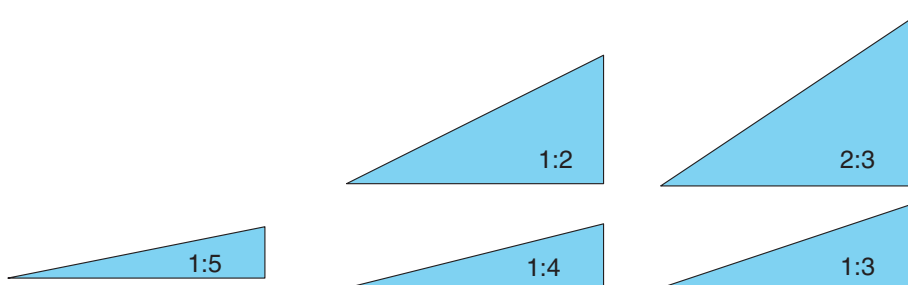
Variable Böschungen



Böschungsneigung nur
bei Prallufern



Böschungsneigung nur
bei steilen Prallufern

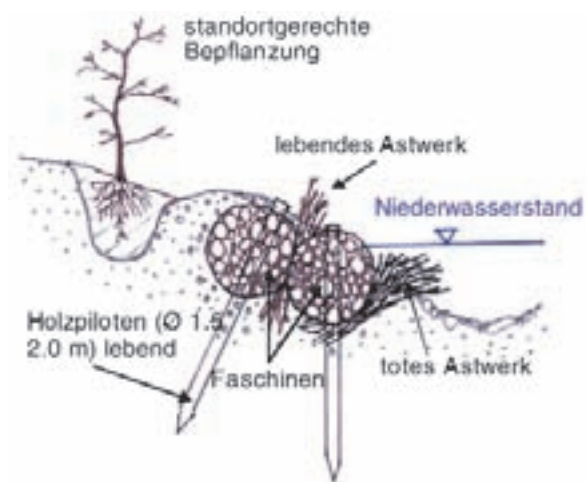


Böschungsneigung flach
und variabel gestaltet

2. Faschinen



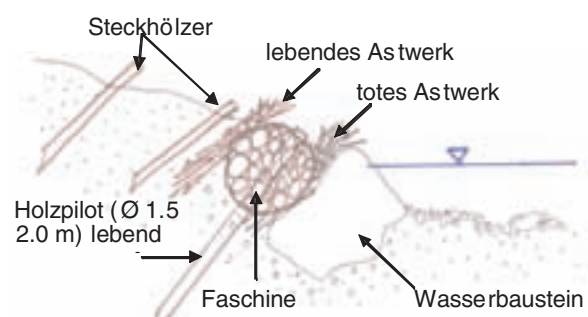
Querschnitt A



Situation



Querschnitt B



- Sicherung des Böschungsfusses und der Ufer
- Durchwurzelung der Ufer
- Förderung der Uferbepflanzung mit standortgerechten Pflanzen

Ziel

- Weidenäste (lebendes Material, ausschlagfähig)
- Stahlbänder und Spannapparat
- Böcke
- Pfähle zur Verankerung

Material

Faschinen (Wippen) werden nach Bedarf aus etwa 5 bis 6 m langen, gebündelten Weidenruten von Daumenstärke hergestellt. Man legt die Ruten auf einem Bock (Wippbank) und bindet sie alle 50 cm mit Verpackungsbändern aus Stahl zu 20 bis 40 cm starken Bündeln zusammen. Die Stahlbänder werden mit einem Spannapparat festgezurr.

Einbau

Die Faschinenbündel legt man zwischen Mittel- und Niederwasserlinie mit den dicken Enden der Ruten nach Obstrom am Böschungsfuss in vorbereitete Gräben, die zuvor mit Astwerk oder Tannenreisig zum Schutz vor Unterspülung ausgelegt werden müssen. Nach der Plazierung im Böschungsfuss werden die Faschinen durch Pfähle ausschlagfähiger Hölzer im Ufer verankert. Eine Überdeckung mit Erdschutt hält die Faschinen feucht und fördert das Anwachsen des Wurzelwerkes sowie das Spriessen der Weidenruten.

Die Faschinenbündel müssen dachziegelartig gut in den Boden verlegt und zur Hälfte im Wasser liegend im Böschungsfuss verankert werden, damit das Austrocknen der Bündel verhindert wird. Pro Laufmeter ist ein Verankerungspfahl nötig. Die Pfähle werden kreuzweise und versetzt geschlagen. Es können auch zwei oder mehrere Faschinen als Ufer- und Hangsicherung übereinander verlegt werden.

Zu beachten

Ein Pflegeplan ist erforderlich.

- Einbau nur während der Vegetationsruhezeit!
- Austrocknen der Weidenruten bei mangelnder Überdeckung, Niederwasserlinie beachten

Typische Fehler

- mit Wasserbausteinen
- mit kleinen Buhnen
- mit Steckhölzern
- mit Buschlagen, Heckenbuschlagen und Blockrampen (als Ufersicherung)

Kombinationsmöglichkeit

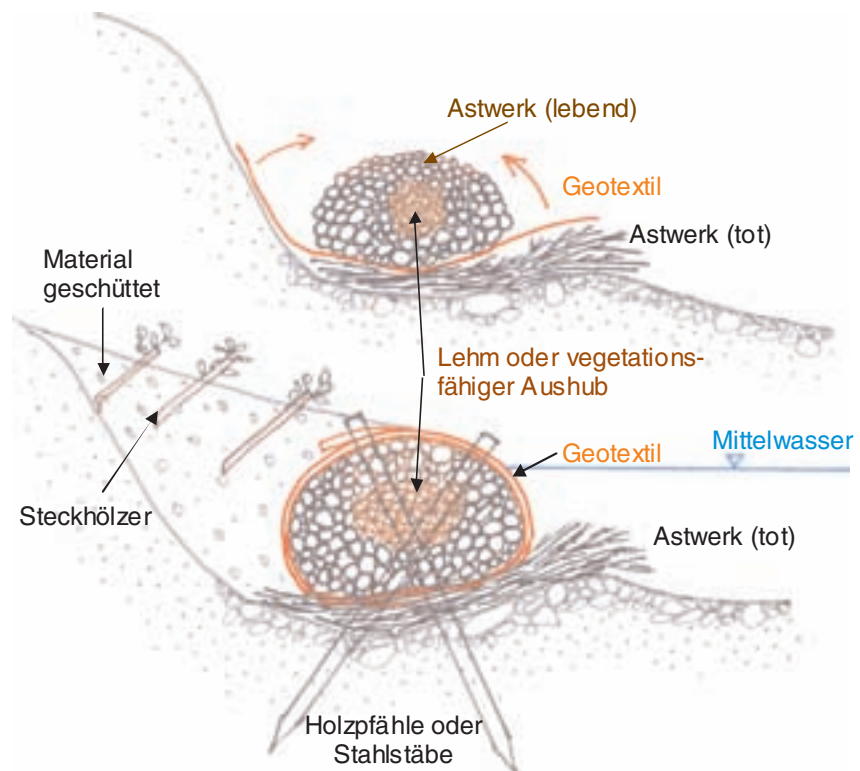
Anfang und Ende der eingebauten Faschinen sind zu sichern, um ein Hinter-spülen zu verhindern. Faschinen sollen während der Vegetationsruhezeit eingebaut werden. Im Sommer ist sofortiger Einbau nötig – Austrocknungsgefahr!

Vorsicht

3. Sinkwalzen



Querschnitt



- Sicherung und Schutz der Uferböschung
- Ufersicherung durch Förderung des spontanen Bewuchses durch lebende Faschinen
- Erstellen eines durchlässigen Uferschutzes mit Sofortwirkung

Ziel

- frisches, nicht ausschlagfähiges Astwerk (für Sinkwalze)
- Lehm oder Aushub
- Geotextil
- Draht oder Stahlband
- Spannapparat

Material

Sinkwalzen sind beliebig lange, 0.3 bis 1.0 m dicke walzenförmige Bündel aus frischem Astwerk nicht ausschlagfähiger Holzarten, in welche Lehm oder vegetationsfähiger Aushub und lebendes Astwerk (Weiden) eingebaut werden. Im Böschungsfuss der Ufer werden Mulden vorbereitend, die gegen Unterspülung mit einer Astlage quer zur Fliessrichtung ausgelegt sind. Das Geotextil wird über die Astlage ausgebreitet. Danach werden Bündel aus Astwerk, Lehm und vegetationsfähigem Boden walzenförmig zusammengeschnürt und auf Astlage und Geotextil gelegt. Die Sinkwalze wird nun mit dem Geotextil umwickelt, das mit Draht zu einer Walze vernäht, oder auch durch zuvor unterlegte Stahlbänder noch einmal gebündelt werden. Verankert wird mit Holzpfählen und im kiesigen Untergrund mit Stahlstäben (1 Pfahl oder Stab pro Laufmeter). Uferseitig wird die Senkfaschine überschüttet und zusätzlich bepflanzt.

Einbau

Bei tiefen Uferanbrüchen können mehrere Sinkwalzen nebeneinander gesetzt werden. Der Einbau kann jederzeit erfolgen. Als Geotextil wird grobmaschiges, reissfestes Gewebe von 1 bis 2 cm Maschenweite verwendet. Je nach Walzendurchmesser (0.3 bis 1.0 m) braucht es 1.0 bis 4.0 m Gewebebreite. 50 % des Füllmaterials sind Lehm oder vegetationsfähiger Aushub und 50 % sind lebende oder tote Äste. Verankert wird mit 1.0 bis 3.0 m langen Weidenpfählen (Ø 16 bis 24 cm); zur Bündelung braucht es 3 mm Draht oder Stahlbänder.

Zu beachten

Falsche Herstellung und Platzierung der Sinkwalzen (Erfahrung nötig).

Typische Fehler

- mit Uferfaschinen
- mit Spreitlagen
- mit Buschlagen
- mit Uferanpflanzung durch Steckhölzer oder Setzen standortgerechter Pflanzen

Kombinationsmöglichkeit

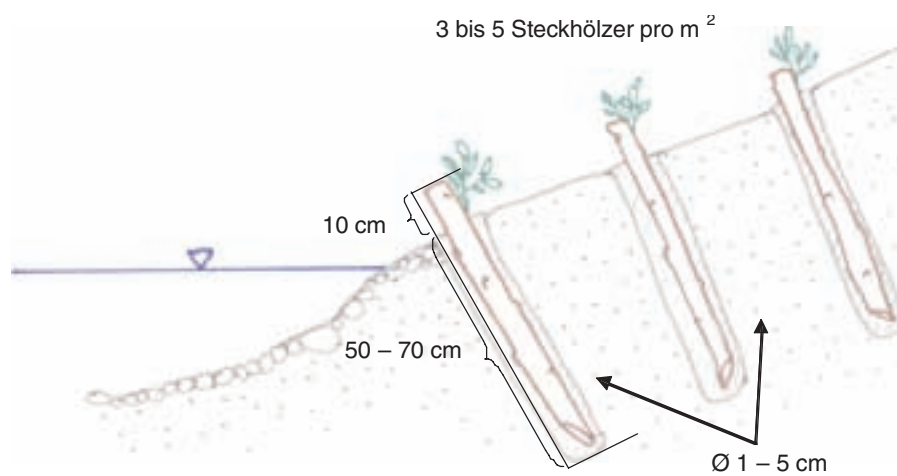
Sinkwalzen sollten entweder durch Steinschüttungen oder Pfähle gesichert werden!

Vorsicht

4. Steckhölzer



Querschnitt



- Sicherung und Stabilisierung von Erdböschungen und Ufern ohne harte Verbauungen
- Durchwurzelung der Ufer

Ziel

- Zweige oder Äste (Ø 3 bis 8 cm) von lebenden Holzpflanzen
- Locheisen

Material

Steckhölzer sind starke Zweige oder Äste von 3 bis 8 cm Dicke und 0.6 bis 1.0 m Länge lebender, ausschlagfähiger Holzpflanzen. Zum Einbau werden mit dem Locheisen Löcher in einem Winkel von etwa 45° in die Ufer getrieben. Die Steckhölzer werden unten schräg abgeschnitten und in die vorbereiteten Löcher gesteckt, die danach aufzufüllen sind. Steckhölzer sollten nicht mehr als 5 bis 10 cm aus der Erde herausragen, damit sie nicht vertrocknen. Die Hölzer sind so wie sie an der Pflanze wuchsen, mit den Knospen nach oben zu stecken und können bis auf die Wasserlinie hinunter eingesetzt werden. Es handelt sich um eine rasch ausführbare, billige Ufersicherungsmethode.

Einbau

Das Auffüllen der Löcher nach dem Stecken verhindert das Austrocknen der Hölzer und Äste; je dicker das Holz, desto geringer die Gefahr des Vertrocknens. Steckhölzer werden während der Vegetationsruhe eingebracht. Es sind alle Weidenarten ausser *Salix caprea* ("Salweide") verwendbar. Als Faustregel gilt: Steckhölzer schmalblättriger Weidenarten eignen sich gut, Steckhölzer breitblättriger Weidenarten eignen sich nicht. Es können auch Schwarzpappel, Liguster, Grünerle, schwarze Johannisbeere, Bergjohannisbeere und Berberitze verwendet werden. Bei der Verarbeitung soll die Rinde der Steckhölzer möglichst nicht verletzt werden.

Zu beachten

- Nicht nur Steckhölzer einer einzigen Weidenart verwenden (monoton)
- Nicht in eintönigen Längsreihen setzen

Typische Fehler

- mit fast allen andern ingenieurb biologischen Massnahmen
- mit Blocksatz
- mit Geotextilien
- mit Ansaat
- mit standortgerechter Bepflanzung

**Kombinations-
möglichkeit**

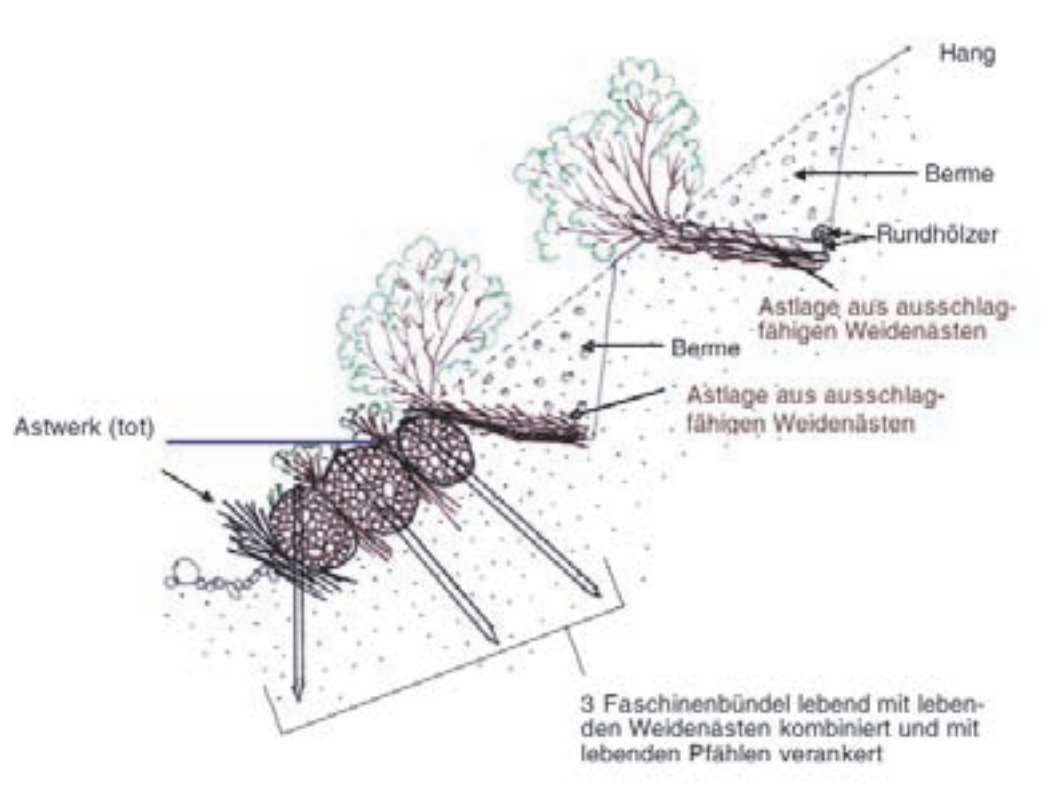
Böschungsstabilität und Sicherung der Bodenoberfläche wird erst nach zwei Vegetationsperioden erreicht. Die Steckhölzer wirken nur so tief wie sie verwurzelt sind.

Vorsicht

5. Buschlagen



Querschnitt

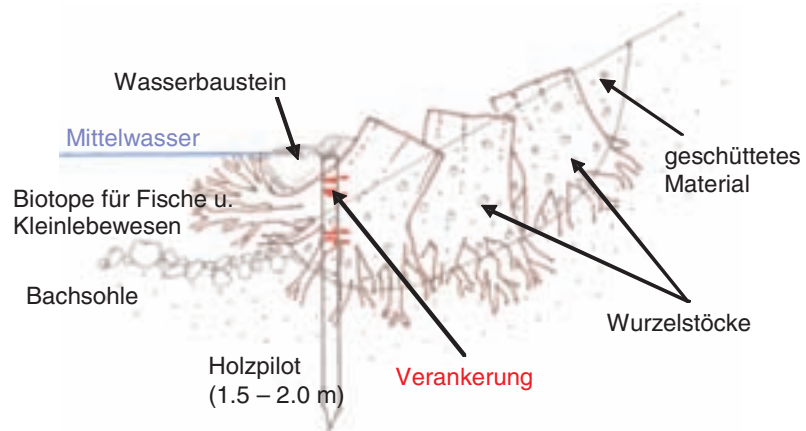


• Hang- und Böschungsfusssicherung • rasche Sicherung von Anbrüchen in erosions- oder rutschgefährdeten	Ziel
• Verringern der Abflussgeschwindigkeit des Wassers im Hang (Rillenerosion)	Hängen
• lebende Weidenäste • bewurzelte Weiden • Rundhölzer	Material
Im zu schützenden Hang oder Böschungsfuss werden von unten nach oben kleine Bermen ausgehoben. In die Bermen werden dicht nebeneinander und kreuzweise Äste lebender Weiden gelegt, mit Rundhölzern beschwert und mit dem Aushub wieder zugedeckt, so dass etwa $\frac{1}{4}$ der Weidenzweige hervorschaut. Dann erfolgt der Einbau der nächsten Reihe. Der Reihenabstand (ca. 1 bis 3 m) richtet sich nach dem Schüttmaterial, der Hangneigung und der Standfestigkeit. Es braucht 10 bis 20 Weidenäste pro Laufmeter mit allen Zweigen. In dichten anstehenden Böden nimmt man kürzere Äste von ca. 60 cm Länge. In lockeren, geschütteten Böden verwendet man lange Äste (2 bis 4 m Länge). Der Einbau erfolgt nur während der Vegetationsruhezeit. Kombination mit bewurzelten Weiden ist sinnvoll.	Einbau
Durchwurzelung und Hangsicherung werden beschleunigt, wenn zwischendurch bewurzelte Pflanzen (etwa 5 Stück / Laufmeter) eingesetzt werden. Das Astwerk kann mit Rundhölzern beschwert werden. Die Bermen sind zu verdichten. Die Bauzeit fällt in die Vegetationsruhe. Zur Bodenverbesserung kann Erde beigemischt werden.	Zu beachten
• Führt der Hang Wasser, muss der Boden der Berme gegen das Gewässer geneigt sein. • Ist der Hang trocken, muss der Boden der Berme leicht schräg gegen den Hang geneigt sein (10°).	Typische Fehler
• mit Faschinen • mit Pflanzung standortgerechter Büsche und Bäume	Kombinationsmöglichkeit
Buschlagen eignen sich weniger für den Rückhalt von Mutterboden. Die Weiden sind auch relativ kurzlebig und müssen immer wieder geschnitten werden. Pflegeplan nötig.	Vorsicht

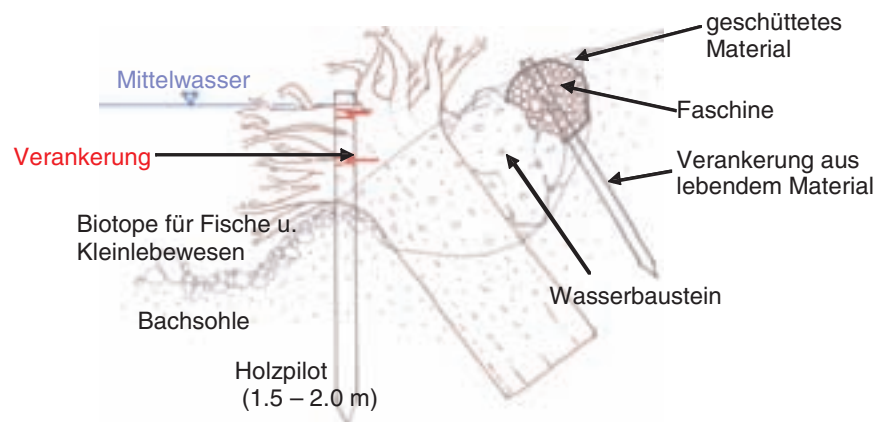
6. Wurzelstöcke



Querschnitt A



Querschnitt B



- Gestaltung variabler Ufer
- ingenieurbioologische Ufersicherung
- Bildung von Unterständen für Fische
- Biotopangebot für Wasserorganismen Material
- Wurzelstöcke
- tote oder lebendige Bäume
- Kies, Wasserbausteine
- Drahtseile, Pilote

Ziel

Erfolgt in vorbereitete Mulden im Ufer, in denen die Wurzelstöcke einzeln, in Reihen oder Gruppen mit den Wurzeln oder mit dem Stamm nach unten so in die Ufer gesetzt werden, dass Teile des Wurzeltellers in das Fliessgewässer ragen (neue Lebensräume) und der Stock gut im Ufer verankert bleibt. Danach wird jeder Wurzelstock uferseitig mit Kies oder Erdmaterial überschüttet und eventuell mit grösseren Steinen oder mit Pfosten (Piloten) im Ufer verankert.

Einbau

Die Wurzelstöcke sind so zu setzen, dass ihre Wurzeln vom Wasser angeströmt werden (Niederwasserlinie beachten). Das Wurzelgeflecht bildet Unterwasserlebensräume, Verstecke und Nischen für Kleinlebewesen und Fische. Am Wurzelstock ist mindestens 1.5 m Stamm zu belassen, damit der Stock tief genug verankert werden kann. Es können auch lebende Stöcke von Weiden oder Erlen verwendet werden (Förderung der Durchwurzelung der Ufer durch Einwachsen). Der Stock ist sorgfältig zu bergen, damit möglichst viel vom Wurzelwerk erhalten bleibt. Wurzelstöcke von Buchen sind weniger geeignet, weil nicht lange haltbar.

Zu beachten

- mangelnde Einbindung und Verankerung in die Uferböschung
- zu wenig angeströmter Wurzelteller
- zu starke Beschädigung der Wurzeln beim Bergen und Setzen der Stöcke

Typische Fehler

- mit Faschinen (lebendes Material)
- mit Steckhölzern
- mit Wasserbausteinen

Kombinationsmöglichkeit

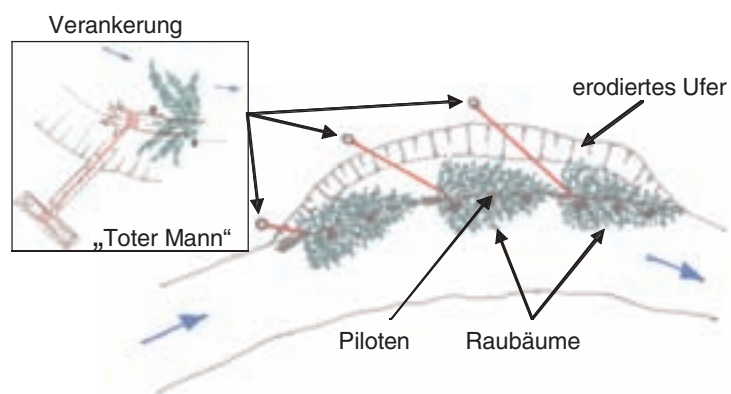
Es ist zu vermeiden, dass die eingebauten Wurzelstöcke hinterspült werden (im Übergang zur Uferpartie ober- und unterhalb mit Faschinen oder Wasserbausteinen sichern).

Vorsicht

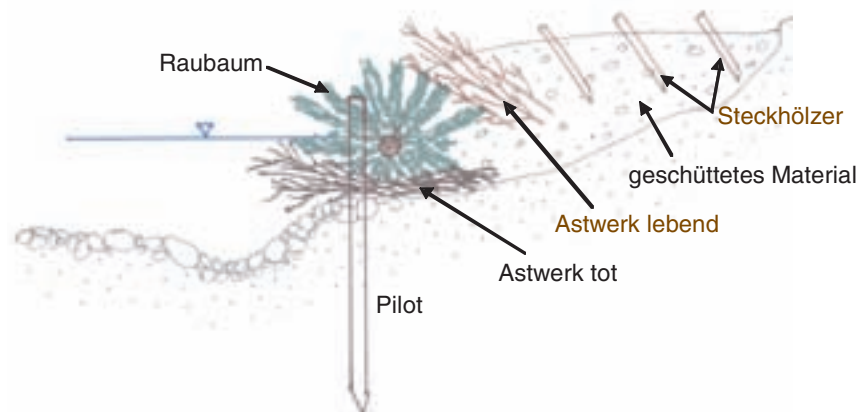
7. Raubäume



Situation



Querschnitt



- Schutz und Wiederherstellung von Uferanrissen
- Ablagerung von Feinmaterial; Uferneubildung
- Sicherung durch Pflanzung Material
- Fichten oder andere astreiche Bäume
- Pfähle und Wasserbausteine

Ziel

Eine (oder mehrere) grüne, astreiche, frisch gefällte Fichte wird auf eine Astlage so in eine Erosionsstelle des Ufers gelegt, dass der Wipfel immer in Fliessrichtung zeigt. Die Raubäume werden durch im Ufer verankerte Seile gesichert (sog. "toter Mann") oder zwischen zwei Holzpfehlreihen (Piloten) am Ufer verklemmt. Die Unterlage aus totem Astwerk schützt vor Unterspülung. Landseitig wird der Raubaum mit einer dichten Lage lebender, ausschlagfähiger Weidenäste abgedeckt. Danach werden die Weidenäste mit einem Gemisch von Sand, Kies und etwas Erde überdeckt. Das neu gebildete Ufer wird bepflanzt (Steckhölzer) und so weiter stabilisiert. Das Geäst der Fichten fördert die Ablagerung von Sand und Feinkies am Raubaum, so dass sich ein neues Ufer bildet. Grösse und Anzahl der Bäume richten sich nach dem Ausmass der Ufererosion.

Einbau

Es können auch Baumkronen anderer Bäume verwendet werden, wobei die Beschädigungen des Astwerks zu vermeiden ist (Vorsicht beim Transport). Der Wurzelteller kann zur Verankerung der Bäume verwendet werden. Grundsätzlich können Raubäume zur Lebensraumverbesserung auch an nicht erodierten Ufern eingebaut werden.

Zu beachten

- Verwendung von Bäumen mit zu wenig dichtem Astwerk
- Astwerk als Unterlage und Abdeckung des Raubaumes nicht vergessen (Erosionsschutz)
- Astwerk ausschlagfähig (Durchwurzelung) nicht vergessen

Typische Fehler

- mit Steckhölzern
- mit standortgerechter Bepflanzung
- mit Faschinen
- mit Wasserbausteinen

Kombinations- möglichkeit

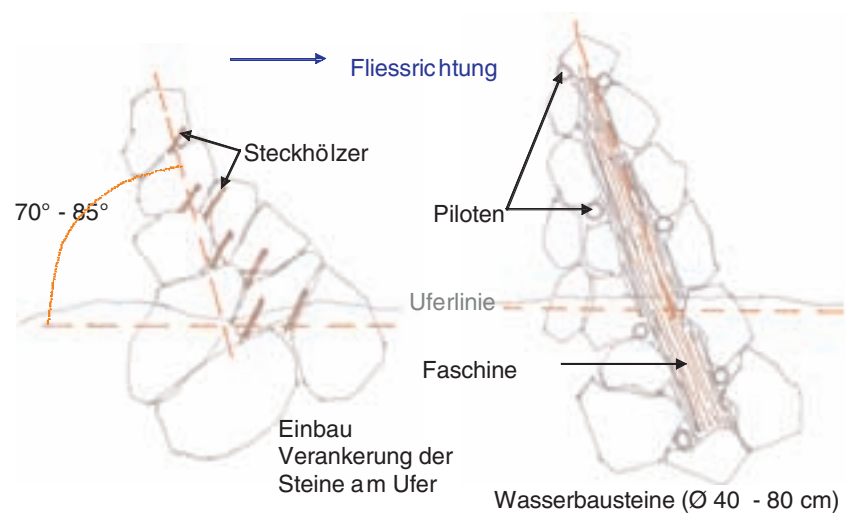
Hinterspülung vermeiden! Im Übergang zur nächst folgenden Uferpartie mit Wasserbausteinen (z.B. kleine Blockvorlage oder Buhne) sichern.

Vorsicht

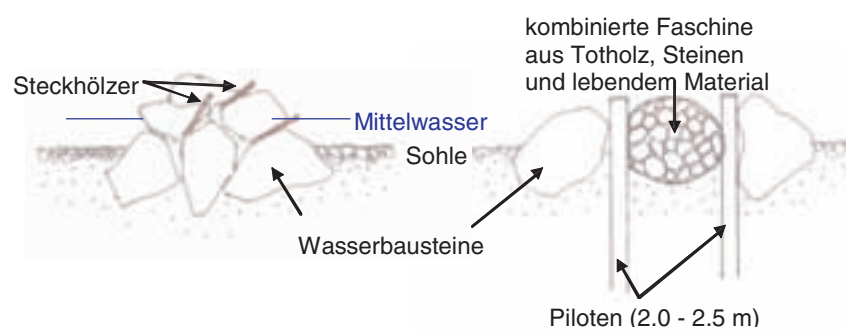
8. Buhnen



Situation



Querschnitt



- Uferschutzmassnahme
- Strömungslenkung, fördern vielfältiger Strömung
- Schaffung von Stillwasserbereichen
- Strukturierung des Gewässerbettes

Ziel

- Wasserbausteine
- Steckhölzer
- Flechtzaun, Buschlage
- Faschine
- Ganze Bäume als Kern

Material

Die Buhnen dienen dem Uferschutz. Es sind flache, in der Uferböschung eingelassene, dreieckig oder spornartig gegen die Gewässermitte hervortretende Bauwerke aus Wasserbausteinen oder kombinierten Bauweisen (mit lebendem Pflanzen). In den Buhnenfeldern (zwischen den Buhnen) entstehen Stillwasserbereiche und sandige Ufer, die in kleinen und mittleren Gewässern zu abwechslungsreicheren Lebensräumen beitragen.

Einbau

Im verengten Abflussprofil gegenüberliegender Buhnenköpfe erhöht sich die Fliessgeschwindigkeit und die auf die Sohle wirkende Schleppkraft. Bei Fliessgewässern >10 m Breite steht der Uferschutz im Vordergrund. Der Abstand der Buhnenköpfe soll etwa das 5- bis 10-fache der Gewässerbreite betragen. Die Buhnen müssen im Verhältnis 1:10 zur Gewässermitte abfallen und sind in einem Winkel von etwa 70 bis 85 ° zur Uferlinie flussaufwärts gerichtet (inklinant) zu bauen, damit die Hauptströmung gegen die Flussmitte gelenkt wird (Schutz der Ufer vor direkter Anströmung). Buhnen tragen auch hier zur Strukturierung des Gewässerbettes bei, wenn es in Stillwasserbereichen zur Ablagerung von Sand und Feinmaterial kommt.

Buhnen sind an sich harte Ufersicherungsmassnahmen. Sie können Schutz und Auflockerung im Übergangsbereich zu rein pflanzlichen Ufersicherungsmassnahmen bieten. Versetzt an beiden Ufern eingebaute Buhnen ermöglichen, in einem begradigten Gewässer eine gewisse "Meandrierung" wieder herzustellen.

Zu beachten

- Nicht Einbinden in die Uferböschung (Gefahr des Hinterspülens)
- Zu wenig flache und zu mächtige Ausführung
- Eintönig, wenn regelmässig über lange Gewässerabschnitte eingebaut

Typische Fehler

- mit lebenden Pflanzen, Flechtzäunen, Buschlagen oder Steckhölzern
- mit Blocksatz oder Blockvorlagen bei Prallufern

Kombinationsmöglichkeit

Buhnen können den Abflussquerschnitt verkleinern. Es sind hydraulische und Flussgeometrische Überlegungen anzustellen. Erfahrung nötig!

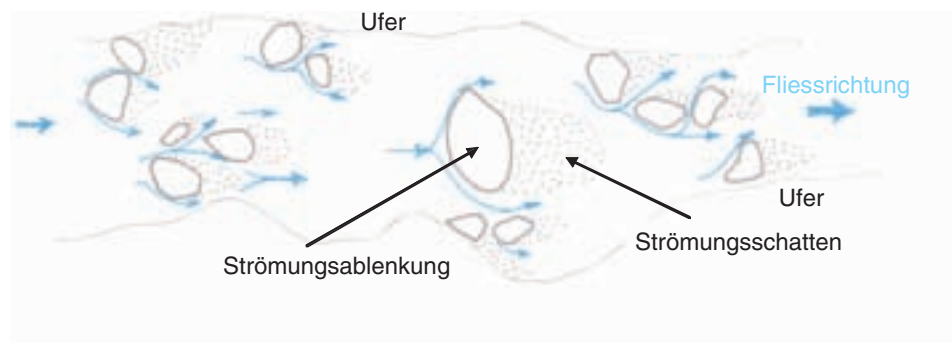
Vorsicht

9. Störsteine



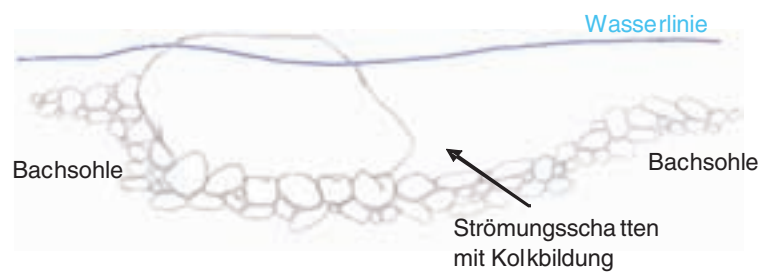
Situation

Störsteine einzeln oder in Gruppen für eine Abwechslungsreiche Strömung



Querschnitt

Einzelner Störstein



Ansicht

Einzelner Störstein



- Strömungsablenkungen, Schaffung von Stillwasserbereichen und abwechslungsreichen Strömungsmustern
- Gestalten unregelmässiger Uferlinien (Buchten und Landzungen) durch Störsteine
- partieller Uferschutz

Ziel

- Wasserbausteine aus der Region des Gewässers

Material

Wasserbausteine (Ø 40 bis 150 cm) können einzeln oder in Gruppen von zwei bis fünf Stück in vorbereitete Mulden in die Gewässersohle hineinverlegt werden (Trockeneinbau). Wird im Wasser gebaut, können die Steine auch direkt in vorbereitete Mulden der Sohle gesetzt und mit der Baggerschaufel festgedrückt werden.

Einbau

Runde, oder zumindest formwild gebrochene Wasserbausteine (Zyklopen) aus der Region des Gewässers sind zu bevorzugen. Der Einsatz von Wasserbausteinen ist sehr vielfältig und erlaubt in Kombination mit anderen Massnahmen die Gestaltung abwechslungsreicher Ufer und einer vielfältigen Bachsohle mit einem Mosaik unterschiedlicher Strömungsmuster.

Die Grösse der Steine entspricht normalerweise derjenigen von Wasserbausteinen. Sie müssen aber der Grösse nach unbedingt in den Bach passen. Beispiel: Kleine Wiesenbäche haben nicht die Kraft, übergrosse Blöcke von 1.0 m Durchmesser und mehr mitzuschleppen. Die Schleppkraft des Wassers bestimmt oft die Steingrösse.

Zu beachten

- zu grosse, oder behauene Steine
- Steine aus anderen Einzugsgebieten
- zu schematisch gesetzte Steine

Typische Fehler

- mit Schüttung von Kiesbänken längs und quer zur Fliessrichtung (überschüttete Steine)
- mit Schüttung von Blockteppichen längs und quer zur Fliessrichtung (Schnellen)
- mit Kiesinseln / Schotterbänken und Flachwasserzonen
- Einbau ins Ufer als Strömungsenker
- mit Blockvorlagen oder Blocksatz
- zur Gestaltung von Niederwasserrinnen
- mit Bühnen

**Kombinations-
möglichkeit**

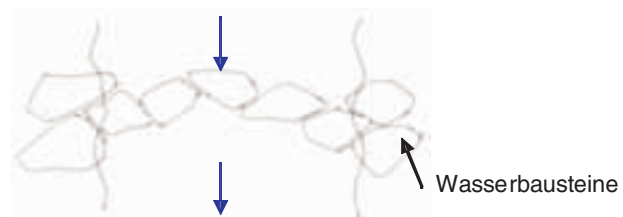
Wasserbausteine versinken langfristig durch das Eigengewicht und die Kraft des Wassers in der Gewässersohle. Sie verlieren dann ihre ursprüngliche Aufgabe der Strömungsumlenkung. Uferanrisse durch Strömungsablenkung sind möglich.

Vorsicht

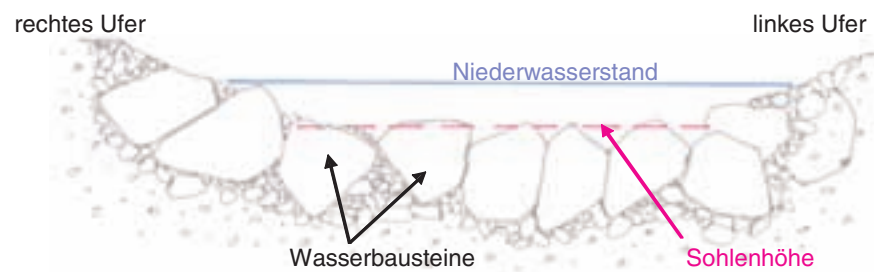
10. Sohlswellen



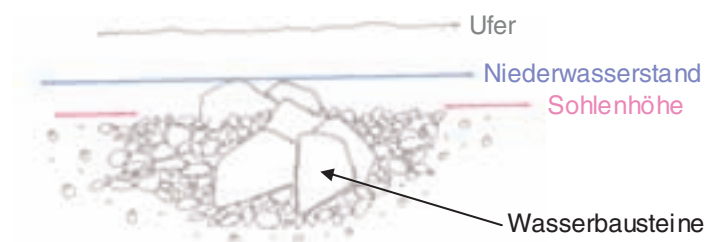
Situation



Querschnitt



Längsschnitt



- Sohlensicherung des Baches gegen Tiefenerosion durch Riegel aus Wasserbausteinen oder Pfahlreihen (Piloten) Material
- Wasserbausteine oder Piloten
- Kies

Ziel

Eine Sohlschwelle wird eingebaut um die Erosion der Gewässersohle zu verhindern. Quer durch das Bachbett wird von Ufer zu Ufer ein genügend grosser und tiefer Graben ausgehoben, in den formwilde Wasserbausteine ineinander verkeilt und sohleneben verlegt werden. Die Wasserbausteine sind auch bei kleineren Bächen mindestens 1 m ins Ufer hinein zu verankern. Nach dem Setzen der Steine werden die Zwischenräume des Grabens mit Kies verfüllt. Einzelne Steine der Sohlgurte dürfen ein wenig (max. 10 cm) aus der Sohle herausragen.

Einbau

Sohlschwellen können auch aus einer Palisade von Holzpfählen von 1.5 bis 2.5 m Länge erstellt werden, die in einer Reihe sohleneben in das Bachbett geschlagen und mit Wasserbausteinen im Ufer verankert werden.

Sohlschwellen müssen nicht immer senkrecht zur Strömung eingebaut werden. Sie werden konvex flussaufwärts gekrümmt oder schräg konstruiert und tragen dadurch zu Strömungsablenkung und abwechslungsreichen Strömungsmustern bei.

Zu beachten

- fehlende Verankerung in beiden Ufern und in der Sohle
- Überragen der Bachsohle

Typische Fehler

- mit Strömungsablenkung (Störsteine)
- mit Blockvorlage
- mit Buhnen
- mit Steckhölzern

**Kombinations-
möglichkeit**

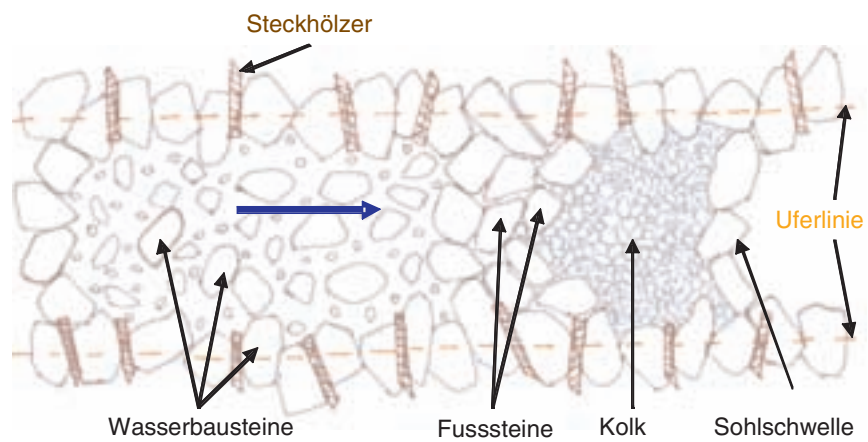
Genügend grosse und wenn möglich runde oder formwild gebrochene Steine aus dem Einzugsgebiet verwenden.

Vorsicht

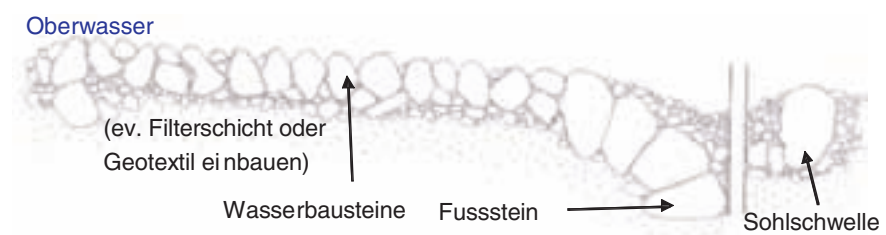
11. Sohl- oder Blockrampen



Situation



Längsschnitt



- Ersatz unüberwindlicher Querbauwerke
- Wiederherstellen der Durchgängigkeit
- Rückbau der Gewässersohle, Furten und Schnellen

Ziel

- Wasserbausteine (0.5 bis 2.5 t)
- starke Steckhölzer
- SBB Schienen od. Stahlpfähle

Material

Auf einer flachen Rohplanie werden mehrere Lagen formwilde Blöcke und Steine (Ø 40 bis 120 cm) zu einer rampenartigen, lockeren Steinlage als neue Gewässersohle von unten her geschüttet. Das Gefälle soll höchstens 1:15, besser 1:20 erreichen, um die Durchgängigkeit für Wassertiere wiederherzustellen. Im Bereich der Blockrampe müssen die Ufer durch Wasserbausteine oder starke Steckhölzer aus Baumweiden gesichert werden. Die Steine sind im Ufer zu verankern und sichern die Blockrampe durch seitliche Verzahnung. Die Rampe kann auch mit starken Steckhölzern aus Baumweiden gesichert werden, denn die Wurzeln wachsen zwischen den Steinen der Blockrampe bis zum gegenüberliegenden Ufer vor und festigen so das Bauwerk. Die geschüttete Blockrampe kann im Oberwasser durch eine senkrechte, sohleebene Pfählung (Eisenbahnschienen) und im Unterwasser durch Fusssteine (oder sohleebene Pfählung) und eine Gegenschwelle gesichert werden. Die Fusssteine sind bis in den Kolk hinein zu verlegen. Ist das Kies der natürlichen Sohle im Vergleich zum geschütteten Material zu fein, ist ein einlagiger Einbau der Steine nicht möglich. In diesem Fall wird ein Aufbau eines mineralischen Filters empfohlen (Alternative allenfalls geotextiles Filter Vlies).

Einbau

- mangelnde Ufersicherung (starke Steckhölzer oder Wasserbausteine verwenden)
- mangelnde Verankerung der Wasserbausteine im Ufer
- zu grosses Gefälle
- zu wenig strömungsberuhigte Stellen
- zu geringe Wassertiefen (die Rampe darf nicht zu breit sein)

Typische Fehler

- Steckhölzer
- Wasserbausteine
- Blockvorlagen ev. kleine Buhnen

**Kombinations-
möglichkeit**

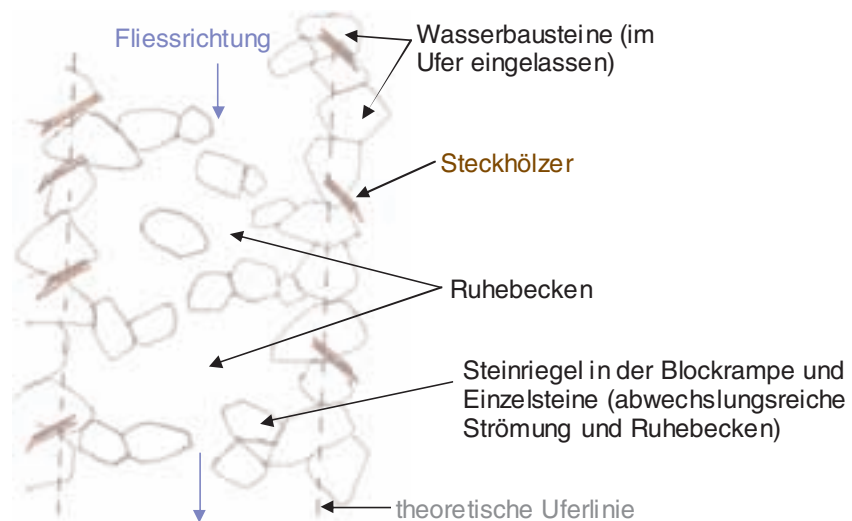
Die Verteilung der Steine stabilisiert die Blockrampe. Gewölbter, sorgfältiger Aufbau fördert die Durchgängigkeit der Rampe bei Niederwasser. Bei Extremhochwasser kann das Bauwerk versagen. Die Steine werden heute aus Kostengründen geschüttet, statt gesetzt. Sandstein, Gneis u. Tonschiefer sind weniger geeignet. Erfahrung nötig!

Vorsicht

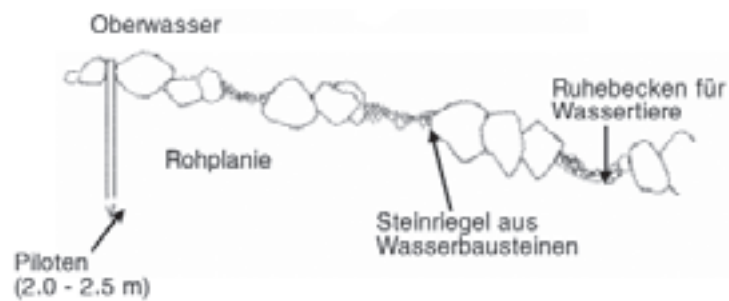
12. Aufgelöste Blockrampen



Situation



Längsschnitt



- Ersatz unüberwindlicher Querbauwerke
- Rückbau der Gewässersohle
- Wiederherstellung der Durchgängigkeit

Ziel

- Wasserbausteine
- Steinschüttmaterial (Kies bis Schroppen)

Material

Auf einer flachen Rohplanie (Neigung 1:15 bis 1:20) werden mehrere Lagen grobe Blöcke und Steine (Ø bis 40 bis 150 cm) zu einer rampenartigen, lockeren Steinschüttung als neue Gewässersohle aufgebaut. In die Rampe werden Riegel aus einzelnen, unregelmässig aneinander gesetzten, grossen Wasserbausteinen tief eingebaut, so dass sich immer wieder Bereiche mit ruhigerer Strömung bilden, die wandernden Wassertieren als Ruhebecken dienen. Je besser und tiefer die formwilden Wasserbausteine ineinander verkeilt werden, desto stabiler wird die Blockrampe.

Einbau

Im Bereich der Blockrampe sind die Ufer durch starke Steckhölzer aus Baumweiden oder durch ins Ufer eingelassene Wasserbausteine seitlich zu sichern. Die Steckhölzer der Baumweiden stabilisieren die Blockrampe durch ihre Wurzeln, die zwischen den Steinen der Blockrampe bis zum gegenüberliegenden Ufer vordringen und das Werk festigen. Die geschüttete Blockrampe kann im Ober- und im Unterwasser durch senkrechte Pfählung oder durch Fusssteine zusätzlich gesichert werden.

Ist das Kies der natürlichen Sohle im Vergleich der Rampensteine zu fein, ist unter der Rampe ein filtersicherer Aufbau (Kiesfilter oder geotextiles Vlies) vorzusehen.

Die Kaskadenrampe ist rund gewölbt zu bauen, damit sich das Wasser bei geringer Wasserführung in der gewölbten Blockrampe wie in einer Niederwasser Rinne sammelt und ausreichende Tiefen für die Wassertiere erhalten bleiben.

Zu beachten

- mangelnde Ufersicherung (starke Steckhölzer oder Wasserbausteine verwenden)
- mangelnde Verankerung der Wasserbausteine im Ufer (Blockrampenbereich)
- zu grosses Gefälle (zu hohe Fliessgeschwindigkeiten)
- zu wenig strömungsberuhigte Stellen (Ruhebecken)
- zu geringe Wassertiefen (Rampe gewölbt und nicht zu breit bauen)

Typische Fehler

- mit Blocksatz zur Ufersicherung
- mit starken Steckhölzern aus Weidenbäumen
- Zusätzliche Blockvorlagen
- ev. Bühnen

Kombinationsmöglichkeit

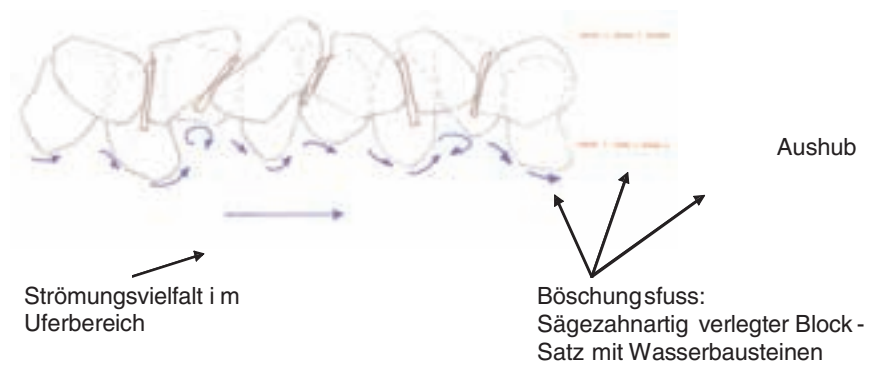
Vergleiche Massnahme 11; Erfahrung nötig.

Vorsicht

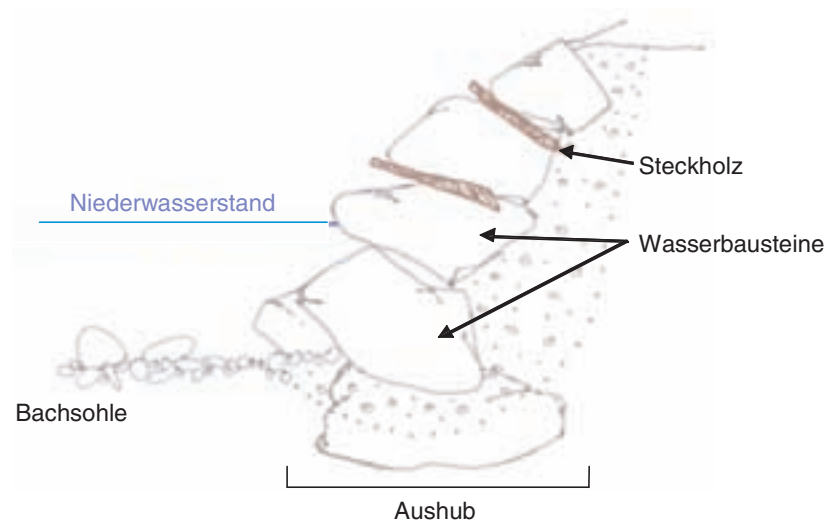
13. Blocksätze



Situation



Querschnitt



- Schnell wirkender Uferschutz nach Hochwasserschäden, beschränkt auf gefährdete Uferabschnitte, z.B. Prallufer

Ziel

- Wasserbausteine
- Steckhölzer

Material

Im Bereich der Wasser- Land-Grenze wird ein Graben entlang der Uferlinie ausgehoben (Dimension nach den vorgesehenen Wasserbausteinen). In diesen Graben werden die Reihen der Wasserbausteine, die den Böschungsfuss bilden, möglichst abwechslungsreich gesetzt, so dass viele grössere und kleinere Vorsprünge und Buchten entstehen. Die hervorstehenden und zurückversetzten Steine sind einzeln und verkeilt zu setzen. Danach erfolgt der Aufbau durch abwechslungsreiches Schichten weiterer Blockreihen bis zur gewünschten Uferhöhe.

Einbau

Blocksatz ist eine harte Ufersicherungsmassnahme, weil er in die Wasser-Land-Grenze gebaut wird. Hier liegen aber die wichtigsten Lebensräume, und hier finden auch die wichtigen biologischen Lebenszyklen der Wassertiere statt, die dieser Ufersicherung geopfert werden.

Zu beachten

Blocksatz dient lokal zum Schutz vor gefährlicher Ufererosion (Sicherheit). Der Lebensraumverlust kann etwas kompensiert werden, wenn die wild gebrochenen Wasserbausteine für den Bau sorgfältig ausgewählt, einzeln und möglichst unregelmässig gesetzt werden (sägezahnartig versetzter Blocksatz). Als neue Land-Wasser-Grenze muss eine möglichst unregelmässig ausgebildete Uferlinie mit deutlichen Vorsprüngen, Buchten, Löchern und Stillwasserbereichen entstehen. Die Stabilität des Bauwerks wird durch die gegenseitige Verkeilung der formwilden Steine erreicht.

- zu eintönig und zu ordentlich aneinander gereichte und zu grosse Wasserbausteine
- zu wenig abwechslungsreich gesetzte Steine
- keine Hinterfüllung des Blocksatzes mit Beton

Typische Fehler

- mit Steckhölzern in den Fugen der Steine (begrünter Blocksatz)
- mit Blockvorlagen
- mit Bühnen

Kombinationsmöglichkeit

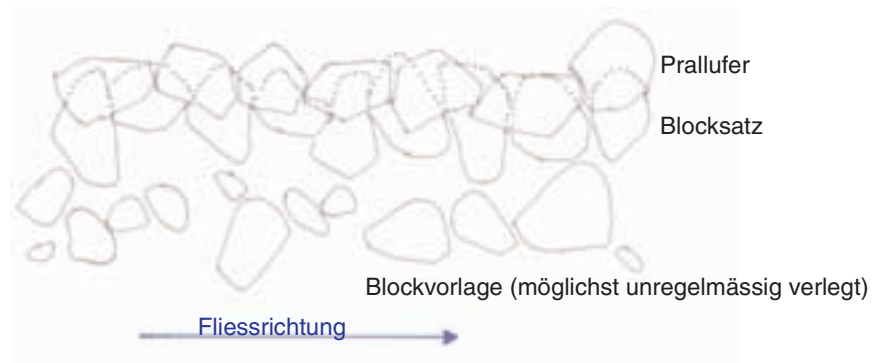
Die Wasserbausteine dürfen nicht nur mit ihren flachen Seiten gegen das Wasser gesetzt werden, weil so keine Nischen und Rückzugsmöglichkeiten für die Besiedlung der Ufer durch Tiere geschaffen werden (Mauerwirkung).

Vorsicht

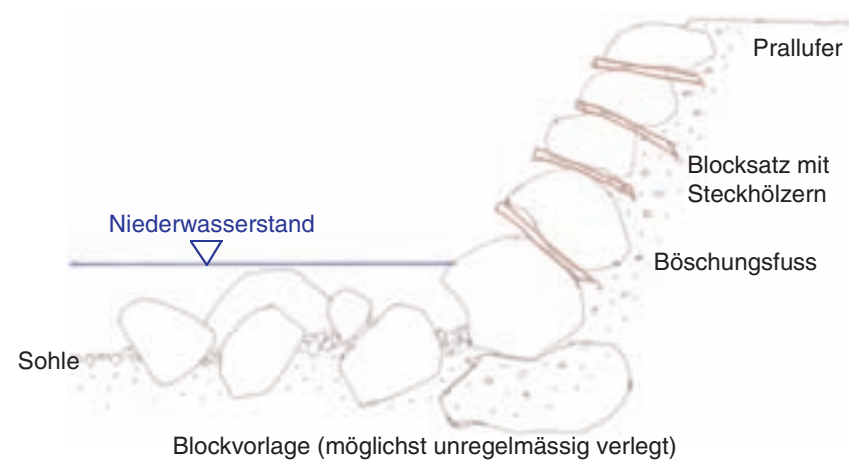
14. Blockvorlagen



Situation



Querschnitt



- Aufwertung hart verbauter Ufer im Siedlungsbereich
- Schaffung variabler Uferlinien mit Lebensräumen

Ziel

- Wasserbausteine aller Grössen

Material

Runde oder wild gebrochene Wasserbausteine werden naturfern verbauten Ufern vorgelegt, so dass zahlreiche und vielfältige Uferstrukturen, Nischen, kleine Buchten mit wenig Strömung, Unterschlüpfen und Widerwasser für die Besiedlung durch Wassertiere entstehen, ohne dass die Funktion des Uferschutzes beeinträchtigt wird.

Einbau

Die Wasserbausteine müssen dabei einzeln und sorgfältig aufeinander abgestimmt entlang des Böschungsfusses verlegt werden. Die Steine sind möglichst wild und gegeneinander verkeilt zu setzen. Sie werden meist ganz oder zu $\frac{3}{4}$ untergetaucht eingebaut (Niederwasserstand beachten).

Zu beachten

- zu eintönig verlegt
- zu wenig abwechslungsreich verlegt

Typische Fehler

- mit ingenieurb biologischen Ufersicherungen als zusätzlicher Schutz gefährdeter Stellen
- mit Blocksatz an Prallufern zur Aufwertung harter Uferverbauungen

Kombinationsmöglichkeit

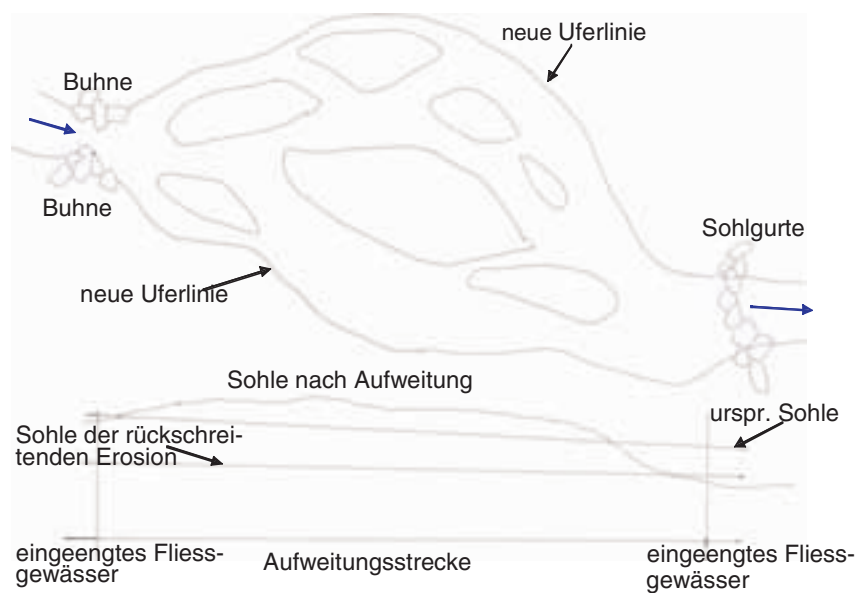
Beim Einbau ist darauf zu achten, dass die Steine der Blockvorlage die direkte Einwirkung der Strömung auf die Ufersicherung vermindern.

Vorsicht

15. Aufweitungen der Ufer



Situation



Längsschnitt

- Vielfältige Ufergestaltung
- örtliche Wiederherstellung und Verbesserung der Fliessgewässerdynamik
- Strömungsvielfalt, Stillwasser und Stellen mit abwechslungsreichen Fliessmustern
- Biotope für Jungfische
- Zulassen von Kiesablagerungen und Erosion

Ziel

- Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials
- Wasserbausteine

Material

Dem Bach wird auf einem möglichst langen Abschnitt an einem oder beiden Ufern eine deutlich grössere Breite zugestanden. Die Ufer werden zurückgenommen und als kiesige Flachwasserzonen mit ingenieurbioologischer Sicherung oder Buhnen gestaltet.

Einbau

In den Übergängen zur Aufweitung und zur ursprünglichen Breite sind die Ufer zu verengen. Sohle und Ufer müssen dort tiefgründig mit Steinen mindestens 2 bis 3 m tief gesichert werden. Die Übergänge können durch Blockrampen, Sohlgurten und Blocksatz geschützt werden, insbesondere dort, wo sich die Aufweitung wieder auf die ursprüngliche Profilbreite verengt (höhere Fliessgeschwindigkeiten).

Zur Förderung der Fliessgewässerdynamik sollten Aufweitungen grosszügig gebaut werden, damit sich eine grössere Vielfalt und mehr Lebensraum für eine vielfältigere Tierwelt im revitalisierten Bachabschnitt einstellt.

Zu beachten

- zu klein dimensionierte Aufweitungen
- zu wenig Ufersicherung im Bereich der Aufweitung
- mangelnde und zu wenig tiefe Sicherung der Übergänge

Typische Fehler

- mit Blockrampen, Sohlgurten und Blockvorlagen (nur örtlich)
- mit Wasserbausteinen (Störsteinen)
- mit Faschinen (nur örtlich)
- mit Steckhölzern

**Kombinations-
möglichkeit**

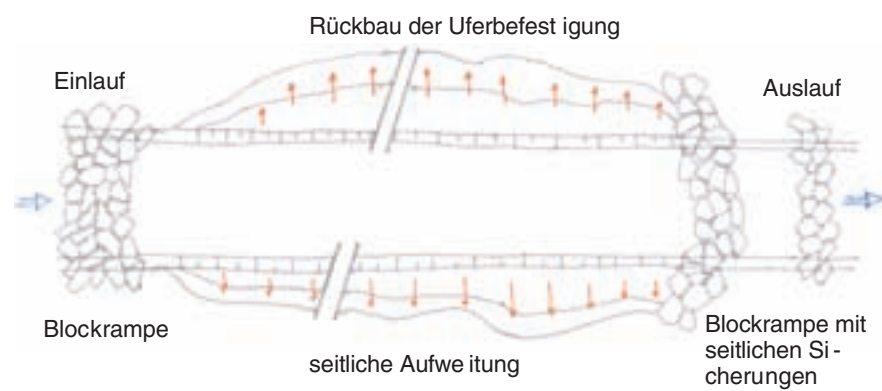
In den Aufweitungen entstehen vielfältige Geschiebeablagerungen und neue Fliessgewässerbiootope. Die Aufweitungen sind hinsichtlich der Geschiebeablagerungen zu überwachen. Mit grösserer Dynamik und mehr Landbedarf ist zu rechnen.

Vorsicht

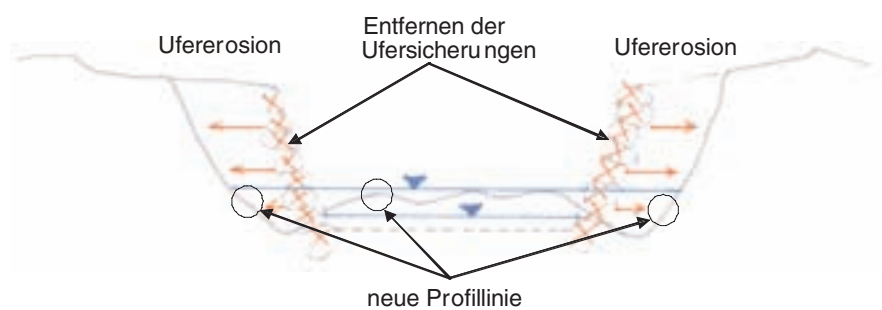
16. Eigendynamische Aufweitungen



Situation



Querschnitt



- Natürliche Ufer
- Örtliche Wiederherstellung und Verbesserung der Fliessgewässerdynamik
- Zulassen von Kiesablagerungen und Erosion
- Bekämpfung grossräumiger Sohlenerosionen
- Dynamisierung des Geschiebehaushalts

Ziel

- Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials
- Wasserbausteine

Material

Auf einer ausgewählten Bachstrecke werden alle Sohlen- und Uferbauwerke (Schwellen, Blocksatz, Mauern usw.) entfernt bzw. rückgebaut. Dem Bach wird so die Möglichkeit gegeben, die Sohle umzugestalten und vor allem die Ufer zu erodieren. Die Ufererosionen führen zu einer eigendynamischen Aufweitung (Verbreiterung) des Gerinnes und einem Aufbrechen der monotonen Uferstrukturen. Dem häufig an Geschiebedefizit leidenden Bächen wird so auf natürliche Weise Material zugeführt. Während die eigentliche Aufweitungsstrecke von wasserbaulichen Einbauten frei gehalten wird, müssen der Einlauf und unter gewissen Umständen auch der Auslauf der Aufweitungsstrecke mit Blockrampen gesichert werden. Beim Auslauf ist zusätzlich eine seitlich tief eingebundene Ufersicherung notwendig.

Einbau

Unmittelbar nach Bauende ist die Aufweitungsstrecke in der Regel strukturarm. Die ökologische Aufwertung erfolgt erst mittel- bis langfristig (Hochwasserschichte), was bei der Erfolgskontrolle zu berücksichtigen ist.

Zu beachten

- mangelnder Gewässerraum
- zu wenig tief fundierte Sohlensicherung beim Einlauf
- zu wenig seitlich eingebundene Ufersicherung beim Auslauf

Typische Fehler

- mit Blockrampen
- mit Wasserbausteinen (Störsteinen)

Kombinationsmöglichkeit

Über die eigendynamische Aufweitung gibt es noch wenig theoretisches Wissen und praktische Erfahrung. Eine sorgfältige Projektierung und Sicherheitsreserven beim Bereitstellen von Gewässerraum sind notwendig.

Vorsicht