



Ingenieurbiologische Bauweisen an Fließgewässern, Teil 1

Leitfaden für die Praxis



Dieser Leitfaden ist Teil einer dreiteiligen Publikation bestehend aus:

- **Leitfaden**
- Steckbriefe
- Arbeitsblätter

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

10 Fragen – 10 Antworten

1. Was ist Ingenieurbiologie?

Ingenieurbiologie (Lebendverbau, Grünverbau) ist eine biologisch ausgerichtete Bauweise im Wasser- und Erdbau, welche biologische Baustoffe wie lebende Pflanzen und Pflanzenteile ingenieurmäßig einsetzt (s. Kapitel 2.1).

2. Wo werden ingenieurbiologische Bauweisen eingesetzt?

Ingenieurbiologische Bauweisen werden hauptsächlich zur Ufer- und Böschungsstabilisierung im Wasser- und Erdbau, zur Initiierung der Gewässerdynamik, zur Unterstützung bei der Gewässerunterhaltung und zur Schaffung naturnaher Gewässerstrukturen/Habitate eingesetzt (s. Kapitel 2.5).

3. Welche Vorteile bieten ingenieurbiologische Bauweisen?

Im Gegensatz zu rein technischen Bauwerken erfüllen ingenieurbiologische Bauweisen aufgrund ihrer biotechnischen Stabilisierungsfunktionen gleichzeitig ökologische und landschaftsgestalterische Qualitäten. Durch unterschiedliche Einbautechniken sowie die Kombinationen mit Hilfsstoffen ist eine Sofortwirkung nach Fertigstellung gewährleistet. Daneben zeichnen sich diese Bauweisen durch einfache Herstellbarkeit und einen geringen Maschineneinsatz aus (s. Kapitel 2.3).

4. Welche Ziele werden mit dem Einsatz ingenieurbiologischer Bauweisen verfolgt?

Ziel beim Einsatz ingenieurbiologischer Bauweisen ist eine dauerhafte, landschaftsangepasste und ökologisch hochwertige Maßnahme im Wasser- und Erdbau (s. Kapitel 2.5).

5. Welche Prüfschritte sind vor Beginn der Planung bzw. Baubeginn erforderlich?

Vor Beginn sind die grundsätzliche Notwendigkeit, Art und Umfang der Baumaßnahme, Durchführbarkeit, Genehmigungsbedarf, Wirtschaftlichkeit und Dauerhaftigkeit zu prüfen (s. Kapitel 2.4).

6. Was ist bei der Auswahl der Bauweise zu beachten?

Die Bauweise wird anhand der Faktoren Schadensursache, Platzverfügbarkeit, natürliche Standortfaktoren, Belastbarkeit, Bedarf an einer Sofortsicherung, Zugänglichkeit und Materialverfügbarkeit ausgewählt (s. Kapitel 3.1).

7. Welche Materialien finden Verwendung?

Es werden lebende Pflanzen und Pflanzenteile, oft in Kombination mit nicht austriebsfähigen Bau- und Hilfsstoffen wie Äste, Zweige, Reisig, Holzpfähle, -pflöcke, -stangen, Naturfasertextilien, Verbindungselemente wie Nägel, Schrauben, Draht etc. verwendet (s. Kapitel 3.3).

8. Was muss bei der Materialbeschaffung berücksichtigt werden?

Die Verwendung von gebietseigenem, herkunftsgesicherten Pflanzenmaterial, möglichst aus wildgewachsenen Naturbeständen oder „Muttergärten“, ist erforderlich. Eine Gewinnung möglichst nahe der Baustelle ist anzustreben (s. Kapitel 3.4).

9. Welche Möglichkeiten bietet die Ingenieurbiologie zur Kontrolle von Neophyten?

Ingenieurbiologische Deckbauweisen mit hoher flächenhafter Austriebs- und Wurzeldichte können Neophyten (z.B. Staudenknöterich) durch Beschattung schwächen und zurückdrängen. Eine fachgerechte Pflege sichert den langfristigen Erfolg (s. Kapitel 2.5).

10. Welche Pflegemaßnahmen sind bei ingenieurbiologischen Bauweisen notwendig?

Aufwuchs- und Stabilitätskontrollen nach Fertigstellung sowie nach den ersten Belastungssituationen sind notwendig. Danach ist die Kontrolle der weiteren Pflanzen-/Stabilitätsentwicklung, ggf. Korrekturmaßnahmen wie Rückschnitt, Auslichtung (artenselektiv) im Rahmen der Gewässerunterhaltung durchzuführen (s. Kapitel 3.6).





Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	7
2 Grundlagen	8
2.1 Definition	8
2.2 Ingenieurbiologische Bauweisen im Wandel der Zeit	10
2.3 Eigenschaften ingenieurbiologischer Bauweisen	13
2.4 Empfohlene Arbeitsschritte beim Einsatz ingenieurbiologischer Bauweisen	16
2.5 Ziele ingenieurbiologischer Bauweisen	20
3 Bau- und pflegetechnische Angaben	27
3.1 Vorbereitung und Planung einer ingenieurbiologischen Maßnahme	27
3.2 Gliederung der Bauweisen	29
3.3 Baumaterialien	30
3.4 Materialbeschaffung	32
3.5 Gehölze in der Ingenieurbiologie	35
3.6 Pflege	38
4 Beschreibung ausgewählter Bauweisen	44
4.1 Faschine	46
4.2 Spreitlage	50
4.3 Totholzbauweisen	54
4.3.1 Raubbaum	54
4.3.2 Wurzelstock	58
4.4 Bühnenfelder und Einzelbuhnen	60
4.5 Steckholz, Setzstangen	65
4.5.1 Steckholz	65
4.5.2 Setzstangen	68
4.6 Krainerwand (Holzgrünschwelle)	71
4.7 Vegetationswalze	75
4.8 Bepflanzte Böschungsschutzmatte	78
4.9 Lahnung	81
5 Quellenverzeichnis	85
6 Bildnachweis	88





1. Einleitung

Im Rahmen der Gewässerunterhaltung wird, laut Wassergesetz Baden-Württemberg, eine naturnahe Gestaltung und Bewirtschaftung des Gewässerbettes und der Ufer gefordert. Wenn nicht ausreichend Raum für eine naturnahe Eigenentwicklung besteht – „Lassen statt Machen“ – werden Sicherungsmaßnahmen erforderlich. Hierfür werden seit vielen Jahren ingenieurbioologische Bauweisen zur Sicherung von Gewässerufern und Böschungen eingesetzt. Dabei erstrecken sich ihre Einsatzgebiete vom urbanen Bereich bis in die freie Landschaft und in den Wald.

Der vorliegende Leitfaden betrachtet ingenieurbioologische Bauweisen des naturnahen Wasserbaus, die aufgrund ihrer vielseitigen Einsatzmöglichkeiten und ihrer einfachen Herstellung ausgewählt wurden. Die Bauweisen werden anhand von Steckbriefen und zahlreichen Beispielen insbesondere aus Sicht der Praxis aufgezeigt. Damit erhält der Anwender eine umsetzungsorientierte Anleitung. Eine ausführliche Beschreibung ist Hilfestellung für die korrekte Ausführung und Pflege der Bauweisen, damit die Entwicklung erfolgreich verläuft. Neben Hinweisen zur planerischen Vorgehensweise beim Einsatz dieser Bauweisen werden fachliche Argumente geliefert, die bei den Arbeiten an Fließgewässern helfen.

Zielgruppe des Leitfadens sind in erster Linie die Gewässerunterhaltungspflichtigen, insbesondere die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Bau- und Betriebshöfe. Aus diesem Grund wurde für jede der gewählten Bauweisen ein handliches Arbeitsblatt entwickelt, das die wichtigsten Angaben für die Praktiker enthält. Die Arbeitsblätter sind beidseitig bedruckt und wasserfest, damit sie auf den Baustellen eingesetzt werden können. Eine Sammlung von Steckbriefen stellt durchgeführte Maßnahmen in Baden-Württemberg dar und gibt damit Anregungen für die Planung. Die gesamte Publikation zu „Ingenieurbioologische Bauweisen an Fließgewässern“ gliedert sich damit in Leitfaden/Steckbriefe/Arbeitsblätter.

Die Gesamt-Publikation „Ingenieurbioologische Bauweisen an Fließgewässern“ wurde im Auftrag der WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH und der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg erstellt. Bei der Bearbeitung wurde auf vorhandene Literatur sowie auf anschaulich aufgebaute Praxisbeispiele zurückgegriffen. Eine projektbezogene Arbeitsgruppe aus Fachleuten der Wasserbehörden und ein Vertreter der Forstverwaltung unterstützte die Arbeit in fachlicher und organisatorischer Hinsicht.

2.1 Definition

Die Ingenieurbilogie ist eine biologisch ausgerichtete Bauweise im Wasser- und Erdbau, welche lebende Pflanzen und Pflanzenteile ingenieurmäßig einsetzt.

Im Bereich des Wasserbaus kann die Ingenieurbilogie die Sicherung der Ufer und bei kleineren Gewässern auch der gesamten Sohle übernehmen. Dabei ist je nach Bauweise eine Sofortsicherung gewährleistet. Ziel ist eine dauerhafte Sicherung mit der Entwicklung möglichst naturnaher Strukturen. Grundsätzlich ist ein naturnahes Ufergehölz die stabilste, dauerhafteste und ökologisch wie ästhetisch wertvollste Sicherung eines Gewässerufers. Zum anderen können ingenieurbilogische Bauweisen speziell im Wasserbau gezielt zur Aufwertung der Gewässerstruktur beitragen, da sie – insbesondere bei begradigten Gewässern – die Gewässerdynamik initialisieren können.

Pflanzen und Pflanzenteile werden so eingesetzt, dass sie als lebende Baustoffe im Laufe ihrer Entwicklung für sich, aber auch in Verbindung mit unbelebten Baustoffen, eine dauerhafte Sicherung erreichen. Dabei finden insbesondere Pflanzen Verwendung, die mit ihrem Wurzelwerk den Boden festigen und stabilisieren sowie mit ihren Trieben und Blättern eine schützende Vegetationsdecke bilden. Die Ingenieurbilogie ist nicht grundsätzlich ein Ersatz für rein technische Ingenieurbauweisen. Sie stellt vielmehr die zeitgemäß notwendige, naturnahe Bautechnik dar, die durch ihre Eigenschaft, vielerlei Funktionen erfüllen zu können, langfristig ökonomisch wie ökologisch sinnvoll ist (SCHIECHTL & STERN 2002).

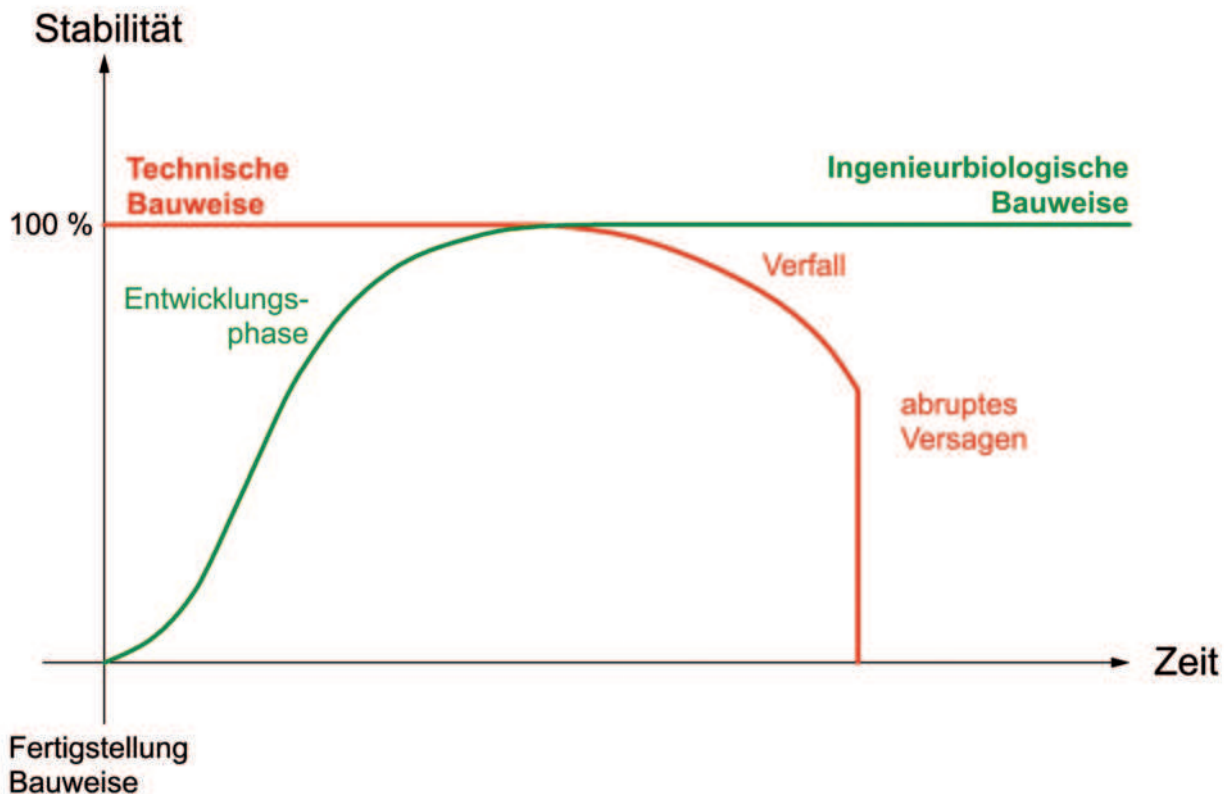


Abb. 2.1: Grad der Stabilität in Abhängigkeit der Lebensdauer; Vergleich von technischer mit ingenieurbilogischer Bauweise (eigene Darstellung)

Der Einsatz von Pflanzen ist überall dort möglich, wo ein potenzieller Lebensraum für Vegetation besteht. Sofern die biologisch-technischen Eigenschaften der Pflanzen ausreichen, verhindert die schützende und stabilisierende Pflanzendecke als Ersatz und sinnvolle Ergänzung von technischen Bauweisen die Erosion von Ufern und Böschungen (GESELLSCHAFT FÜR INGENIEURBIOLOGIE E.V. & EUROPÄISCHE FÖDERATION FÜR INGENIEURBIOLOGIE 2011).

Heute findet die Ingenieurbio-logie eine weitreichende Verbreitung. Diese Bautechnik wird zur Ufer- und Sohlensicherung fließender und stehender Gewässer, zur Böschungs- und Hangstabilisierung im Straßen- und Wegebau, zur Befestigung und Stabilisierung von Dünen, Deichen und Ufern an Meeres- und Seeküsten, zur Sicherung und Begrünung in Bergbaufolgelandschaften und Industriebrachen, zur Wildbach- und Lawinenverbauung sowie in der Landwirtschaft als Windschutzpflanzungen eingesetzt.

Merke!

In der Ingenieurbio-logie dient der Einsatz lebender Pflanzen und Pflanzenteile einerseits der **Sicherung erosionsgefährdeter Ufer und Böschungen**. Andererseits können ingenieurbio-logische Bauweisen speziell im Wasserbau gezielt zur **Aufwertung der Gewässerstruktur** beitragen. Damit werden neben biotechnischen Stabilisierungsfunktionen auch ökologische und landschaftsgestalterische Funktionsbereiche erfüllt. Ingenieurbio-logische Bauweisen können bei richtiger Anwendung und Pflege eine längere Lebensdauer als rein technische Bauweisen haben.

Einsatzgebiete der Ingenieurbio-logie:

- Ufer- und Sohlensicherung fließender und stehender Gewässer
- Böschungs- und Hangstabilisierung im Straßen- und Wegebau
- Befestigung und Stabilisierung von Dünen, Deichen und Ufern an Meeres- und Seeküsten
- Sicherung und Begrünung in Bergbaufolgelandschaften und Industriebrachen
- Wildbach- und Lawinenverbauung
- Windschutzpflanzungen



Faschinenbau bei einer Stromcoupirung

Abb. 2.2: Historischer Faschinenbau (ENKELWEIN 1800)

2.2 Ingenieurbiologische Bauweisen im Wandel der Zeit

Ingenieurbiologische Bauweisen wurden schon im 18. und 19. Jahrhundert im Wasserbau, in der Landwirtschaft oder beim Küstenschutz eingesetzt. Im Wasserbau wurde insbesondere die Verwendung von Weiden häufig erwähnt und näher erläutert (SCHLÜTER 1996). Anfang des letzten Jahrhunderts wurden zunehmend ingenieurbiologische Bauweisen zur Ufersicherung und Beseitigung von Erosionsstellen eingesetzt wie z.B. beim Ausbau und Begradigung der Alten Rench im Maiwaldgebiet.

Die Alte Rench wurde damals in der Abflussleistung ausgebaut, da es beim Eintritt der Rench in die Rheinebene immer wieder zur großflächigen Überflutung kam. Später nach dem II. Weltkrieg wurde der Renchflutkanal als Hochwasserentlastungskanal fertiggestellt und mit dem Ausbau verschiedener Gewässer, im Zuge der Acher-Rench-Korrektion (1936 bis 1967), die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse deutlich verbessert. Die Alte Rench wurde im Trapezprofil ausgebaut. Als Fußsicherung der Uferböschungen wurden zunächst Totfaschinen und Rasenziegel vorgesehen (s. Abb. 2.4). So begünstigte die Rohstoffknappheit zu dieser Zeit den Einsatz ingenieurbiologischer Bauweisen. Zu einem späteren Zeitpunkt, als die wirtschaftlichen Verhältnisse günstiger waren und das Sicherheitsdenken größer, wurden diese Bauweisen durch Steinpflaster ersetzt (s. Abb. 2.5).

Es darf nur kurz erwähnt werden, daß es von dem größten Vortheile ist, wenn man sich bei dem Baue an Strömen, statt der sonst gewöhnlichen kostbaren Pfäl- und Steinwerke, der Faschinenbaue bedient, welche nicht nur bei dem Stöße des Wassers und Eises weniger Beschädigung ausgesetzt sind, sondern auch außer der ansehnlichen Kostenersparung bei ihrem Aufbaue, noch den Vortheil mit sich führen, daß sie länger dauern und überdem eine Benützung des Weidenstrauchs gewähren.

Abb. 2.3: Auszug aus dem historischen Werk zum Faschinenbau (ENKELWEIN 1800)



Abb. 2.4: Einbau von Faschinen an der Alten Rench, 1920



Abb. 2.5: Pflasterarbeiten an der Alten Rench, 1954

Auch Prof. Dr. Ing. Eduard Kirwald schildert in seinen „Grundzügen der Forstlichen Wasserhaushaltstechnik“ (ARCHIV DES VERLAGES J. NEUMANN-NEUDAMM AG 1944) im Rahmen der Wildbachverbauung den Einsatz von lebenden Uferschutzbauten. Dabei werden Faschinen, Spreitlagen oder Flechtwerke als naturnahe und „wesensgemäße“ Maßnahmen zur Regelung und Sicherung von Wildwässern beschrieben. Um die Wildbäche ausreichend zu sichern, legt Kirwald bei der Bauplanung Wert auf die Verwendung von Baumitteln und Arbeitsverfahren, die möglichst naturverbunden sind und das Landschaftsbild nicht stören.

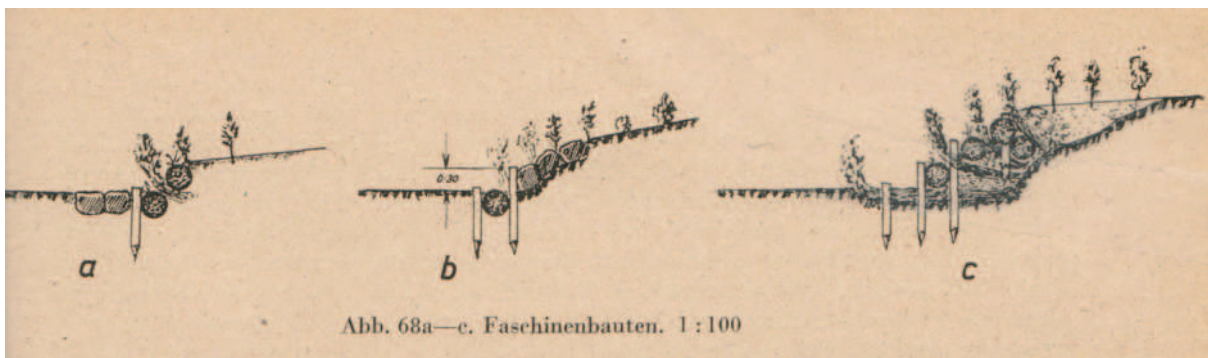


Abb. 2.6: Faschinen als lebende Uferschutzbauten (ARCHIV DES VERLAGES J. NEUMANN-NEUDAMM AG 1944)

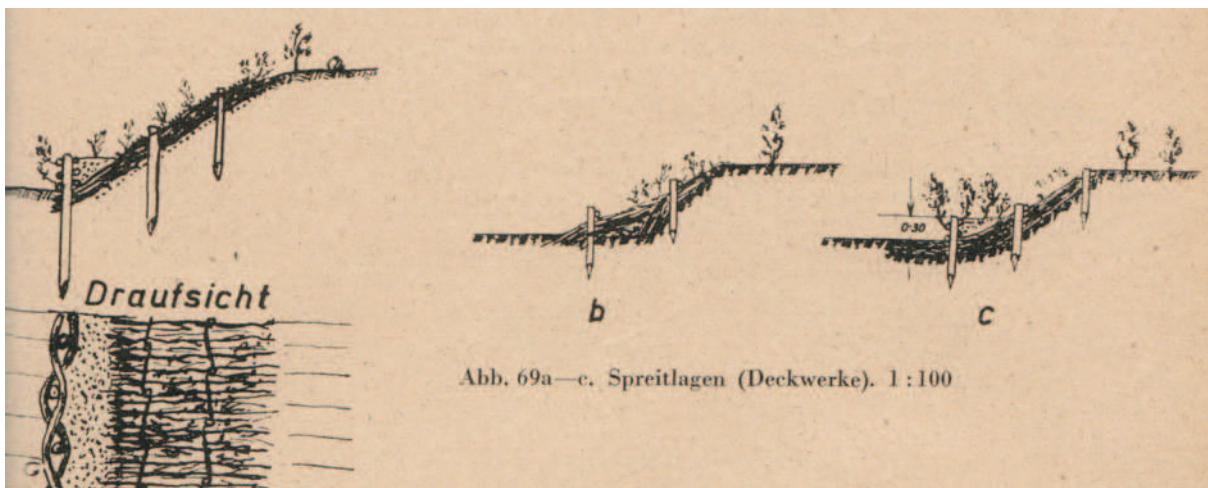


Abb. 2.7: Spreitlagen als Böschungssicherung in der Wildbachverbauung (ARCHIV DES VERLAGES J. NEUMANN-NEUDAMM AG 1944)

Ein weiterer Pionier des naturnahen Wasserbaus war Franz Meszmer, der beim Ausbau der Odenwälder Elz in Mosbach ökologische Gesichtspunkte berücksichtigte. Der Ausbau erfolgte in den Jahren 1955-1958. Meszmers als Saumwaldprofil bekannte Ausbauart erhielt den alten Gewässerverlauf als Mittelwasserbett und wurde durch ein wechselseitig angeordnetes Hochwasserprofil ergänzt. Somit konnte der wertvolle Uferwald größtenteils erhalten werden.

Bis in die 80er Jahre des letzten Jahrhunderts dominierten die Ziele Hochwasserschutz und Abflusssicherung bei den Ausbaumaßnahmen und Begradigungen im Gewässerbau. Naturnahe Ausbauten in größerem Maßstab waren die Ausnahme, es fehlte an gelungenen Beispielen und Erfahrungen. Ab Mitte der 80er Jahre wurden im Zuge des gesteigerten Umweltbewusstseins Gewässer zunehmend „renaturiert“. Damit begann die Renaissance der ingenieurb biologischen Sicherungsbauweisen.

Das Land Baden-Württemberg hat bereits 1980 mit dem Wasserbaumerkblatt die Berücksichtigung ökologischer Gesichtspunkte bei der Gewässerunterhaltung und im Wasserbau festgehalten. Mit dem Pilotprogramm „Naturnahe Umgestaltung ausgebauter Fließgewässer“ des damaligen Umweltministeriums konnten von 1987 an erste Umgestaltungsprojekte realisiert werden. Mit dem verstärkten Einsatz und den Erfahrungen aus den ersten Umgestaltungsprojekten wurde das Potential ingenieurb biologischer Bauweisen erkannt. Neben Zielen zur naturnahen Ufer- und Sohlensicherung, bekam die gewässerökologische Aufwertung eine größere Bedeutung. Die Bauweisen wurden eingesetzt, um Strukturen zu schaffen, den Stromstrich zu lenken oder Nischen anzulegen. In der Folge entstanden die ersten Leitfäden (s. Quellenverzeichnis) der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, ehemals Landesanstalt für Umweltschutz (LfU), zu Themen wie „Bauweisen des naturnahen Wasserbaus“ (LFU 1991) oder „Gesamtkonzept Naturnahe Unterhaltung von Fließgewässern“ (LFU 1995A). Die Veröffentlichungen zur „Naturnahen Umgestaltung von Fließgewässern“ (LFU 1992, 1995B) stellten die geplanten Pilotprojekte sowie deren Umsetzung und Entwicklung vor, mit dem Ziel die Erfahrungswerte festzuhalten und für die Zukunft weiter zu entwickeln. Einige der Projekte wurden längerfristig im Rahmen einer wasserwirtschaftlich-ökologischen Erfolgskontrolle begleitet.



Abb 2.8: Enz in ausgebautem Zustand in Pforzheim, 1987



Abb. 2.9: Naturnahe Entwicklung der Enz in Pforzheim, 2011

Eine der ersten großen Umgestaltungsmaßnahmen mit naturnahen Bauweisen an einem Gewässer I. Ordnung im stadtnahen Bereich war die naturnahe Umgestaltung der Enz in Pforzheim im Rahmen der Landesgartenschau 1992. Das Pilotprojekt, das in den Jahren 1990/91 realisiert wurde, lieferte erste Informationen über das damals neue Arbeitsgebiet des Gewässerschutzes. Zugleich zielte das Projekt darauf ab, die gewählten Bauweisen intensiv zu beobachten, um die Erfahrungen für die Praxis weiter zu geben (LFU 1991). Über 10 Jahre hinweg wurde eine wissenschaftliche Begleituntersuchung unter Leitung der ehemaligen LfU durchgeführt, deren Ergebnisse in zwei Heften dokumentiert und publiziert wurden (s. Quellenverzeichnis).

Mit Änderung des Wassergesetzes 1996 wurden die ökologischen Belange zur naturnahen Entwicklung der Fließgewässer stärker berücksichtigt. So wurden die naturnahe Gestaltung und Bewirtschaftung des Gewässerbettes und der Ufer als Bestandteil der Gewässerunterhaltung festgelegt.

Zurückblickend lässt sich festhalten, dass sich die Ingenieurbiologie aus der ursprünglich handwerklichen Sicherungsbauweise durch Erkenntnisgewinne in der Landschaftsökologie, Biologie und Standortkunde sowie durch technische Entwicklungen von Maschinen und Baustoffen bis heute zu einem anwendungsorientierten Verfahren weiterentwickelt hat. Darüber hinaus unterstützen ingenieurbio-logische Bauweisen auch die Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie, der EU-Hochwasserrisiko-managementrichtlinie oder der EU-Bodenschutzrichtlinie (GESELLSCHAFT FÜR INGENIEURBIOLOGIE E.V. & EFIB 2011).

Merke!

Meilensteine der Ingenieurbiologie im Wasserbau:

- 18. und 19. Jhdt: Einsatz der Ingenieurbiologie im Wasserbau an Flüssen und Küsten (Ziel: Regulierung)
- 1940er Jahre: Prof. Dr.-Ing. Eduard Kirwald
- 1950er Jahre: Franz Meszmer
- 1980: Wasserbaumerkblatt
- ab 1987: Pilotprogramm „Naturnahe Umgestaltung ausgebauter Fließgewässer“
- 1990/91: Umgestaltung der Enz in Pforzheim
- ab 1991: Veröffentlichungen zum naturnahen Wasserbau (HB Wasserbau, HB Wasser 2)
- 1996: Änderungen im Wassergesetz Baden-Württemberg
- 2000: EU-Wasserrahmenrichtlinie
- 2009: Novelle Wasserhaushaltsgesetz
- 2014: Novelle Wassergesetz Baden-Württemberg

2.3 Eigenschaften ingenieurbio-logischer Bauweisen

Natürliche Gewässer werden durch eine standortgerechte Ufervegetation stabilisiert. Sowohl ihr Wurzel- als auch ihr Blattwerk bieten vielfältige Lebensräume und naturnahe Strukturen. Ziel des Einsatzes ingenieurbio-logischer Bauweisen ist es, diese standortgerechte Vegetation dauerhaft zu entwickeln. Der Diskussionsentwurf der Europäischen Richtlinie für Ingenieurbiologie stellt die Vor- und Nachteile sowie die Grenzen ingenieurbio-logischer Maßnahmen gegenüber technischen Bauweisen zusammen (GESELLSCHAFT FÜR INGENIEURBIOLOGIE E.V. & EFIB 2011). Auf Grundlage dieses Entwurfs wurde die nachfolgende Aufstellung erarbeitet und ergänzt.





Abb. 2.10: Baumwurzeln bilden eine stabile Ufersicherung



Abb. 2.11: Weidenwurzeln als Sicherung und Lebensraum

Ingenieurblogische Bauweisen haben vielfältige Funktionen und **positive Aspekte:**

- Erosionsgefährdete Bereiche werden unter Beachtung technischer, biologischer und landschaftsgestalterischer Funktionen dauerhaft gesichert.
- Die Entwicklung der Pflanzen stabilisiert und fördert die Widerstandskraft der Pflanzen.
- Die Anpassungsfähigkeit und Selbstreparaturvermögen der Pflanzenbauwerke führt zu längerer Haltbarkeit.
- Die Kombination mit Hilfsstoffen wie Naturfasertextilien vergrößern das Spektrum und Einsatzgebiet der Bauweisen. Somit kann die Schutzwirkung sofort nach Fertigstellung gewährleistet werden.
- Die harmonische Eingliederung der Bauwerke in die Landschaft erhöht die Landschaftsästhetik.
- Es werden Lebensräumen für Tiere und Pflanzen geschaffen und die Biodiversität und Habitatfunktion erhöht.
- Begünstigung sozioökonomischer Faktoren durch die Verwendung von lebendem Material (Tourismus, Naherholung, Fischerei,...).
- Die Maßnahmen fördern/tolerieren die Eigenentwicklung des Gewässers.
- Durch die einfach herstell- und einbaubaren Techniken entstehen praktisch keine Eingriffe, dadurch haben die Maßnahmen eine hohe Umweltverträglichkeit. Dies wird noch begünstigt, durch in der Regel geringeren Maschineneinsatz sowie durch die Verwendung einfacher, größtenteils in der Umgebung gewinnbarer Baumaterialien.
- Durch vorrangige Nutzung von Pflanzenmaterial regionaler Herkünfte und Wildformen entsteht eine dauerhafte Sicherungswirkung mit optimaler Einbindung in das Ökosystem.
- Ein langfristig bestes Kosten-Nutzen-Verhältnis und höhere Wirtschaftlichkeit zeichnen die Maßnahmen aus. Richtig gebaute ingenieurblogische Bauweisen verringern Bau- und Erhaltungskosten durch Entwicklung einer zunehmenden Stabilität. Bei jeder klassischen Hartbauweise dagegen beginnt die Alterung des Bauwerks schon am Tage der Fertigstellung.
- Umgestaltungen mit ingenieurblogischen Maßnahmen können für Kommunen ökonomisch interessant sein. Bei der Bilanzierung für das naturschutzrechtliche Ökokonto ergeben sich durch die Naturnähe hohe Aufwertungsgewinne. Zudem fallen bei der naturnahen Umgestaltung von Fließgewässern im Gegensatz zu den meisten anderen Ökokonto-Maßnahmen trotz oft hoher Herstellungskosten nur geringe oder keine Folgekosten für Biotoppflegemaßnahmen an (WBWF 2013).

HINTERGRUND-INFO Genauere Angaben zur Beurteilung und Bewertung von Ökokonto-Maßnahmen an Fließgewässern sind auf den Internetseiten der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (www.lubw.baden-wuerttemberg.de/natur-und-landschaft/eingriffsregelung-oekokonto) verfügbar:

1. Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung
2. Bauplanungsrechtliche Eingriffsregelung

Um ingenieurbioologische Bauweisen richtig einsetzen zu können, müssen die **Besonderheiten** bewusst sein:

- Für die Planung ingenieurbioologischer Bauweisen ist interdisziplinäres Wissen bezüglich Vegetations- und Standortkunde sowie der Bautechnik erforderlich.
- Ingenieurbioologische Arbeiten sind an den Jahreszeitenrhythmus des Pflanzenwachstums gebunden.
- Häufig ist erhöhter Platzbedarf für die Entwicklung der Vegetation notwendig.
- Ingenieurbioologische Bauweisen erfordern eine fachgerechte und zielorientierte Begleitung, insbesondere während der Initialphase der Pflanzenentwicklung.
- Es muss sichergestellt sein, dass die Zielvegetation keine statischen Probleme auf dem Standort verursacht (z.B. durch Pflanzengewicht, Wasser-/Winddruck etc.).
- Pflanzenwurzeln und -stämme können in Fugen von technischen Bauwerken durch ihr zunehmendes Dickenwachstum Spannungen hervorrufen.
- Eingeschränkte Berechnungsmöglichkeiten bergen noch immer Verunsicherungen.
- Es muss gewährleistet werden, dass die Abflussleistung der Gewässer durch den Vegetationsaufwuchs nicht verschlechtert wird.

Aus den genannten Punkten ergibt sich oft eine fehlende Akzeptanz der Anlieger gegenüber ingenieurbioologischen Sicherungen. Auch bei Kommunen und Baufirmen kann es aufgrund nicht vorhandener Kenntnisse zu Akzeptanzproblemen insbesondere bezüglich der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen kommen.

Die **Grenzen der Ingenieurbioologie** werden da erreicht, wo insbesondere die technischen Wirkungen von Pflanzen nicht zur langfristigen Stabilisierung ausreichen. Dies ist der Fall, wenn beispielsweise:

- die mechanische Beanspruchung den Widerstand von Pflanzen und Pflanzenbeständen übersteigt,
- Pflanzen nicht tief genug wurzeln, um dauerhafte Stabilität zu gewährleisten,
- die Keim-, Wuchs- und dauerhaften Lebensbedingungen (Standortfaktoren) so schwierig sind, dass sich kein dauerhaft schützender Bewuchs entwickeln kann,
- die Initialphase selbst mit Unterstützung durch Hilfsstoffe nicht überbrückt werden kann,
- Fehler bei Planung, Bau und Pflege gemacht werden.

Ingenieurbioologische Bauweisen haben im Gegensatz zu rein technischen Bauweisen vielfältige Funktionen und **positive Aspekte**. Neben der technischen Sicherung spielen die ökologischen und landschaftsgestalterischen Wirkungen eine wichtige Rolle. Durch die Verwendung von Pflanzen in Kombination mit Hilfsstoffen wird ein großes Einsatzgebiet mit zunehmender Wirksamkeit durch die Entwicklung der Pflanzen erschlossen. Durch die zunehmende Stabilität ingenieurbioologische Bauweisen können Bau- und Erhaltungskosten verringert werden.

Um den Erfolg der Maßnahme zu gewährleisten und die Akzeptanz der Anlieger sowie von Kommunen und Baufirmen zu gewinnen, sind die **Besonderheiten ingenieurbio-logischer Bauweisen** zu beachten. So ist bei der Planung ein erhöhter Platzbedarf für die Entwicklung der Vegetation vorzusehen. Eine fachgerechte und zielorientierte Begleitung, insbesondere während der Initialphase der Pflanzenentwicklung sichert den langfristigen Erfolg der Maßnahme. Statische Probleme von Bauwerken durch die eingebrachten Gehölze oder die Verringerung der Abflussleitung der Gewässer durch die Vegetation gilt es darüber hinaus zu beachten.

Die **Grenzen der Ingenieurbiologie** werden da erreicht, wo insbesondere die technischen Wirkungen von Pflanzen nicht zur langfristigen Stabilisierung ausreichen.

2.4 Empfohlene Arbeitsschritte beim Einsatz ingenieurbioologischer Bauweisen

1. Handlungsbedarf prüfen

Grundsätzlich ist im naturnahen Wasserbau der Gewässerdynamik sowie der natürlichen Entwicklung von Pflanzungen und Ansaaten als Gestaltungsfaktor Vorrang zu geben. Dabei ist zu prüfen, ob angrenzende Flächen zur Verfügung stehen, um der natürlichen Eigendynamik des Gewässers ausreichend Raum zu lassen. In diesem Fall kann sich das Gewässer ohne bauliche Maßnahmen selbst entwickeln und durch natürlich Sukzession regenerieren (sog. Bauweise „Null“) (LFU 1993).

Dabei regelt das Wassergesetz Baden-Württemberg die Wiederherstellung des ursprünglichen Gewässerbettes, wenn die Nutzung der Grundstücke erheblich beeinträchtigt ist. Im Außenbereich gilt, dass der frühere Zustand nur wiederherzustellen ist, wenn es im Interesse des Wohls der Allgemeinheit notwendig ist.

2. Anliegerbelange prüfen

Beim Einsatz von Ingenieurbiologie im Wasserbau werden, aufgrund des erhöhten Platzbedarfs, die angrenzenden Grundstücke in Anspruch genommen. Daher gilt es vorab zu klären, ob fremde Grundstücke während und nach der Bauphase benötigt werden oder ob die Grundstücke durch das Vorhaben verändert werden, z.B. durch die Abflachung von Ufern, Entfernung des harten Uferverbaus oder die Veränderung der Beschattung.

Für die Öffentlichkeit können die Zugänglichkeit von öffentlichen Wegen oder der Zugang zum Gewässer vorübergehend oder fortwährend beeinträchtigt werden. Veränderungen im Gewässerbild, z.B. durch Gehölzpflegearbeiten sind gleichfalls zu erwarten. Anliegerbelange sind ein wichtiges Kriterium, ob die Maßnahmen im Zuge der Gewässerunterhaltung durchgeführt werden können oder eine Genehmigung erforderlich wird. Allerdings sind im neuen WHG (2009) und WG (2014) Bestimmungen zum Gewässerrandstreifen neu aufgenommen worden. Damit sind die Nutzungsmöglichkeiten für den Anlieger stark eingeschränkt (Verbot baulicher Anlagen oder standortfremde Gehölze), wodurch die Akzeptanz von ingenieurb biologischen Maßnahmen möglicherweise erhöht ist.

3. Biotop- und Artenschutz prüfen

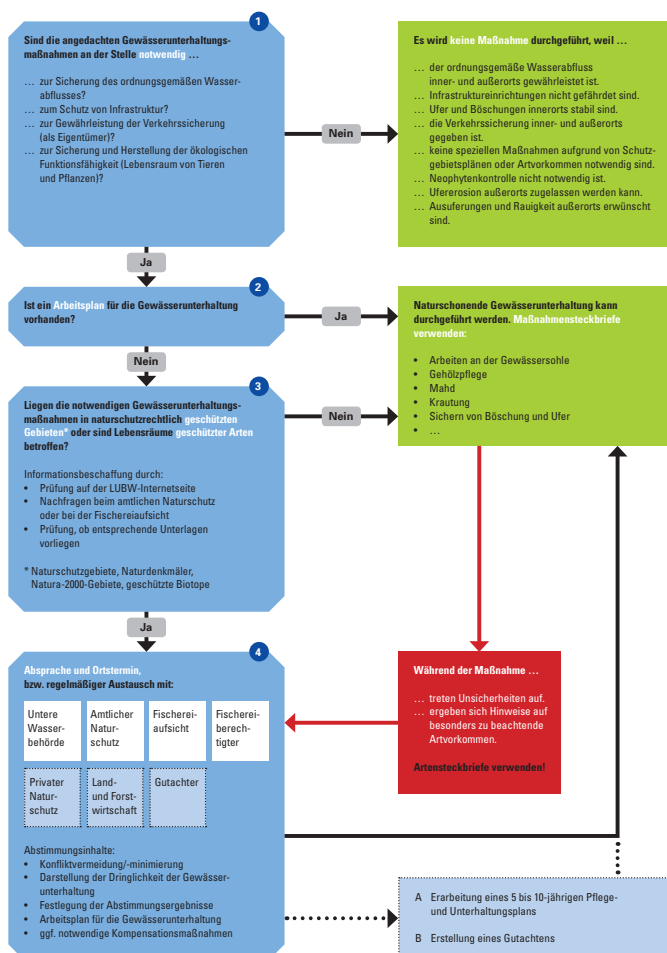
Es muss geklärt werden, ob ein Schutzgebiet wie z.B. Naturschutzgebiet, Landschaftsschutzgebiet, Naturdenkmal, gesetzlich geschütztes Biotop oder NATURA 2000-Gebiet durch die geplanten ingenieurb biologischen Bauweisen betroffen ist. Dabei ist insbesondere das Vorkommen von gefährdeten oder bedrohten Arten – wie z.B. Groppe oder Eisvogel – nach Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH), Vogelschutzrichtlinie oder Rote Liste (NatSchG) im Planungsgebiet zu prüfen. Eventuell können die Biotop- und Artenschutzanforderungen eine Genehmigung der Maßnahme erfordern.

Ansonsten sind bei Maßnahmen im Zuge von Unterhaltungsarbeiten besondere Faktoren zu berücksichtigen. Der Unterhaltungspflichtige kann sich an nachfolgendem Schaubild orientieren, in dem die einzelnen Verfahrensschritte und Ansprechpartner genannt sind. Grundsätzlich lassen sich bei entsprechender Abstimmung die Ziele des Naturschutzes mit den Zielen einer naturnahen Gewässerunterhaltung gut vereinbaren (WBWF & GFG MBH 2002).

Entscheidungsbaum

zur Durchführung von Gewässerunterhaltungsmaßnahmen

Abb. 2.12: Entscheidungsbaum zur Planung und Durchführung einer naturschonenden Gewässerunterhaltung (WBWF & LUBW 2018)



4. Genehmigungsbedarf prüfen

Ingenieurbilogische Bauweisen werden sowohl im Rahmen der Gewässerunterhaltung als auch bei naturnahen Umgestaltungen eingesetzt. Ausbaumaßnahmen sind nach Wassergesetz genehmigungsbedürftig. Bei Maßnahmen im Rahmen der Unterhaltung sind grundsätzlich keine behördlichen Schritte erforderlich. Da es Grenzfälle zwischen Unterhaltung und Ausbau gibt, werden drei Maßnahmengruppen eingeteilt (WBWF 2008B):

- 1) Maßnahmen, die ohne Bedenken im Rahmen der Unterhaltung durchgeführt werden können.
- 2) Maßnahmen, die nicht zum Umfang der Unterhaltung zählen und daher nur mit Rechtsverfahren durchgeführt werden dürfen.
- 3) Maßnahmen, die nicht eindeutig dem Ausbau oder der Unterhaltung zugeordnet werden können. Diese setzen eine Abstimmung mit der Wasserbehörde voraus, da unter bestimmten Voraussetzungen eine wasserrechtliche Genehmigung notwendig ist.

5. Planung und Auswahl der geeigneten Bauweise

Nach Abklären der oben genannten Rahmenbedingungen kann mit der Maßnahmenplanung begonnen werden. Die Planung umfasst auch bei kleineren Maßnahmen folgende Planungsschritte: Eine Ortsbegehung zur Erhebung des Ist-Zustands, Recherchen zu vorliegenden Planungen und Erheben der Grundlagen. Mit Hilfe dieser Informationen kann die geeignete ingenieurbilogische Bauweise ausgewählt werden. In Kapitel 3.1 werden die bei der Planung zu berücksichtigenden Kriterien näher beschrieben.

6. Öffentlichkeitsarbeit

Die Öffentlichkeit ist rechtzeitig über die geplanten Maßnahmen z.B. über die Lokalpresse zu informieren (WBWF 2008B). Dies ist hinsichtlich des Erscheinungsbildes der ingenieurbilogischen Bauweisen ratsam, erfüllt dieses durch die Naturnähe oft nicht die Erwartungen der Bevölkerung. So führt falsch verstandener Ordnungssinn oft zu Unverständnis und Skepsis gegenüber der gebauten Sicherungen. Aufklärende Informationen helfen dabei zur Akzeptanz.

7. Durchführung

Der fachgerechte Einbau und die Verwendung wirksamen Baumaterials sind wichtige Voraussetzungen, damit eine ingenieurbilogische Maßnahme gute Ausgangsbedingungen für das Anwachsen und die weitere Entwicklung der Pflanzen hat. Aus diesem Grund wird im Rahmen der Bauweisenbeschreibung auf Besonderheiten und typische Fehler bei den einzelnen Bauweisen eingegangen (s. Kapitel 4).

8. Pflege

Der langfristige Erfolg einer ingenieurbilogischen Maßnahme hängt im Wesentlichen von den durchgeführten Pflegemaßnahmen ab. Eine zielorientierte Pflege unterstützt die Entwicklung der Pflanzen und hilft das festgelegte Vegetationsziel zu erreichen. Durch regelmäßige Kontrollgänge, insbesondere nach Hochwasserabflüssen, können mögliche Schwachstellen aufgedeckt und notwendige Pflegedurchgänge eingeplant werden. Angaben zur Pflege und Unterhaltung der Bauweisen enthält das Kapitel 3.6.

HINTERGRUND-INFO Der WBWF Themenordner „Unterschied zwischen Unterhaltungs- & Ausbaumaßnahmen an Gewässern“ (WBWF 2008B) zeigt die gesetzlichen Verpflichtungen in der Unterhaltung auf und beleuchtet ausführlich die Unterschiede zwischen Ausbau und Unterhaltung im naturnahen Wasserbau. Eine Checkliste möglicher Abstimmungsprozesse, die bei der Planung Hilfestellung geben, ist in Abbildung 2.13 enthalten.

CHECKLISTE möglicher Abstimmungsprozesse bei Unterhaltungsmaßnahmen	
Absehbare Folgen des Vorhabens:	Während der Planungsphase beteiligen:
Werden fremde Grundstücke (oder Grundstücke öffentlicher Institutionen) während und nach der Bauphase benötigt?	Anlieger
Ist es vorhersehbar, dass fremde Grundstücke nach Ausführung des Vorhabens und aufgrund der neuen Situation in irgendeiner Weise nachteilig verändert werden? Solche Veränderungen können sein: - Abflachung der Ufer, Entfernung oder Umbau einer massiven Uferverbauung, leichte Überschwemmung bei einem Hochwasser - Starke Veränderung der Beschattung von fremden Grundstücken durch das Entfernen von Gehölzen oder das Pflanzen eines neuen Gehölzsaums	Anlieger
Maßnahmen im Erholungsgebiet: - Sperrung eines Radweges während der Bauphase - Sperrung des Zuganges zum Gewässer - Beeinträchtigung des Erholungswertes während der Bauphase	Allg. Öffentlichkeit
Erhöhung des Lärmpegels durch den Bau einer Rauen Rampe	Anlieger
Merkliche Veränderung für den Fischfang (auch während der Bauphase). Beispiele hierfür sind: - Veränderung der Längs-, Quer- o. horizontalen Durchgängigkeit - Veränderung der Fließgeschwindigkeit - Veränderung des Abflusses (insbesondere des Mindestabflusses)	Behörtl. Fischerei Fischereipächter ggf. Naturschutz
Vorkommen von gefährdeten oder bedrohten Arten im Planungsgebiet	Naturschutz, Behörtl. Fischerei
Eingriff in sensible Bereiche - Rodung von Gehölzen - Auf den Stock setzen von Gehölzen	Naturschutz, Wasserbehörde Allg. Öffentlichkeit
Räumung, Entkrautung	Naturschutz, Behörtl. Fischerei, Wasserbehörde
Beeinflussung und Veränderung: - Grundwasserstand - Rückstau - Infrastrukturleitung - Bodenschutz - Sohlerosion - Hochwasser	Energieversorger, Abwasser, Wasserbehörde, Naturschutz, Behördliche Fischerei
Absehbare Folgen des Vorhabens:	Vor Beginn der Bauphase informieren:
Beeinträchtigung der Zugänglichkeit von öffentlichen Wegen oder des Zugangs zum Gewässer während der Bauphase	Anlieger, Allg. Öffentlichkeit
Starke Veränderung des Gewässerbildes	Allg. Öffentlichkeit

Abb. 2.13: Checkliste möglicher Abstimmungsprozesse bei Unterhaltungsmaßnahmen (WBWF 2008B)

Empfohlene Arbeitsschritte beim Einsatz ingenieurbilogischer Bauweisen:

1. Handlungsbedarf prüfen
2. Anliegerbelange prüfen
3. Biotop- und Artenschutz prüfen
4. Genehmigungsbedarf prüfen
5. Planung und Auswahl der geeigneten Bauweise
6. Öffentlichkeitsarbeit
7. Durchführung
8. Pflege

Merke!

2.5 Ziele ingenieurbilogischer Bauweisen

Beim Einsatz ingenieurbilogischer Bauweisen werden stets mehrere Ziele zugleich verfolgt und erreicht. So wird eine Uferfaschine ursächlich zur naturnahen Ufersicherung eingebaut. Gleichzeitig bietet das sich daraus entwickelnde Weidengebüsch Lebensraum und bildet einen Trittstein im Biotopverbund. In Kapitel 4 werden unter dem Stichwort „Ökologische Bedeutung“ die Ziele aufgeführt, die durch die Bauweisen erreicht werden können.

Naturnahe Ufersicherung

Der Einsatz ingenieurbilogischer Bauweisen dient primär zur aktiven Sicherung der Ufer- und Böschungsbereiche gegen Erosion durch das abfließende Wasser. Dabei ist die unterschiedliche Schutzsicherheit und die damit verbundene Verbauintensität der Ufer im Einzelfall zu prüfen und entsprechend bei der Planung zu berücksichtigen. Technische Hilfsstoffe gewährleisten die Sofortsicherung der Bauweisen bis zum langfristigen Schutz durch die aufwachsende Vegetation. Notwendig kann eine intensive Ufersicherung sein (s. Abb. 2.14) oder es ist eine Sicherung mit geringerem Verbau ausreichend (s. Abb. 2.16). Innerorts kann eine Sicherung z.B. mittels Stauden und Röhricht neben der reinen Sicherungswirkung auch ästhetische Aufwertungen des Gewässers mit sich bringen.



Abb. 2.14: Krainerwand und Steinsatz (Lauter in Kirchheim)



Abb. 2.15: Entwicklung nach sechs Jahren (Lauter in Kirchheim)



Abb. 2.16: Uferfaschine mit Naturfasertextil
(Lauter in Kirchheim/Teck)



Abb. 2.17: Entwicklung nach mehreren Jahren
(Lauter in Kirchheim/Teck)

Sohlenstabilisierung

Zunehmende Flächenversiegelung und Laufbegradigungen führen bei den immer häufiger auftretenden Starkregenereignissen vermehrt zu erhöhten und schnell abfließenden Abflüssen. Diese bewirken in kleineren Gewässern starke Belastungen der Sohle sowie Uferböschungen und führen zu einer verstärkten Verdriftung der Tiere im Gewässer. Dieser sog. hydraulische Stress führt unter anderem zur Sohlen- und Böschungserosion und damit zur Eintiefung der Gewässer. Hier bietet die Ingenieurbiologie naturgemäße Möglichkeiten, die die Tiefenerosion von Fließgewässern stoppen oder eine Sohlenanhebung bewirken kann. Durch das Einbringen von Strukturelementen wie z.B. Schwellen aus Totholz werden Geschieberückhalt erreicht und zugleich unterschiedliche Strömungsverhältnisse geschaffen, die zur Ausbildung von vielfältigen Lebensräumen führen. Voraussetzung ist eine ausreichende Geschiebeführung des zu entwickelnden Gewässers. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass die Durchgängigkeit des Gewässers nicht nachteilig beeinflusst wird.



Abb. 2.18: Raubbäume zur Sohlenanhebung
(Öfelesbach in Gärtringen)



Abb. 2.19: Entwicklung nach drei Jahren
(Öfelesbach in Gärtringen)

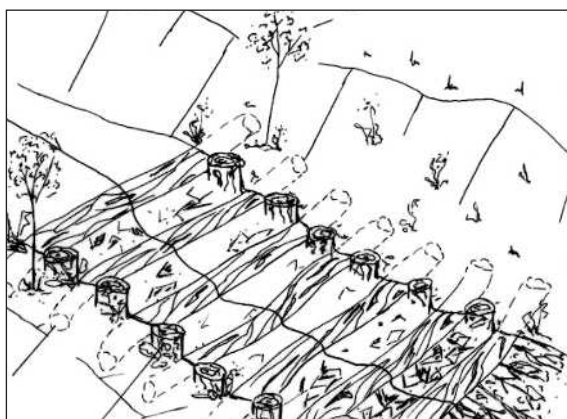


Abb. 2.20: Skizze Knüppelrampe (Bottwar in Großbottwar)
(Quelle: Geitz & Partner, 2003)



Abb. 2.21: Knüppelrampe (Bottwar in Großbottwar)

Aufwertung der Gewässerstruktur und des Lebensraums

Ingenieurbioologische Bauweisen können neben ihrer Sicherungsfunktion auch als morphologische Strukturen eingesetzt werden, um Lebensräume zu schaffen. Gewässerabschnitte, die einem starken Nutzungsdruck ausgesetzt sind, weisen oft erhebliche Defizite an Gewässerstrukturelementen auf.

Im Außenbereich kann durch den Einbau von Strukturelementen wie z.B. einem Raubbaum (Abb. 2.22 und Abb. 2.23) oder begrünter Buhnen die Gewässerstruktur verbessert und Habitate geschaffen werden. In den ausgeräumten Landschaften können diese Habitate als Trittsteinbiotop dienen. Ist ausreichend Raum für eine naturnahe Gewässerentwicklung vorhanden, können diese ingenieurbioologischen Elemente zur Initialisierung von dynamischen Prozessen eingesetzt werden, die ebenfalls zur Strukturanreicherung führen.

Innerorts steht weniger Fläche zur Verfügung, so dass meist keine Eigendynamik der Gewässer und aufgrund der hydraulischen Wirkung nur eine begrenzte Vegetationsentwicklung zugelassen werden kann. Hier können kleinräumige Strukturelemente, wie z.B. Buhnen zur Verbesserung der Breitenvarianz oder Wurzelstöcke als Fischunterstände, eingebracht werden. In ausgebauten Gewässerabschnitten kann durch den Einbau von Bermen und Vegetationswalzen (Abb. 2.24 und Abb. 2.25) die Gewässerstruktur verbessert werden.



Abb. 2.22: Raubbaum und Kokosfließ (Brenz in Giengen)



Abb. 2.23: Entwickelter Raubbaum nach zwei Jahren (Brenz in Giengen)



Abb. 2.24: Berme mit Vegetationswalze aus Kokosmatten (Lauter in Kirchheim)



Abb. 2.25: Entwicklung nach zwei Jahren (Lauter in Kirchheim)



Abb. 2.26: Totholz (Wasserberggraben bei Böblingen)



Abb. 2.27: Bewachsene Inseln (Kocher in Hüttlingen)



Abb. 2.28: Strukturfaschinen und Steininseln (Körschmündung bei Deizisau)



Abb. 2.29: Wurzelstöcke (Brenz in Giengen)

Der Einsatz ingenieurbilogischer Bauweisen spielt eine wichtige Rolle für den Biotopverbund eines Gewässers. Bauweisen wie Totholz- oder Wurzelstockeinbau können die biologische Verzahnung des aquatischen, amphibischen und terrestrischen Bereichs erreichen. Totholz ist in der amphibischen Zone ein unverzichtbares Element (s. Abb. 2.26). Bewachsene Inseln erzeugen heterogene Strömungen und erhöhen die Diversität der Fließ- und Sohlenstrukturen (s. Abb. 2.27). Strukturfaschinen und Steininseln erzeugen dynamische Habitate wie Kehrwasser und Kolke. Die Ruhebuchten sind beliebte Jungfischstandorte (s. Abb. 2.28). Wurzelstöcke dienen als Schutz und Strukturbildner der Wasserwechselzone (s. Abb. 2.29).

Lenkung des Stromstrichs

Die Ingenieurbiologie bietet Bauweisen, die eine dynamische Gewässerentwicklung durch die Lenkung des Stromstrichs initiieren können. Dadurch kann eine Ufererosion vermindert werden und eine Ufersicherung entfällt. So werden Buhnen an Außenufern eingesetzt, um den Stromstrich vom Prallufer abzulenken. Zudem entstehen durch die Buhnen wertvolle Habitate (s. Abb. 2.30 und 2.31).



Abb. 2.30: Kleine Faschinen-/Steinbuhnen (Körsch in Deizisau)



Abb. 2.31: Tauchbuhnen zur Strömungsablenkung am Außenufer (Lindach bei Kirchheim)

Natürlichen Fließwiderstand schaffen oder erhöhen

Ingenieurbilogische Bauweisen erhöhen die Rauigkeit im Gewässerprofil und somit den natürlichen Fließwiderstand. Diese Maßnahmen können im Außenbereich als dezentrale Maßnahme zur Hochwasserminderung durch Aktivierung von Retentionsräumen eingesetzt werden (DWA 2006). Des Weiteren kann durch die Vegetation die Fließgeschwindigkeit reduziert und damit Erosion verhindert bzw. vermindert werden. Besonders im innerstädtischen Bereich muss das tolerierbare Maß an Rauigkeit im Gewässer bekannt sein, um eine Reduktion der Abflussleistung, eine Wasserspiegel-erhöhung und damit verbundene Ausuferungen zu verhindern.

Zur Ufersicherung eingesetzte Krainerwände (s. Abb. 2.32) oder Faschinen bilden einen dichten Weidenaustrieb, bremsen den Abfluss und bewirken damit eine erwünschte Überflutung der angrenzenden Flächen. Querbauwerke wie z.B. Buhnen mit Bewuchs, können ebenfalls den natürlichen Fließwiderstand erhöhen.



Abb. 2.32: Beidseitiger Weidenaufwuchs aus Krainerwänden (Aich in Waldenbuch)



Abb. 2.33: Dichter Weidenaustrieb aus Faschinen (Weißenhofbach in Weinsberg)

Durchwanderbare Niedrigwasserrinne entwickeln und Wanderkorridor ermöglichen

Bei naturfernen, ungegliederten Gewässerprofilen kann die Einengung des Querprofils eine ausreichende Wassertiefe sicherstellen und damit die Durchgängigkeit auch bei kleinen Abflüssen gewährleisten (s. Abb. 2.34 und Abb. 2.35). Hierzu sind die verschiedenen Formen und Ausprägungen von Buhnen bestens geeignet.



Abb. 2.34: Faschinenbuhnen (Kocher in Hüttlingen)



Abb. 2.35: Steinbuhnen entlang einer Restwasserstrecke (Glems in Ditzingen)



Abb. 2.36: Weidensetzstangen als schlafende Sicherung (Rhein bei Worms)

Gewässerentwicklung begrenzt zulassen durch „Schlafende Bauweisen“

„Schlafende Bauweisen“ bezeichnen den Einsatz ingenieurbioologischer Bauweisen zur Sicherung der Uferbereiche gegen später eintretende Erosion. Es wird ein Gewässerkorridor festgelegt in dem die natürliche Entwicklung stattfinden darf. Die Bauweisen sind dabei nicht immer sichtbar, sondern sind im Erdreich vergraben, siehe Abb. 2.36 Versuchsanlage für technisch biologische Ufersicherungen der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Bundesanstalt für Gewässerkunde (bfg) und Wasser- und Schifffahrtsamt Mannheim (WSA). Setzstangen (s. Kapitel 4.5.2) oder Steinschüttungen können als solche „Schlafende Bauweisen“ eingesetzt werden.

Bei Setzstangen wird im Abstand zum Gewässer ein Graben bis auf das Niveau des zukünftigen Mittelwasserspiegels ausgehoben, das Lebendmaterial eingebaut und eine zukünftige Fußsicherung angelegt (s. Abb. 2.37).

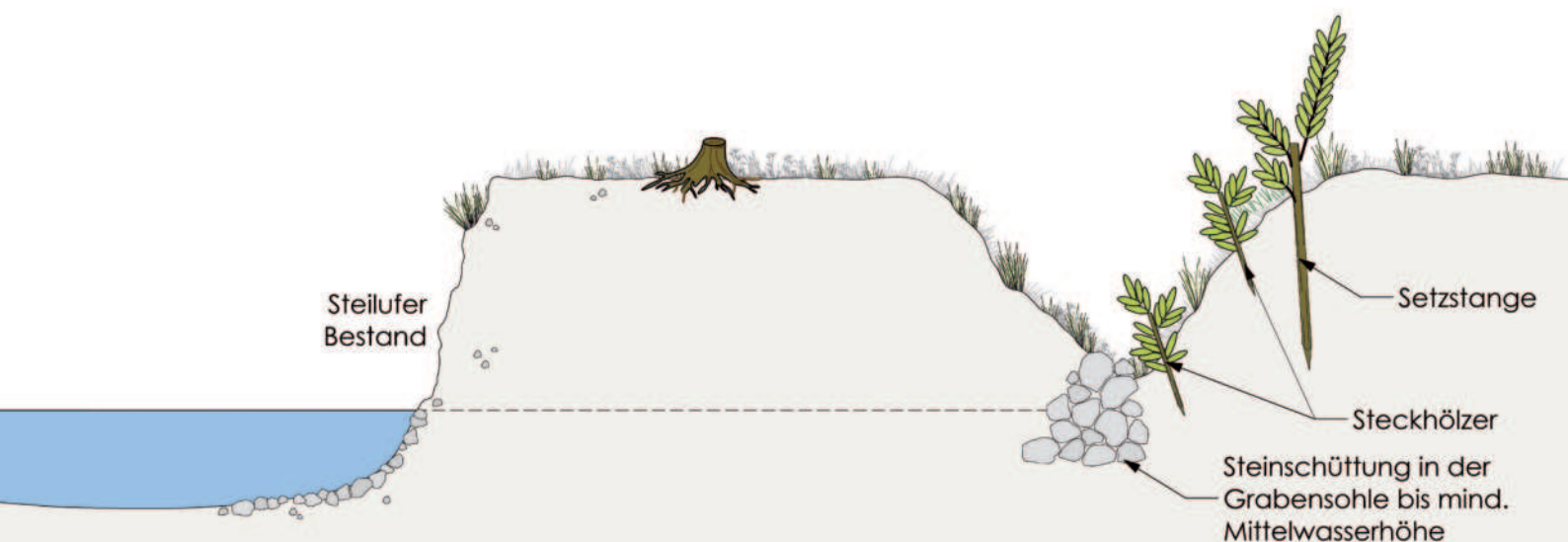


Abb. 2.37: Schlafende Ufersicherung mit Weidensteckhölzern und -setzstangen (Quelle: Geitz & Partner, 2013)



Abb. 2.38: Weidenspreitlage zur Kontrolle des Japanknöterichs im Bau (Wolf in Oberwolfach)



Abb. 2.39: Entwicklung nach drei Jahren (Wolf in Oberwolfach)

Kontrolle von Neophyten

In der Gewässerunterhaltung kann die Ingenieurbiologie helfen, den Einzug oder die Verbreitung von Neophyten zu verhindern oder einzuschränken. So hat sich zur Bekämpfung von Beständen des Japanknöterichs (*Fallopia japonica*) der Uferverbau mit Weidenspreitlagen bewährt. Die Beschattung der austreibenden Weiden schwächt die Neophyten und drängt den Knöterich wirksam zurück. Wird die Spreitlage mit Junggehölzen aus Erle, Esche und Ahorn bestückt, wird die Weide nach einiger Zeit zurückgedrängt. Um den Knöterich nachhaltig und wirksam durch die Beschattung des dichten Weidenaufwuchses unterdrücken zu können, muss nach 6-8 Jahren ein Rückschnitt erfolgen. Dieses Schnittgut kann energetisch verwertet werden. Wirtschaftliche Aspekte dieser Biomasseverwertung werden im Rahmen einer Masterarbeit zur Kontrolle von neophytischen *Fallopia*-arten an Fließgewässern im Schwarzwald näher beleuchtet (s. GRAF 2013).

Geschwemmselbstfang/Schutz vor Wellenschlag

Ingenieurbiologische Bauweisen können zum Rückhalt von Geschwemmsel und Schutz vor Wellenschlag eingesetzt werden. Bei Hochwasserrückhaltebecken, Deichrückverlegungen oder bei der Reaktivierung von Retentionsräumen werden Lahnungen (s. Kapitel 4.9) als wirkungsvoller Geschwemmselbstfang eingebaut. Der mit dem Geschwemmsel mitgebrachte urbane Müll kann dann lokal eingesammelt werden und verteilt sich nicht auf die gesamte überflutete Fläche. Ebenso werden Lahnungen zum Schutz von Vegetationsbeständen und Ufern vor Wellenschlag eingesetzt.



Abb. 2.40: Lahnung als Geschwemmselbstfang bei Deichrückverlegung, im Bau (Leopoldskanal bei Rheinhausen)



Abb. 2.41: Geschwemmselbstfang bei Hochwasser (Leopoldskanal bei Rheinhausen)

Ziele ingenieurbiologischer Bauweisen:

1. Naturnahe Ufersicherung
2. Sohlenstabilisierung
3. Aufwertung der Gewässerstruktur und des Lebensraums
4. Lenkung des Stromstrichs
5. Natürlichen Fließwiderstand schaffen oder erhöhen
6. Durchwanderbare Niedrigwasserrinne entwickeln und Wanderkorridor ermöglichen
7. Gewässerentwicklung begrenzt zulassen durch "Schlafende Bauweisen"
8. Kontrolle von Neophyten
9. Geschwemmselbstfang/Schutz vor Wellenschlag

Merke!

3.1 Vorbereitung und Planung einer ingenieurb biologischen Maßnahme

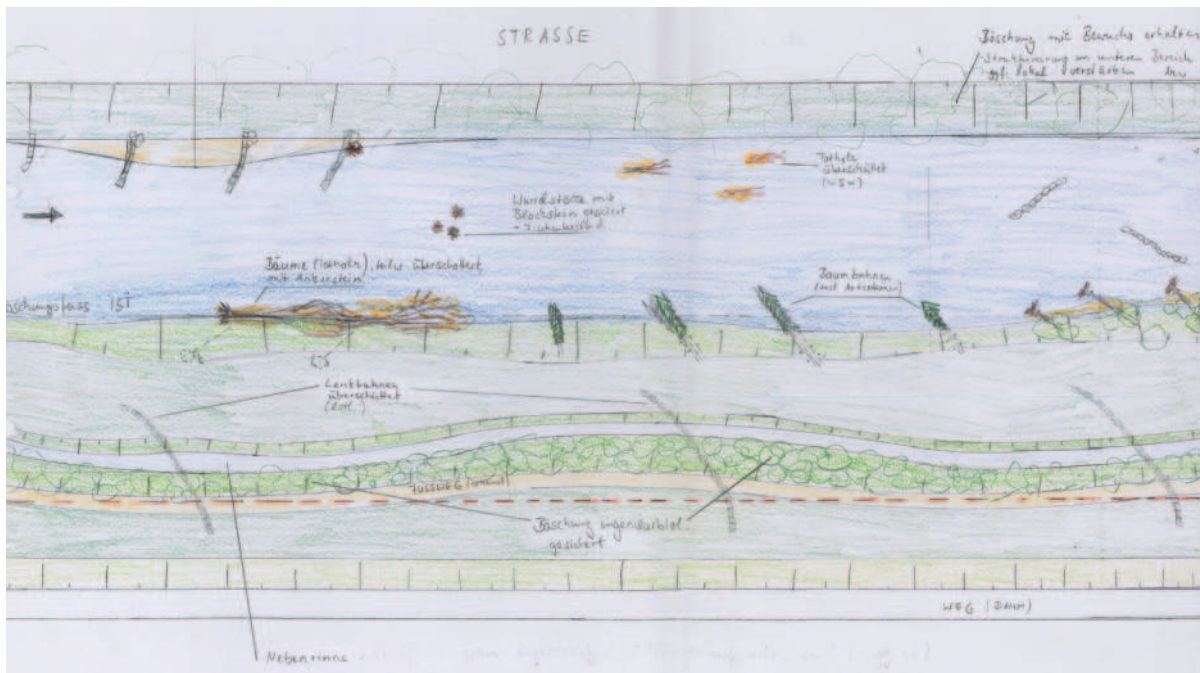


Abb. 3.1: Planskizze zum Nebenrinnenkonzept an der Kleinen Emme/Kanton Luzern (Quelle: Matthias Mende, IUB Engineering AG, 2009)

Die Initiative zur Vorbereitung und Planung einer Maßnahme kann unterschiedliche Gründe haben. Bei Erosionsproblemen wird das Ziel sein, diese zu beseitigen. Wird eine Gewässerentwicklung angestrebt, sind andere Ziele auszuwählen; zur Unterstützung der Gewässerunterhaltung gibt es weitere Möglichkeiten (s. Kapitel 2.5). Obwohl die unterschiedlichen Ziele oft verschiedene Lösungswege erfordern, gleichen sich wesentliche Schritte bei der Vorbereitung möglicher Maßnahmen.

Zuerst steht die Begehung der Maßnahmenstelle an, wobei die Situation fotografisch und mit zumindest grob vermaßten Skizzen zu dokumentieren ist. Dazu werden möglichst viele Informationen aus der Örtlichkeit zu Vegetation, Standort, Hydraulik usw. gesammelt und notiert. Vor Ort können die angestrebten Ziele überprüft werden.

Besonders wichtig ist, die ober- und unterhalb liegenden Gewässerstrecken zu besichtigen, da hier schon wichtige Hinweise zur Problemursache oder Anregungen zu möglichen Maßnahmen zu finden sind.

Vor einer Planung sind die Angaben aus dem Gewässerentwicklungsplan/-entwicklungskonzept (GEP/GEK) für den Maßnahmenbereich zu sichten. Sie können wertvolle Hinweise zum Verständnis der Situation liefern. Hieraus wird ersichtlich, ob ein Schutzbedürfnis besteht und Mensch, Kultur- oder Sachgüter geschützt werden müssen. Zu beachten sind auch die Vorgaben aus der Landesstudie Gewässerökologie für Gewässer erster und zweiter Ordnung. Die Koordination der Erstellung erfolgte durch die Geschäftsstelle Gewässerökologie beim Regierungspräsidium Tübingen.

Im ländlichen Bereich ist es oft möglich, dass zusätzlicher Raum zur Verfügung gestellt wird und so auf Sicherungsmaßnahmen am Problembereich selbst verzichtet werden kann. Im Idealfall führt die natürliche Entwicklung des Gewässers durch den hinzugewonnenen Raum zur „Beruhigung“ der unerwünschten Prozesse.

3 Bau- und pflegetechnische Angaben

Besonders im städtischen Raum können Sanierungsmaßnahmen an der Maßnahmenstelle nötig werden. Dabei sind folgende Punkte zu prüfen:

- Standortverhältnisse (Boden, Licht, Wasser etc.)
- Aspekte der Gewässertypologie (Bach-/Flusstyp, Einzugsgebiet, Gefälle, Geschiebe-/Schwebstofffracht etc.)
- Aspekte der Gewässerökologie (typische Vegetation, Gewässerorganismen wie Fische, aber auch Insekten etc.)
- Hydraulische Beanspruchung und erforderliche Stabilität
- mögliche Zielvegetation
- Erreichbarkeit der Baustelle und Transportmöglichkeiten und praktikabler Maschineneinsatz
- Materialverfügbarkeit
- Umsetzungszeitpunkt

In Kenntnis dieser Punkte kann die Wahl der Bauweise (Kombination mehrerer Bauweisen) erfolgen. Hilfreich sind vermaßte Skizzen, um Dimension, Massen und den logistisch optimalen Bauablauf festlegen zu können. Auch bei Maßnahmen zur Unterstützung der Gewässerunterhaltung lohnt sich eine Ist-Aufnahme sowie eine einfache Planung (s. Abb. 3.1), um später den Erfolg nachweisen zu können. Zur Auswahl der Bauweisen gibt es empfohlene einschlägige Fachliteratur mehrerer Autoren (s. Quellenverzeichnis).

Nach erfolgter Planung ist zu klären, ob die Maßnahme im Rahmen der Gewässerunterhaltung ohne wasserrechtliches Genehmigungsverfahren durchführbar ist oder es einer Genehmigung bedarf (s. Kapitel 2.4).

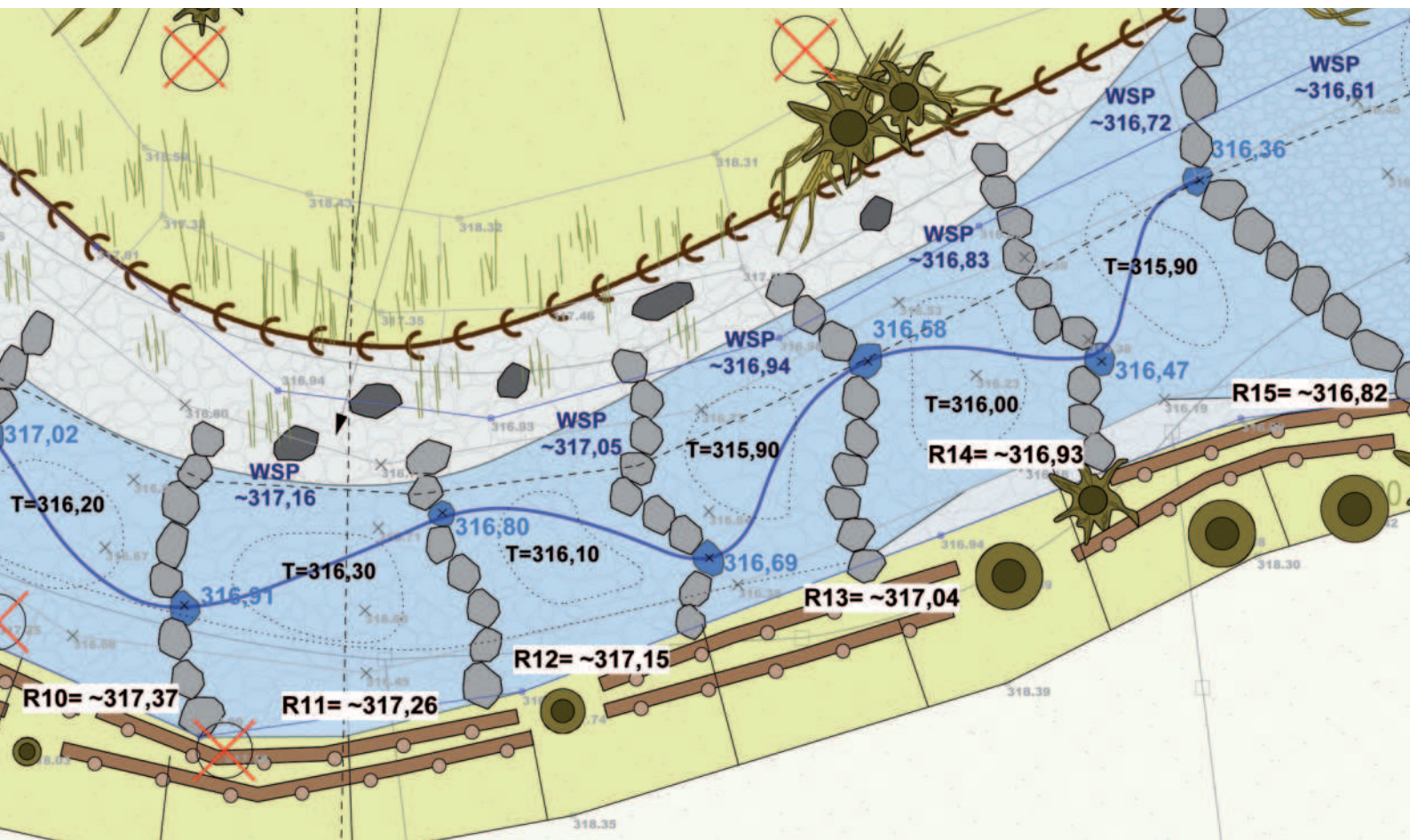


Abb. 3.2: Ausführungsplanung zur Herstellung der Durchgängigkeit an der Glems in Leonberg (Quelle: Geitz & Partner, 2013)

Merke!

Vorbereitung der Maßnahme (Checkliste):

1. Ortsbegehung, Erhebung Ist-Zustand

- Situation beschreiben und skizzieren
- Umfeld betrachten
- Ursachen suchen

2. Recherchen

- Infos/Angaben aus GEK, GEP, Landesstudie Gewässerökologie auslesen
- Prüfen, ob zusätzlicher Raum zur Verfügung steht

3. Grundlagen zur Maßnahmenplanung

- Gewässertypologie
- Gewässerökologie
- Standortfaktoren
- Zielvegetation
- Anforderungen seitens der Hydraulik
- Baustellenandienung
- Materialverfügbarkeit
- Baustellenlogistik, Zeitablauf

4. Bauweisenplanung

- Zeichnung
- ggf. hydraulische Berechnung
- Massenermittlung
- Materialbezug

3.2 Gliederung der Bauweisen

Die ingenieurb biologischen Bauweisen werden anhand des zum Einsatz kommenden Materials in zwei große Gruppen unterteilt: Lebende Bauweisen und tote Bauweisen. Bei den Lebendbauweisen wird zwischen krautigen, holzigen und kombinierten Bauweisen unterschieden. Bei den Totbauweisen zwischen holzigen und kombinierten Bauweisen. Kombinierte Bauweisen stützen und sichern instabile Böschungen und Ufer, wobei hier Lebendbaustoffe mit nicht lebenden Baustoffen wie z.B. Steine oder Holz kombiniert werden, um eine ständige Wirkungsgradverbesserung und eine höhere Lebensdauer zu erzielen.

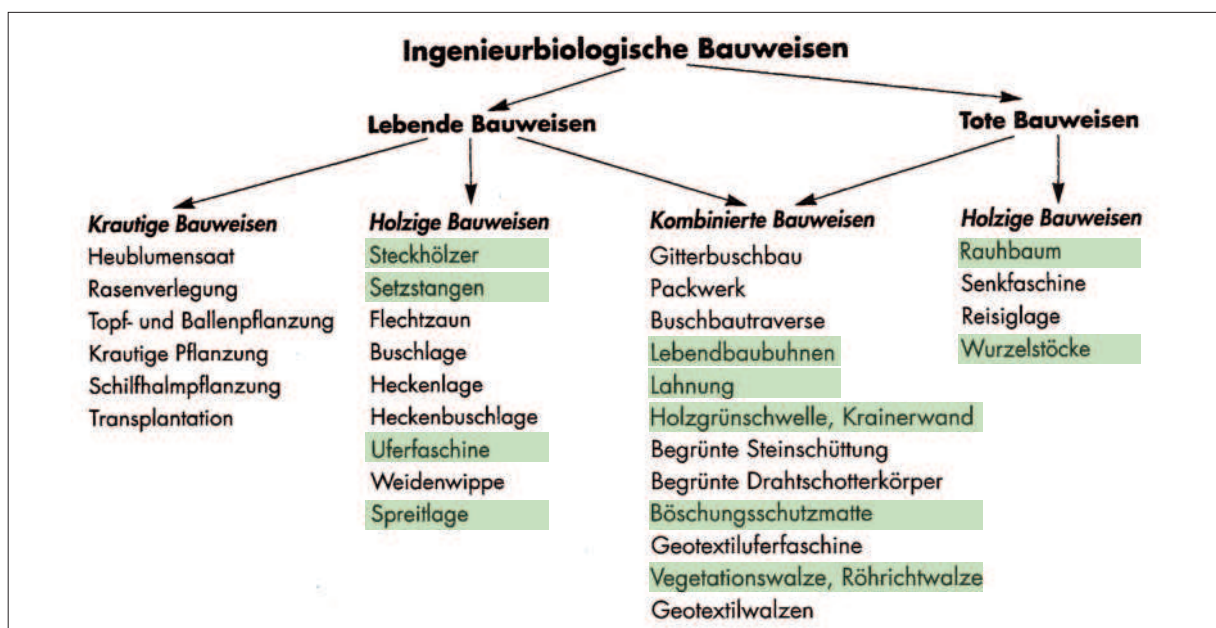


Abb. 3.3: Gliederung der Bauweisen; die grün unterlegten Bauweisen werden in Kapitel 4 näher beschrieben (verändert nach AUGALA 2007)

3.3 Baumaterialien

Entsprechend den lebenden und toten Bauweisen wird von lebendem und unbelebtem bzw. totem Baumaterial gesprochen.

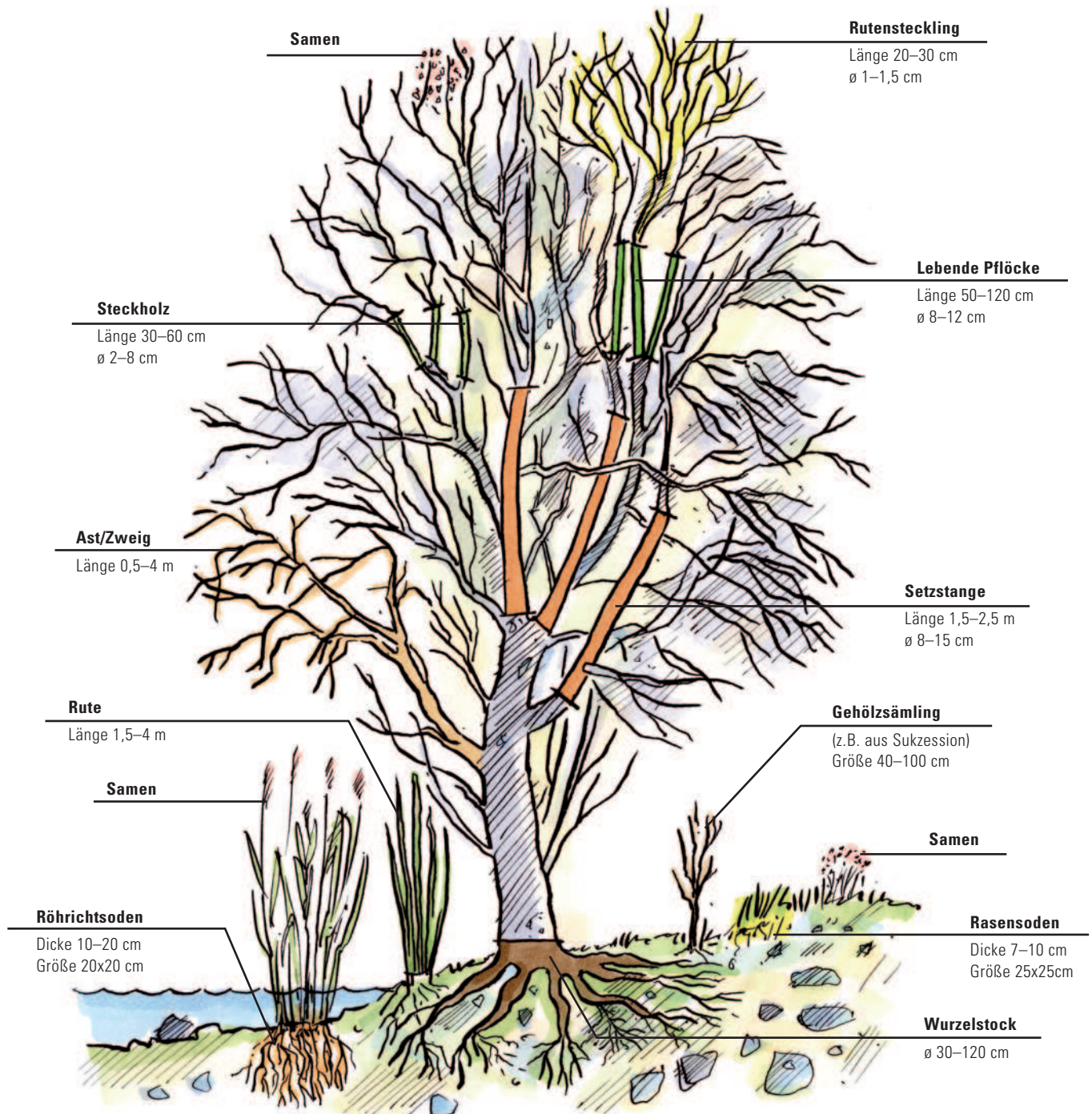


Abb. 3.4: Gewinnung von Lebendmaterial (verändert nach STOWASSER 2011)

Lebende Baumaterialien

Lebende Baumaterialien werden bei den naturgemäßen Bauweisen zur dauerhaften Sicherung und Gestaltung von Ufern und Böschungen eingesetzt. Idealerweise werden Pflanzen- und Pflanzenteile verwendet, die in dem jeweiligen Gewässerabschnitt natürlicherweise vorkommen bzw. aus diesem ursprünglich stammen. Hauptsächlich handelt es sich um austriebsfähiges Zweig- und Astmaterial von verschiedenen Weidenarten und um Jungpflanzen der Gehölze gewässerbegleitender Waldgesellschaften wie Erlen (*Alnus glutinosa*), Eschen (*Fraxinus excelsior*) oder Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*). Bei Bauweisen, die gehölzfreie Ufer als Entwicklungsziel haben, finden heimisches Saatgut oder Pflanzensoden aus der Umgebung Verwendung.

Es kann hilfreich sein, Pflanzen wie z.B. das Welsche Weidelgras oder Wintergerste zur kurzfristigen, flächendeckenden Begrünung einzusetzen, um Erosion in einem frühzeitigen Entwicklungsstadium zu verhindern. Dabei muss sichergestellt sein, dass diese Arten langfristig von der gewünschten Zielvegetation verdrängt werden können, damit sich eine standortgerechte Ufervegetation entwickeln kann. Die Abbildung 3.4 gibt Hinweise welche unterschiedlichen Lebendmaterialien gewonnen werden können.

Unbelebte Baumaterialien

Hierunter werden alle nicht austriebsfähigen Bauteile wie totes Reisig und Äste, Holzpflocke, Pfosten, Stangen oder ähnliches verstanden. Können Holzpflocke, Pfosten oder Stangen nicht vor Ort gewonnen werden, soll naturbelassenes und kein imprägniertes Holz beschafft werden.

Sonstige Baumaterialien (Hilfsstoffe)

Zur Überbrückung der instabilen Anwuchsphase können Hilfsstoffe eingesetzt werden, die einen zusätzlichen aber zeitbegrenzten Schutz bieten. Dazu zählen insbesondere Geotextilien, von denen im naturnahen Wasserbau heute meist Naturfasergewebe wie Jute, Kokos oder Hanf eingesetzt werden. Sie werden im Laufe der Zeit durch Mikroorganismen zersetzt und verrotten zu Nährstoffen bzw. Dauerhumuspartikeln. Manche Bauweisen erfordern den Einsatz von Draht, Seilen oder Nägeln, die nur zu verwenden sind, soweit zwingend erforderlich. Bei der Verwendung von Draht ist geglähter Eisendraht (Weicheisen) zu verwenden, da dieser elastischer, besser biegsam und vor allem ohne gewässerschädliche Verzinkung ist.

Merke!

Lebende Baumaterialien:

- Biologische Baustoffe, die ingenieurmäßig zur dauerhaften Sicherung und Gestaltung von Ufern und Böschungen eingesetzt werden
- Verwendung von Materialien, die natürlicherweise am jeweiligen Gewässer vorkommen, d.h. Pflanzen- und Pflanzenteile oder Saatgut aus der Umgebung bzw. einer standörtlich/klimatisch vergleichbaren Gegend

Unbelebte Baumaterialien:

- Alle nicht austriebsfähigen Bauteile wie totes Reisig und Äste, Holzpflocke, Pfosten, Stangen, etc.

Sonstige Baumaterialien (Hilfsstoffe):

- Produkte wie Naturfasertextilien, Draht, Seile, Nägel, etc., die zur Überbrückung der instabilen Anwuchsphase eingesetzt werden
- Im naturnahen Wasserbau vor allem Einsatz von Naturfasertextilien, die im Laufe der Zeit verrotten wie Jute, Kokos oder Hanf



Abb. 3.5: Weiden schneiden (Altrheinzug bei Altenheim)

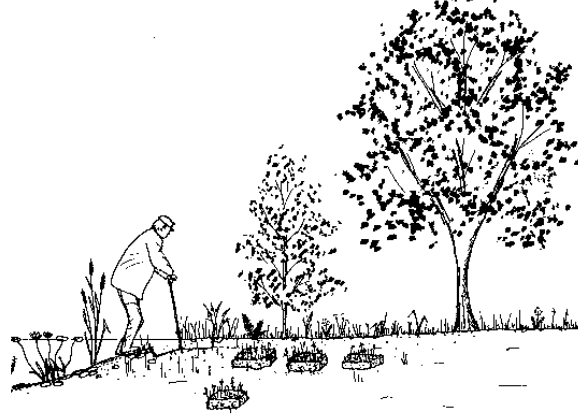


Abb. 3.6: Soden ausstechen (Quelle: AUGALA)

3.4 Materialbeschaffung

Nach § 40 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) bedarf das Ausbringen gebietsfremder Arten einer Genehmigung. Dies bezieht sich auch auf Exemplare einer Art aus anderen Vorkommensgebieten und schützt somit die genetische Vielfalt innerhalb der Arten. Von Vorteil ist außerdem, dass gebiets-eigene Pflanzen an die örtlichen Gegebenheiten, die sogenannten Standortfaktoren, am besten angepasst sind.

HINTERGRUND-INFO In der Veröffentlichung „Gebietsheimische Gehölze in Baden-Württemberg“ (LFU 2002) werden die in Baden-Württemberg gebietsheimischen Gehölze und deren Einsatzgebiete beschrieben. Eine Tabelle enthält für alle Kommunen des Landes eine Auflistung der in ihrem Gemeindegebiet gebietsheimischen und für eine Anpflanzung im Offenland geeigneten Gehölzarten. Im Leitfaden „Gehölze an Fließgewässern“ sind weiterführende Informationen enthalten (LFU 2007). www.lubw.baden-wuerttemberg.de unter Publikationen

Zur Beschaffung von gebietseigenem Lebendmaterial vor Ort, d.h. im näheren Umfeld der Baustelle, bieten sich folgende Möglichkeiten an:

1. Bei Umgestaltungs- oder Unterhaltungsmaßnahmen am Gewässer werden Rückschnittmaßnahmen oder Rodungen erforderlich, um Raum und ausreichende Belichtungsverhältnisse für die Ingenieurbiologischen Bauweisen zu schaffen. Das anfallende Gehölzmaterial kann bestens für die neuen Bauweisen verwendet werden. Fällt nicht genügend geeignetes Material an, ist das erforderliche, gebietsheimische Material aus der näheren Umgebung zu beziehen.
2. Röhricht- und Hochstaudensoden sind aus Naturbeständen zu gewinnen. Hier können sie abschnittsweise gewonnen werden, so dass die Entnahmestellen zeitnah zuwachsen (s. Abb. 3.8). Röhrichtpflanzen oder Teile davon können nur kurzfristig gelagert werden.
3. Beim Wiesendruschverfahren werden Flächen mittels aufbereiteten Mähguts aus geeigneten Naturbeständen begrünt. Dazu wird die Empfängerfläche mit Mähgut einer Spenderfläche vergleichbarer Standortbedingungen bedeckt. Die Samen, die zum Zeitpunkt der Mahd ausgereift sind, können somit übertragen werden. Das Mähgut bietet als Mulchmaterial verbesserte Keimbedingungen und einen Erosionsschutz.
4. Wird darüber hinaus Material benötigt, bietet sich die Nachfrage z.B. bei Landschaftserhaltungs- oder Landschaftspflegeverbänden, Betreuern der Gewässernachbarschaften sowie anderen Unterhaltungspflichtigen an. Synergieeffekte ergeben sich, wenn mit der Gewinnung von Lebendmaterial zugleich notwendige Pflegemaßnahmen für den Naturschutz oder im Rahmen der Gewässerunterhaltung durchgeführt werden können (z.B. bei der Kopfweidenpflege).

5. Wird Totholz für Totfaschinen oder Lahnungen benötigt, können Kommunen, Straßenbauämter oder der Forst angefragt werden, die im Rahmen der Pflege Material zur Verfügung stellen können.
6. Eine weitere Möglichkeit ist die Anlage sog. Mutterquartiere, die für die Gewinnung von gebietseigenem Lebendmaterial (z.B. Weidenruten, Erlenjungpflanzen), genutzt werden können. Diesbezüglich ist eine Partnerschaft mit Landwirten in Betracht zu ziehen. Äste aus Mutterquartieren lassen sich bei Überschuss auch als Biomasse energetisch verwerten (vgl. GRAF 2013).
7. Anzustreben ist die Organisation einer „Pflanzen-Börse“ im Internet z.B. über die Landschaftserhaltungs- oder Landschaftspflegeverbände. So könnten Informationen zu Ort und Menge des verfügbaren Lebendmaterials, Ansprechpartner usw. zur Verfügung gestellt werden. Falls der Bezug vor Ort nicht möglich oder zu aufwändig ist, kann Lebendmaterial oder Saatgut zugekauft werden.
8. Bei Gehölzpflanzungen oder Aussaaten ist Pflanz- und Saatgut mit Herkunftsnachweis zu verwenden. Die Verordnung über Herkunftsgebiete für forstliches Vermehrungsgut (FoVH-gV) liefert die entsprechenden Herkunftsangaben für Gehölze. Bei Aussaaten ist es empfehlenswert zertifiziertes regionales Wildpflanzensaatgut zu wählen, da hier ebenfalls ein Herkunftsnachweis erhältlich ist. Der Verband deutscher Wildsamen- und Wildpflanzenproduzenten e.V. stellt unter der Bezeichnung VWW-Regiosaaten® seit 2008 bundesweit einheitlich zertifiziertes Wildsaatgut zur Verfügung. Bei Planung einer Maßnahme ist vorab die Lieferbarkeit des spezifizierten Pflanzmaterials oder Saatgutes abzufragen. (www.natur-im-vww.de)
9. Bezüglich Jungpflanzen seltener Gehölzarten wie der Schwarzpappel kann die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) in Freiburg angefragt werden. (www.fva-bw.de)
10. „Fertigprodukte“ wie z.B. vorgefertigte Faschinen- oder Vegetationswalzen sind nur dann zu verwenden, wenn diese aus gebietseigenem Pflanzenmaterial oder Saatgut bestehen. Alternativ können unbelebte Produkte wie z.B. Vegetationswalzen gewählt werden, die mit standortgerechten Pflanzen bestückt werden können.

HINTERGRUND-INFO Seit Ende der 1990er Jahre wird in Baden-Württemberg das **Erlensterben**, verursacht durch den so genannten Zellulosepilz *Phytophthora alni*, beobachtet. Dieser Erreger ist über Wasser und Baumschulpflanzen übertragbar. Anstehende Erlenpflanzungen sind deshalb möglichst mit Pflanzmaterial aus *Phytophthora*-freier Anzucht durchzuführen. Nach Möglichkeit wird auf örtlich vorhandene gesunde Naturverjüngung und auf Wildlinge zurückgegriffen. Weitere Maßnahmen enthält die Waldschutz-INFO der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA). (www.fva-bw.de)

Das durch den Pilz *Hymenoscyphus pseudoalbidus* („Falsches Weißes Stängelbecherchen“) hervorgerufene **Eschentriebsterben** tritt seit 2009 in Baden-Württemberg flächendeckend auf. Handlungsempfehlungen hierzu werden ebenfalls von der FVA in Freiburg herausgegeben.



Abb. 3.7: Maschinelle Gewinnung von Weiden mit „Griffy“ am Bagger (Dreisam bei Riegel)



Abb. 3.8: Entnahme von Hochstaudensoden (Bonlandenbach in Reutlingen)

Der Bau ingenieurbilogischer Sicherungen mit Lebendmaterial erfolgt vorzugsweise im Winterhalbjahr. Für die Verwendung in der Vegetationsruhezeit von 1. Oktober bis Ende Februar können die Weiden in dieser Periode jederzeit geschnitten und bei frostfreiem Wetter eingebaut werden. Eine Lagerung – möglichst feucht und schattig – ist bei Frost möglich. Im Einvernehmen mit dem Naturschutz kann Weidenmaterial in der Vegetationszeit (nach dem Verblühen der Kätzchen) geschnitten und eingebaut werden. Hier muss der Einbau wetterabhängig spätestens 1-5 Tage nach dem Schneiden erfolgen. Durch geeignete Techniken muss das Material wirksam und dauerhaft kühl, feucht und schattig, d.h. möglichst abgedeckt, gelagert werden. Das Zurichten der Weiden für die verschiedenen Bauweisen erfolgt unmittelbar vor dem Einbau. Die Materialgewinnung der Weiden kann auch maschinell erfolgen (s. Abb. 3.7).

Bei der Entnahme von Röhrich- oder Hochstaudensoden aus Naturbeständen ist ebenfalls die Vegetationsruhezeit zu berücksichtigen. Die Soden sind möglichst zeitnah einzubauen, können aber bei kühl-feuchter Witterung kurzzeitig zwischen gelagert werden. Grundsätzlich gilt es bei der Materialbeschaffung bestimmte Ruhe- oder Brutzeiten für Tiere zu berücksichtigen (s. Abb. 3.27, Kapitel 3.6).

Merke!

Materialbeschaffung durch Gewinnung im näheren Umfeld der Baustelle:

1. Verwendung des vor Ort anfallenden Materials aus Rückschnittmaßnahmen oder Rodungen im Rahmen von Umgestaltungs- oder Unterhaltungsmaßnahmen am Gewässer
2. Gewinnung von Röhricht- und Hochstaudensoden aus Naturbeständen
3. Wiesendruschverfahren für die Begrünung von Wiesenflächen
4. Telefonische Nachfrage z.B. bei Landschaftserhaltungs- oder Landschaftspflegeverbänden, Betreuern der Gewässernachbarschaften sowie anderen Unterhaltungspflichtigen
5. Telefonische Nachfrage z.B. bei Kommunen oder Straßenbauämtern bezüglich Totmaterial aus Pflegemaßnahmen
6. Errichtung sog. Mutterquartiere (z.B. Weidenruten, Erlenjungpflanzen)
7. Organisation einer „Pflanzen-Börse“

Materialbeschaffung durch Zukauf:

8. Verwendung von Pflanz- und Saatgut mit Herkunftsnachweis z.B. VWW-Regiosaaten®
9. Anfragen zu Jungpflanzen seltener Gehölzarten wie Schwarzpappel an die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA)
10. Im Notfall „Fertigprodukte“ verwenden, aber nur mit gebietseigenem Pflanzenmaterial oder Saatgut

3.5 Gehölze in der Ingenieurbiologie

Die an Fließgewässern natürlich vorkommenden Weiden weisen bestimmte Eigenschaften auf, die ihren Einsatz in der Ingenieurbiologie begünstigen. Sie zeichnen sich durch rasches Wachstum, Gedeihen auf Rohböden, vegetative Vermehrbarkeit, der Fähigkeit im Wasser Wurzeln auszubilden, sowie ein großes Regenerationsvermögen aus. Weiden bilden als natürliche Pioniere der Bach- und Flusssufer die wichtigste Gehölzgruppe für die Gewinnung von Lebendmaterial. Weiden treten bei der Entwicklung naturnaher Gehölzsäume vor allem in den Anfangsstadien auf. Im Endbestand der Ufervegetation treten sie zugunsten anderer Gehölzarten wie Erle (*Alnus glutinosa*), Esche (*Fraxinus excelsior*) oder Ahorn (*Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*) zurück. Vereinzelt sind sie als einzelne Baumweiden oder als Strauchweidensäume entlang naturnaher Gewässer anzutreffen (LUBW 2007).

Die folgenden Abbildungen zeigen die wichtigsten Sträucher und Bäume des Mandelweidengebüsches, die auch in der Ingenieurbiologie verwendet werden. Zu den Strauchweiden gehören Purpurweide (*Salix purpurea*), Korbweide (*Salix viminalis*) und Mandelweide (*Salix triandra*). Silberweide (*Salix alba*), Bruchweide (*Salix fragilis*) und Hohe Weide (*Salix x rubens*) werden zu den Baumweiden gezählt.

3 Bau- und pflegetechnische Angaben



Abb. 3.9: Purpurweide (*Salix purpurea*)



Abb. 3.10: Korbweide (*Salix viminalis*)



Abb. 3.11: Mandelweide (*Salix triandra*)



Abb. 3.12: Silberweide (*Salix alba*)



Abb. 3.13: Bruchweide (*Salix fragilis*)



Abb. 3.14: Hohe Weide (*Salix x rubens*)

HINTERGRUND-INFO Nähere Hinweise zur Bestimmung von Weiden enthalten folgende Bücher:

SCHIECHTL, H.M. (1992): Weiden in der Praxis. Patzer Verlag, Berlin-Hannover

LAUTENSCHLAGER, E. (1989): Die Weiden der Schweiz und angrenzender Gebiete. Birkhäuser Verlag, Basel

HÖRANDL, E., FLORINETH, F., HADACEK, F. (2002): Weiden in Österreich und angrenzenden Gebieten. Eigenverlag des Arbeitskreises Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Institut für Landschaftsplanung und Ingenieurbiologie, Universität für Bodenkultur, Wien

Die wichtigsten Eigenschaften von Weiden (SCHIECHTL & STERN 2002):

- Weiden wachsen problemlos dauerhaft unter Wasser gegen die Flusssohle hin.
- Sie können an jeder Stelle der Rinde abgetrennter Zweige, Äste oder Stämme neue Triebe und sekundäre Wurzeln, sog. Adventivwurzeln, bilden.
- Alle Weiden können durch periodischen Schnitt strauchartig gehalten und dadurch verjüngt werden.
- Dank der hohen Elastizität sind sie extremen Beanspruchungen gewachsen.
- Durch ihre hohe Vitalität und Wuchsennergie, ihre Unempfindlichkeit und ihr Regenerationsvermögen sind sie bestens sowohl für die schnelle Sicherung des Initialstadiums, als auch für den dauerhaften Ufer- und Hangschutz geeignet.

Werden Weiden bei ingenieurb biologischen Bauweisen verwendet, sind folgende Faktoren zu beachten (SCHIECHTL & STERN 2002):

- Weiden sind "lichthungrige" Holzarten, die nur wenig Beschattung vertragen.
WICHTIG: Entfernung konkurrierender Gehölze!
- Weiden wachsen mit ihren Wurzeln nur in lockerem Boden in die Tiefe. Sie ertragen keinen dichten Grasbewuchs, weil sie sehr sauerstoffbedürftig sind.
WICHTIG: Durch periodischen Schnitt kann das Wurzelwachstum gefördert werden!
- Weiden benötigen für gutes Wachstum Wärme und ausreichend Wasser im April und Mai.
- Sie können ca. 8 Tage schadlos ganz unter Wasser stehen. Eine teilweise Überflutung ertragen manche Arten einige Wochen hindurch.
- Lebensdauer bei normaler Bestandsentwicklung ca. 60 Jahre. Bei fehlender Konkurrenz oder regelmäßiger Pflege über 100 Jahre.

Hauptbaumarten in den Auwäldern der Bäche und kleiner Flüsse:

Schwarzerlen (*Alnus glutinosa*), Grauerle (*Alnus incana*) (im Südschwarzwald und an Alpenflüssen), Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*)

Weitere Ufergehölze:

Feldahorn (*Acer campestre*), Spitzahorn (*Acer platanoides*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Roter Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Hasel (*Corylus avellana*), Weißdorn (*Crataegus laevigata* und *Crataegus monogyna*), Pfaffenhütchen (*Euonymus europaeus*), Liguster (*Ligustrum vulgare*), Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*), Schlehe (*Prunus spinosa*), Stieleiche (*Quercus robur*), Heckenrosen (*Rosa canina* und *Rosa corymbifera*), Salweide (*Salix caprea*), Holunder (*Sambucus nigra*), Feldulme (*Ulmus minor*), Wasserschneeball (*Viburnum opulus*).

Die genannten Pflanzenarten werden als Junggehölze in die ingenieurb biologischen Bauweisen eingebracht wie z.B. Erlenjungpflanzen als Hinterpflanzung einer Totfaschine oder Sträucherjungpflanzen als Heckenlagen in Krainerwänden.

Merke!

Verwendung von Weiden in der Ingenieurb iologie:

Weiden sind natürliche Pioniere der Bach- und Flusssufer und eignen sich für ingenieurb iologische Bauweisen, weil sie

- problemlos dauerhaft unter Wasser in Richtung Flusssohle wachsen
- aus der Rinde abgetrennter Zweige, Äste oder Stämme Wurzeln und Triebe bilden
- durch periodischen Schnitt strauchartig gehalten und verjüngt werden können
- dank der hohen Elastizität extremen Beanspruchungen gewachsen sind
- durch ihre hohe Wuchsennergie und ihr Regenerationsvermögen bestens sowohl für die schnelle Sicherung des Initialstadiums als auch für den dauerhaften Ufer- und Hangschutz geeignet sind

WICHTIG:

- Weiden sind „lichthungrige“ Holzarten, die nur wenig Beschattung vertragen
- Weidenwurzeln wachsen nur im lockeren Boden in die Tiefe



3.6 Pflege

Die Pflege bzw. Unterhaltung ingenieurbioologischer Bauweisen ist ein entscheidender Faktor für den Erfolg einer Maßnahme. Da die Schutzfunktion ihre volle Wirkung erst mit Entwicklung der Pflanzen erreicht, muss diese durch eine zielorientierte Pflege unterstützt werden. Dabei ist es von Bedeutung das gewünschte Vegetationsziel vorab festzulegen, um gegebenenfalls artenselektiv zu pflegen. In den Beschreibungen (s. Kapitel 4) sind die Pflege- und Unterhaltungsmaßnahmen speziell für die einzelnen ingenieurbioologischen Bauweisen aufgeführt.

Bei der Vergabe von Pflegearbeiten wird zwischen der Fertigstellungs-, Entwicklungs- und Unterhaltungspflege unterschieden. Werden die Arbeiten durch den Gewässerunterhaltungspflichtigen selbst ausgeführt, kann sich an diesen drei Pflegeschritten orientieren werden. Der Übergang zwischen den einzelnen Pflegeschritten ist bei der Unterhaltung fließend.

1. Die Fertigstellungspflege ingenieurbioologischer Bauweisen erfolgt nach Abschluss der Bauarbeiten und dauert von Vergabe bis zur Abnahme. Sie dient der Sicherung des Anwuchserfolgs. Hierzu zählen Pflege- und Unterhaltungsarbeiten wie z.B. Bewässern, Beseitigung oder Unterdrückung von Konkurrenzvegetation, Aus- und Freimähen, Mulchen, Düngen oder Ergänzungspflanzungen.

Der abnahmefähige Zustand wird nach DIN 18918 wie folgt definiert:

- Ansaaten und Saatmatten: gleichmäßiger Bestand mit einem Deckungsgrad von 50%
- Gehölzsaat: gleichmäßig aufgelaufen
- Sicherung durch Bepflanzungen: Ausfallrate < 30%
- Fertigrasen und Rasensoden: gleichmäßig und nicht abhebbar verwurzelt
- Lebende Pflanzenteile: lineare Bauweisen (z.B. Faschinen, Buschlagen, Flechtwerke) im Mittel 5, mind. 2 Austriebe pro Laufmeter; flächige Bauweisen (z.B. Spreitlagen) im Mittel 10, mind. 5 Austriebe pro m²; einzeln eingebrachte Pflanzenteile (z.B. Steckhölzer, Setzstangen) mind. zu 2/3 gleichmäßig verteilt ausgetrieben

2. Die Entwicklungspflege beginnt direkt nach der Abnahme und dient der Erzielung eines funktionsfähigen Zustands. Hierzu zählen Maßnahmen wie z.B. Düngung, Bewässerung, Bodenbearbeitung, Mulchen, Mahd, Gehölzschnitt, Pfählen und Binden sowie die Schädlingsbekämpfung (weitere Hinweise bei Vergabe siehe DIN 18919).

3. Ziel der Unterhaltungspflege ist es langfristig das zuvor festgelegte Vegetationsziel zu sichern. Diese Pflege bzw. Unterhaltung dient der zielorientierten Entwicklung der geschaffenen ingenieurbioologischen Bauweisen zur Erhaltung ihrer Funktionen (weitere Hinweise bei Vergabe siehe DIN 18919). An Fließgewässern ist dabei der schadlose Hochwasserabfluss zu gewährleisten. Der sich entwickelnde Gehölzsaum erhöht die Rauigkeit im Gewässerquerschnitt und verringert somit die Abflussleistung im Gewässer. Um unerwünschte Ausuferungen zu vermeiden, müssen die Schnittmaßnahmen den hydraulischen Erfordernissen angepasst werden. Ausführliche Hinweise befinden sich in „Hochwassersichere Entwicklung und Unterhaltung von Fließgewässern im urbanen Bereich – Maßnahmen und ihre hydraulische Wirkungen“ (LUBW 2011). Andererseits kann die Ufervegetation bei ausreichendem Platzbedarf auch den Hochwasserrückhalt in der Fläche verbessern. Der Pflegeaufwand ingenieurbioologischer Bauweisen beschränkt sich einerseits auf die Kontrolle der Bauweisen andererseits auf notwendige Schnittmaßnahmen.

Bei der **Kontrolle der Bauweisen** werden Befestigungen z.B. von Faschinen, Raubäumen oder Böschungsschutzmatten überprüft und wenn nötig nachgebessert. Nach Hochwasserabflüssen müssen gegebenenfalls kleinere Schäden bei den Bauweisen behoben oder Geschwemmsel entfernt werden.

Schnittmaßnahmen sind geboten, wenn konkurrierende Gehölze oder Kräuter überhand nehmen. Anhand des Vegetationsziels werden die erforderlichen Schnittmaßnahmen geplant und ausgeführt. Bei Röhrichtbauweisen sind Gehölzschnittmaßnahmen nötig, da eine zu starke Beschattung die Röhrichtpflanzen verdrängen. Ist ein elastischer Weidensaum als Uferschutz gewünscht, müssen die Weiden periodisch alle 3-5 Jahre zurückgeschnitten werden. Nur so ist gewährleistet, dass sich die Weidenruten im Hochwasserfall auf die Böschung legen und so das Ufer wirksam schützen. Wird neben Weidenmaterial Junggehölz eingebracht, kann es punktuell erforderlich sein, Weiden zurückzuschneiden um die Entwicklung der gepflanzten Gehölze zu einem standortgerechten Gehölzsaum zu ermöglichen. Es wird von artenselektivem Schneiden gesprochen, da bestimmte Gehölzarten durch den Schnitt gefördert werden. Da Weiden sehr viel Licht brauchen, ist es möglich, dass sie durch die Beschattungswirkung der in den Weidenbestand gepflanzten Ufergehölze ohne Rückschnitt längerfristig von alleine zurückgehen.

Entwicklung und Pflege einer Krainerwand am Beispiel des Grenzbachs in Wimsheim

Nach Fertigstellung der Krainerwand können die eingebrachten Weidenbuschlagen austreiben. Bereits nach einem Jahr ist ein fast meterhoher Aufwuchs festzustellen. Um die beim Bau eingebrachten Gehölze wie z.B. Schwarzerlen (*Alnus glutinosa*), Eschen (*Fraxinus excelsior*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Traubenkirschen (*Prunus padus*) zu fördern, wird nach vier Jahren ein Pflegeschnitt durchgeführt, bei dem die Weiden ganz zurückgenommen werden. So können sich die Gehölze der Zielvegetation entwickeln und langfristig, d.h. nach Absterben der Krainerwand das Ufer sichern.



Abb. 3.15: Krainerwand nach Fertigstellung



Abb. 3.16: Entwicklung nach einem Jahr



Abb. 3.17: Entwicklung nach vier Jahren



Abb. 3.18: Entwicklung nach acht Jahren

Entwicklung von Weidenbauweisen am Beispiel der Echaz in Reutlingen

Als Sicherung des linken Prallufers wurden Krainerwände und begrünte Steinschüttungen eingebaut. Die rechte Uferseite wurde mit einer Weidenfaschine mit Erlenhinterpflanzung gesichert. Bereits im Sommer nach der Fertigstellung treiben die Weiden aus und übernehmen zunehmend die Sicherung der Ufer. Damit die Weiden im Hochwasserfall flexibel sind, sich auf die Böschung zu legen und so das Ufer wirksam schützen, ist eine regelmäßige Pflege erforderlich. Je nach Austrieb werden die Weiden alle 3-5 Jahre vollständig zurückgeschnitten. Langfristig kann sich am linken Prallufer ein standortgerechter Ufergehölzsaum ausbilden. Rechtsufrig sichern einzelne Erlen mit ihren Wurzeln das Ufer.



Abb. 3.19: Krainerwand und begrünte Steinschüttung (linkes Ufer) und Weidenfaschinen (rechtes Ufer) nach Fertigstellung



Abb. 3.20: Entwicklung im ersten Jahr



Abb. 3.21: Hochwasser drei Jahre nach Fertigstellung



Abb. 3.22: Entwicklung nach 13 Jahren

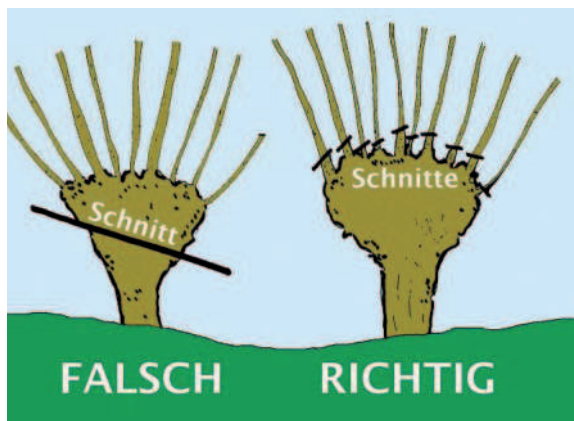


Abb. 3.23: Kopfweidenschnitt (WBWF 2008a)



Abb. 3.24: Unsachgemäß gepflegte Kopfweiden



Abb. 3.25: Fachlich richtig durchgeführte Kopfweidenpflege (WBWF 2008A)



Abb. 3.26: Eingewachsener Bindestrick

Kopfweiden müssen regelmäßig alle 2-4 Jahre gepflegt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Äste möglichst nah am Kopf abgeschnitten und alle Äste zurückgenommen werden. Besonders wichtig ist, dass kein Rückschnitt in das "alte Holz" erfolgt. Bei Hochstämmen ist das Bindematerial (Schnüre, Stricke etc.) rechtzeitig zu entfernen, um Schäden am Stamm zu vermeiden (s. Abb. 3.26).

Bei den Schnittmaßnahmen an Gehölzen handelt es sich um den sogenannten Stockhieb. In Anlehnung an den WBWF Themenordner „Gehölzpflege“ (WBWF 2005) ist bei der Durchführung dieser Pflegemaßnahme folgendes zu beachten:

- Das Austriebsverhalten von Laubbäumen und Sträuchern nach einem Stockhieb ist artspezifisch: Gut treiben Weide, Erle, Ahorn, Hasel, Esche, Linde, etc. schwächer treiben Gehölze wie Birke, Buche, Ginster etc.
- Der Wiederaustrieb nach einem Stockhieb ist altersabhängig. Dies gilt vor allem für Bäume. So lässt die Austriebsfähigkeit bei Erlen ab einem Alter von ca. 20-30 Jahren deutlich nach. Je jünger das Gehölz, desto sicherer ist der Wiederaustrieb.
- Je besser die Nährstoffversorgung (-speicherung) desto besser/sicherer ist der Wiederaustrieb. Der Wiederaustrieb von ausschlagfähigen Gehölzarten ist an eine ausreichende Lichtzufuhr gebunden. Bei einem Stockhieb ist daher auf eine ausreichende Freistellung der Stöcke zu achten (insbesondere beim Einzelhieb).
- Entgegen den Vorgaben für einen Kronenschnitt ist der optimale Zeitpunkt für den Stockhieb im Dezember bis Februar zu sehen.
- Für einen optimalen Austriebserfolg ist eine glatte Schnittführung (ohne Aufsplintern des Stocks und ohne Abreißen der Rinde) notwendig. Die Schnittfläche soll dabei leicht schräg (möglicher Wasserabfluss) und so klein wie möglich sein.
- Die Schnitthöhe soll möglichst tief liegen (ca. 10-20 cm).

Das bei der Pflege anfallende Material kann zum Einen für weitere ingenieurblogische Maßnahmen verwendet werden (s. Kapitel 3.4), zum Anderen ist die energetische Verwertung als Biomasse (Hackschnitzel) möglich (GRAF 2013).

Bei der Durchführung der Pflegearbeiten ist aufgrund bestimmter Ruhe- oder Brutzeiten für Tiere auf den richtigen Zeitpunkt zu achten. Nachfolgende Abbildung zeigt die Zeiten der Rücksichtnahme und gibt an, wann welche Maßnahmen durchzuführen sind.

Um die zielorientierte Pflege ingenieurblogischer Bauweisen langfristig fachgerecht und strukturiert zu organisieren, sollte ein Unterhaltungsplan erstellt werden, der die notwendigen Arbeitsschritte aufführt. Dazu gehören regelmäßige Begehungen, insbesondere bei neu fertig gestellten Maßnahmen. Nach Hochwasserereignissen ist dies erforderlich, um rechtzeitig eingreifen und das geplante Ziel langfristig erreichen zu können. Einen sehr guten Überblick, was bei Maßnahmen an Gewässern beachtet werden muss, gibt die Handreichung Naturschonende Gewässerunterhaltung der WBW Fortbildungsgesellschaft (WBW 2018).

Tabelle 1: Arbeitszeiten planen – rechtliche und fachliche Vorgaben

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gesetzliche Vorgaben												
Gehölzpflege												
Gehölzpflegemaßnahmen (§ 39 Abs. 5 Nr. 2 BNatSchG*)												
Das Durchführungsintervall und die Stärke der Maßnahme ist abhängig von Wuchsentensität und Pflegeziel.												
Röhricht Mäharbeiten												
Röhricht abschnittsweise zurückschneiden (§ 39 Abs. 5 Nr. 3 BNatSchG*)												
höchstens alle 5 Jahre ¹ mähen												

* Verbote gelten unter anderem nicht für Maßnahmen, welche für die Gewährleistung der Verkehrssicherheit dienen (§ 39 Abs. 5 BNatSchG). Bei Gehölzpflegemaßnahmen sind weiterhin zulässig schonende Form- und Pflegeschnitte zur Beseitigung des Zuwachses der Pflanzen oder zur Gesunderhaltung von Bäumen (§ 39 Abs. 5 Nr. 2 BNatSchG). In der Zeit zwischen 1. Oktober und 31. März ist der Schutz von Winterquartieren von Fledermäusen zu beachten (§ 39 Abs. 6 BNatSchG)

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Empfehlungen												
Mäharbeiten												
Gehölzpflanzen ausmähen												
Mahd von Hochstaudenflur und Seggen i.d.R. keine Pflege notwendig, höchstens alle 4-5 Jahre ¹ abschnittsweise mähen												
Damm- und Uferböschungen zweimalig mähen*												
Mahd von Vorland (Doppeltrapezprofil) zweimalig mähen*												

* Sowohl auf dem Ufer und dem Vorland, aber vor allem auf dem Damm können die unterschiedlichsten Grünlandtypen vorkommen. Von Fettwiese bis Halb- bzw. Trockenrasen. Hier können sich die Mähzeitpunkte und -intervalle unterscheiden. Beim Vorkommen seltener Pflanzen bzw. geschützter Arten ist der Mähzeitpunkt mit der Naturschutzbehörde abzustimmen.

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Empfehlungen												
Krautung												
Wasserpflanzen krauten												
nur Krauten wenn der Bewuchs den Abfluss behindert												
Räumung												
Sohle ausräumen												
Es ist verboten ständig wasserführende Gräben unter Einsatz von Grabenfräsen zu räumen (§ 39 BNatSchG Abs. 5 Nr. 4)												
Vorland (Doppeltrapezprofil) räumen												
Arbeiten mit lebenden Baustoffen												
Sicherung der Ufer mit Lebendmaterial (Weiden)												
Schneiden der Steckhölzer*												
Röhricht und Stauden pflanzen												
Gehölze pflanzen (nicht bei Frost)												

* Werden Weiden in der Vegetationszeit, also ab März bis September, geschnitten, braucht es das Einvernehmen der Naturschutzverwaltung.

Rechtliche und fachliche Vorgaben:

■ Pflegemaßnahmen nicht durchführen

■ Pflegemaßnahmen durchführen

Erläuterungen:

I In Ausnahmefällen auch früher, wenn Abflussbehinderung dies notwendig macht.

⋈ Naßlagerung der Steckhölzer nach dem Schnitt erforderlich

Abb. 3.27: Arbeitszeiten planen – rechtliche und fachliche Vorgaben (LUBW 2020)

Merke!

Kontrolle der Bauweisen im Rahmen der Fertigstellungs-, Entwicklungs- und Unterhaltungspflege:

- Ansaaten kontrollieren → ggf. düngen, nachsäen
- Bepflanzungen kontrollieren → ggf. bewässern, mulchen, aus- und freimähen, nachpflanzen
- Verwurzelung von Fertiggrasen oder Rasensoden kontrollieren → ggf. nacharbeiten
- Anwachsen und Austrieb der Pflanzen- und Pflanzenteile prüfen → ggf. nacharbeiten, Beseitigung oder Unterdrückung von Konkurrenzvegetation
- Befestigungen der Bauweisen prüfen → ggf. nachbessern

Schnittmaßnahmen im Rahmen der Entwicklungs- und Unterhaltungspflege (in Anlehnung an WBWF 2005/2018):

Rückschnitt

- zur Verjüngung des gesamten Bestandes und nachhaltigen Sicherung der Bestandsstruktur
- zur gezielten Förderung bestimmter Arten
- zur gezielten Unterdrückung bestimmter Arten
- zur Sicherung des schadlosen Hochwasserabflusses
- um ausschlagsfähige Gehölze für weitere Baumaßnahmen zu gewinnen
- aufgrund einer Gefährdung der Verkehrssicherheit
- um einen dichten Weidenaufwuchs zu erzielen, der Neophyten nachhaltig unterdrückt

Checkliste für die Durchführung von Pflegemaßnahmen insbesondere für Schnittmaßnahmen (WBWF 2005/2009/2018):

1. Handlungsbedarf prüfen, Pflegeziel formulieren
2. Genehmigungsbedarf prüfen:
→ Anzeige und Abstimmung mit der Unteren Naturschutzbehörde
3. Biotop- und Artenschutz prüfen, Einhaltung naturschutzrechtlicher Fristen
4. Anliegerbelange prüfen: Klärung der Eigentumsverhältnisse
→ Information der Anlieger, evtl. Betretungsgenehmigung der Grundstücke einholen
→ Fischpächter informieren
5. Öffentlichkeitsarbeit
6. Durchführung der Pflegemaßnahme

4. Beschreibung ausgewählter Bauweisen

Kernstück des vorliegenden Leitfadens ist die Beschreibung ausgewählter Bauweisen. Hierbei wurden ingenieurbioologische Bauweisen ausgewählt, die vielseitig einsetzbar und einfach in ihrer Herstellung und Pflege sind. Um die unterschiedlichen Anforderungen der Maßnahmen zu erfüllen, werden die erläuterten Bauweisen oft miteinander kombiniert.

Neben einer detaillierten Erläuterung der Bauweisen mit Baubeschreibung, verwendeten Materialien, empfohlener Einbauzeit und erforderlichen Pflegemaßnahmen wird unter den Überschriften „Besonderheiten“ und „Häufige Fehler“ auf die kritischen Punkte eingegangen. Hier werden häufige Fehler beim Bau oder bei der Pflege einer Bauweise geschildert und durch Erfahrungswerte ergänzt. Grundsätzlich gilt für alle Bauweisen, dass bei kiesigem Untergrund erhöhte Anforderungen an die Stabilität gestellt werden. Hier müssen die Bauweisen stabiler und ggf. mit längeren Pfählen in den Untergrund befestigt werden.

Angaben zur Wirkung und zu den Anwendungsbereichen liefern wertvolle Planungshilfen. Die Wirkung wird anhand der zeitlichen Komponente (Sofortschutz oder langfristige Wirkung) sowie der räumlichen Komponente (Oberflächenschutz oder Tiefenwirkung) beschrieben. Alle Bauweisen werden im naturnahen Wasserbau eingesetzt. Auf Anwendungsmöglichkeiten in anderen Bereichen wie Erdbau wird bei den einzelnen Bauweisen hingewiesen. Das Bestandsziel und die ökologische Bedeutung stellen Argumentationshilfen zur Verfügung.

Die Steckbriefe (Bestandteil dieser Gesamt-Publikation) stellen durchgeführte Maßnahmen in Baden-Württemberg dar und geben damit Anregungen für die Planung von ingenieurbioologischen Bauweisen in der eigenen Region.

Die Textbausteine für Leistungsverzeichnisse können für Ausschreibungen verwendet werden. Dabei sind die Texte an die örtlichen Gegebenheiten anzupassen und ggf. zu ergänzen. Zusätzlich wird für jede Bauweise ein Plansymbol beigefügt, das bei Planzeichnungen verwendet werden kann. Die Texte sind folgenden Quellen entnommen: AUGALA (2007), LFU (1993), LFU (1998), die entsprechend ergänzt wurden. Als dritter Teil sind Arbeitsblätter zusammengefasst, die auf Grundlage dieser Bauweisenbeschreibungen für die Praktiker entwickelt wurden. Darin sind die wichtigsten Angaben für den Bau wie Baubeschreibung, verwendete Materialien sowie häufige Fehler aufgeführt. Skizzen zur Bauweise ergänzen das Arbeitsblatt. Die Arbeitsblätter sind wasserfest, um einen zuverlässigen Einsatz auf der Baustelle zu gewährleisten.

ACHTUNG

Bei Arbeiten am und im Gewässer sind die Bestimmungen zum Arbeits- und Unfallschutz sowie zur Verkehrssicherung zu beachten!

Dazu gehören insbesondere:

- gute Fachkenntnisse und das Beherrschen der erforderlichen Arbeitstechniken
- eine angemessene Schutzausrüstung
- sowie die Sicherung der Arbeitsstellen (Stichwort: Verkehrssicherung)

Weitere Informationen zu Unfallschutz und Verkehrssicherung:

- Themenordner „Gehölzpflege“ WBW Fortbildungsgesellschaft 2005
- www.uk-bw.de
- Merkblatt DWA-M616
- Verkehrssicherung an Fließgewässern, Juni 2017

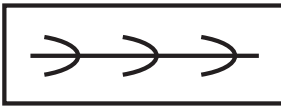
Unfallverhütungsvorschriften sind keine Empfehlungen, sie haben Gesetzeskraft!

Merke!

Bauweisen (Kapitel-Nr.)	Funktion und Wirkungsweise (s. Kap. 2.5)											Belastbarkeit / Steilufer	
	Naturnahe Ufersicherung			Sohlenstabilisierung	Aufwertung der Gewässerstruktur und des Lebensraums	Lenkung des Stromstrichs (Leitwerk)	Natürlichen Fließwiderstand schaffen bzw. erhöhen	Durchwanderbare Niedrigwasserrinne entwickeln und Wanderkorridor ermöglichen	Gewässerentwicklung begrenzt zulassen durch "Schlafende Bauweisen"	Kontrolle von Neophyten durch ingenieurbioologische Bauweisen	Geschwemmselfang	geeignet für hohe Belastbarkeit (Fließgeschwindigkeit 1-3m/s)	geeignet für flächige Sicherung von Steilufern (Böschungsneigung ab 1:1,5 und steiler)
	Flächige Bauweise	Lineare Bauweise	Punktueller Bauweise										
Lebende Bauweisen													
4.1 Faschine		x			x		x					x	
4.5.1 Steckholz (zwischen Steinblöcken)			x						x			x	x
4.5.1 Steckholz (in Erdböschungen)			x						x				
4.5.2 Setzstangen			x						x				
4.2 Weidenspreitlage	x				x		x			x		x	x
Kombinierte Bauweisen													
4.2 Fichtenspreitlage	x				x							x	x
4.4 Einzelbuhnen			x		x	x	x	x				x	
4.4 Buhnenfelder		x			x	x	x	x				x	
4.6 Krainerwand		x										x	x
4.7 Vegetationswalze		x			x								
4.8 Böschungsschutzmatte	x											x	x
4.9 Lahnung		x	x		x						x		
Tote Bauweisen													
4.3.1 Raubaum			x	x	x	x	x						
4.3.2 Wurzelstock			x		x								

Abb. 4.1: Funktion und Wirkungsweise sowie Anwendungsbereiche ingenieurbioologischer Sicherungsbauweisen in Anlehnung an GESELLSCHAFT FÜR INGENIEURBIOLOGIE E.V. & EFIB (2011)

4.1 Faschine



Plansymbol

Faschinen sind entweder aus lebenden Weidenruten (Weidenfaschine, lebende Uferfaschine) oder aus Zweigen nicht ausschlagfähiger Gehölzarten (Totfaschine) zusammengebundene Astbündel. Lebendfaschinen können bei Mangel an Lebendmaterial mit bis zu 70% totem Astwerk im Faschinenkern hergestellt werden.

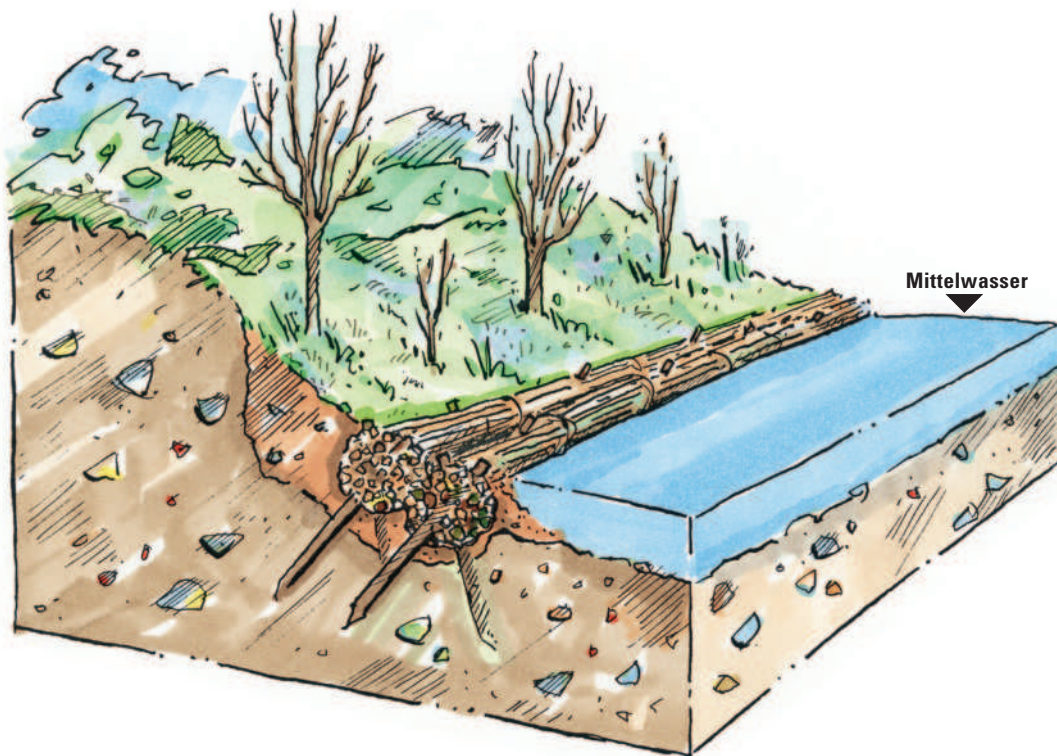


Abb. 4.2: Faschine, Herstellungszustand

Bestandsziel

Weidensaum oder standortgerechtes Ufergehölz mit Bäumen und Sträuchern bei Hinterpflanzung.

Ökologische Bedeutung:

- naturnahe Ufersicherung (lineare Bauweise)
- Aufwertung der Gewässerstruktur und des Lebensraums
- natürlichen Fließwiderstand schaffen bzw. erhöhen

Anwendungsbereiche

Lebendfaschinen dienen dem Schutz der Wasserwechselzone an Gewässerufern. Vor allem werden Faschinen in Kombination mit anderen Ufersicherungen wie Berasungen, Spreitlage, Weidenwippe, Senkfaschinen, Böschungsschutzmatte oder Bepflanzungen insbesondere zur Sicherung des Böschungsfußes im Wasser- und Erdbau eingesetzt. Totfaschinen können in allen Zonen am Gewässer eingebaut werden. Lebende Faschinen oder Totfaschinen können auch als Bühnen eingebaut werden, um die Gewässerstruktur aufzuwerten und natürlichen Fließwiderstand zu schaffen.

Wirkungsweise

Eine wirkungsvolle Fuß- und Längssicherung besteht sofort nach Einbau. Die zahlreichen Äste vermindern durch ihre Elastizität und Rauhigkeit die Strömungsgeschwindigkeit bzw. den Wellenschlag und verhindern damit eine Erosion des Ufers. Nach dem Anwachsen erhöht sich diese Wirkung, da einerseits die Wurzeln den Uferboden festigen, andererseits die elastischen Austriebe bei Hochwasser schützend auf das Ufer gedrückt werden. Totfaschinen wirken als Wurzelschutz für die dahinter gepflanzten Junggehölze, deren Wurzeln bis zum Verrotten der Faschine durchwachsen und den Uferbereich stabilisiert haben müssen.

Positive Aspekte:

- sofortiger Uferschutz, rasch und einfach zu bauen
- hohes Regenerationsvermögen lebender Faschinen. Entwicklung äußerst wertvoller Lebensräume für Land- und Wassertiere (z.B. Wurzeltorhang bei Weidenfaschinen)
- gut kombinierbar mit anderen Bauweisen

Besonderheiten und Grenzen:

- meist nur in der Vegetationsruhezeit zu realisieren
- Lebendfaschinen alleine sind pflegeintensiv, da Rückschnitt erforderlich. Weiden sind empfindlich gegen Beschattung
- Profileinengung bei kleinen Bächen, daher mehr Platz für das Fließgewässer vorsehen
- kein Einbau auf großen Strecken, da sonst langweilige, artenarme Weidensäume entstehen
- Aufwand für Materialbeschaffung rechtzeitig einplanen

Baubeschreibung

Beim Bau einer Faschine werden die Äste auf einem Faschinenbock 2-6 Meter lang bis zum gewünschten Durchmesser von 20-40 cm geschichtet. Dann werden sie mit einem Seil fest zusammengezogen und in erforderlichen Abständen (ca. 1 m) mit geglühtem Eisendraht (Weicheisen) zusammengebunden.



Abb. 4.3: Einfacher Faschinenbock



Abb. 4.4: Sicherung mit Pfählen
(Gießnaubach in Nabern/Teck)

Die fertigen Faschinen werden in einem entlang der Mittelwasserlinie ausgehobenen Graben eingebaut, so dass sie zur Hälfte (Lebendfaschinen) oder zu zwei Drittel (Totfaschinen) im Boden bzw. unter Mittelwasser liegen. Die einzelnen Faschinen müssen zur besseren Verzahnung beim Verlegen mit den Enden fest ineinander gestoßen werden. Die Befestigung erfolgt mittels lebender Weiden- oder toter Holzpfähle, welche im Abstand von ca. 1 m versetzt durch die Faschine eingeschlagen werden. Anschließend wird die Faschine mit dem Grabenaushub hinter- und überfüllt, so dass Hohlräume

4 Beschreibung ausgewählter Bauweisen

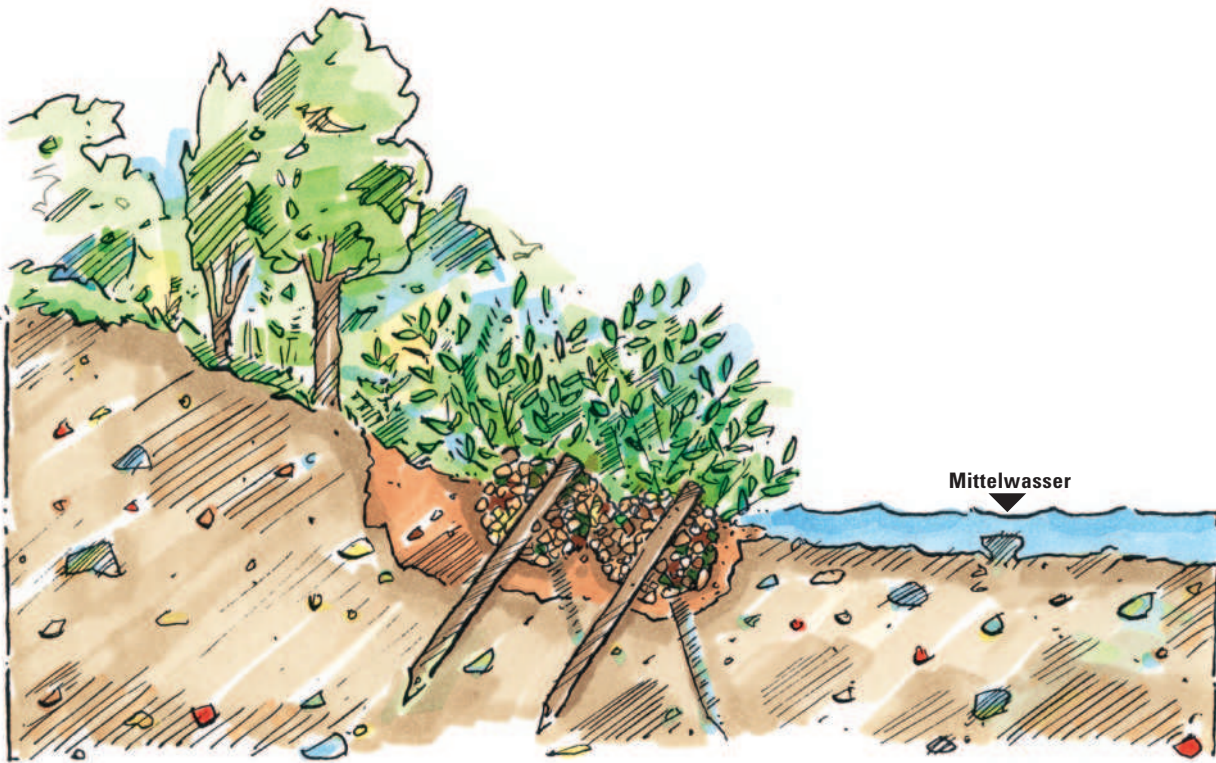


Abb. 4.5: Faschine, Entwicklung nach drei Monaten

zwischen den Ästen gut gefüllt werden und ein Anwachsen möglich wird. Zum Schutz gegen Wellenschlag und Unterspülung kann die Faschine auf eine Astlage gelegt werden, deren Zweigspitzen 20-50 cm weit vor der Faschine in das Gewässer ragen.

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. 0,6-1,0 m lang und 4-8 cm Ø, ca. 1 St./lfm. Bei kiesigem Grund dünne Pfähle aus Hartholz verwenden

- **Verbindungsmaterial**

Geglühter Eisendraht, möglichst weich und elastisch, 3 mm Ø; Weicheisen ist ohne gewässerschädliche Verzinkung

- **Hilfsmittel**

Herstellung der Faschinen mit Hilfe eines Faschinenbocks (siehe Abb. 4.3)

Einbauzeit

Lebendfaschinen nur in der Vegetationsruhezeit (1. Oktober bis Ende Februar); bei Materialgewinnung in der Ruhezeit und kühler, schattiger Lagerung bis ins Frühjahr. Im Sommer nur bei sofortigem Einbau des geschnittenen Materials.

Totfaschinen ganzjährig; günstig in der Vegetationsruhezeit, da die Hinterpflanzung mit Junggehölzen im Faschinengraben gleichzeitig erfolgen kann.

Pflege und Unterhaltung:

- Kontrolle der Befestigungen während der Anwuchsphase, insbesondere nach höheren Abflüssen
- periodischer Rückschnitt nötig, wenn dauerhafte Sicherung durch elastischen Weidensaum gewünscht wird
- Pflegeeingriffe je nach Bestandsziel durchführen. Falls eine hydraulisch negative Auswirkung zu erwarten ist, müssen Pflegeeingriffe zur Reduzierung des Fließwiderstands durchgeführt werden

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 Draht, zu wenig straffes Zusammenbinden
- mangelnde Fixierung im Untergrund durch zu wenige, zu kurze oder nicht tief eingeschlagene Pfähle

Kostenbildende Faktoren

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

Kostenansatz 40-60 EUR/lfm (GEITZ 2021)

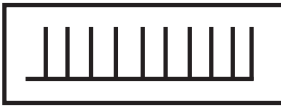
Faschine

Weidenäste und Astwerk mit der Basis mal rechts mal links in einen Faschinenbock schichten, dass eine Faschine mit 2-6 m Länge und 0,2-0,4 m Ø 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 anlegen, dass die Faschine etwa bis zur Hälfte bis max. zwei Drittel im Boden bzw. unter Mittelwasser eingebaut werden kann. Faschinen in Graben einlegen. Aneinander gesetzte Faschinen mit den Enden fest ineinander stoßen (Verzahnung!) oder überlappen lassen (mind. 15-20 cm). Verlegte Faschinen alle Laufmeter je nach Untergrund mit kreuzweise schräg durch die Faschine eingeschlagenen Pfosten fixieren. Faschine mit Grabenaushub hinter- und überfüllen, so dass die Hohlräume zwischen den Ästen gut gefüllt sind.

- Pflock aus Nadelholz, je nach Bodenbeschaffenheit 0,6-1 m lang, Zopfdurchmesser 4-7 cm; alternativ in kiesigem Untergrund Stahlstab 0,6-1 m lang, oberseits U-förmig gebogen
- Weidenäste = lebende Äste und Ruten, 1,5-4 m lang, nur bewurzelungsfähige Weiden
- Astwerk = unverwitterte, nicht austriebsfähige Äste und Ruten, 1,5-4 m lang, von Laub- und Nadelhölzern
- Hinweise zur Gewinnung und Lagerung von lebenden Ästen beachten (s. Baubeschreibung)
- geglähter Eisendraht, mindestens 3 mm Ø
- abgerechnet wird nach gebauter lfm Faschinenwalze, je gesicherte Uferseite

4.2 Spreitlage



Plansymbol

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.

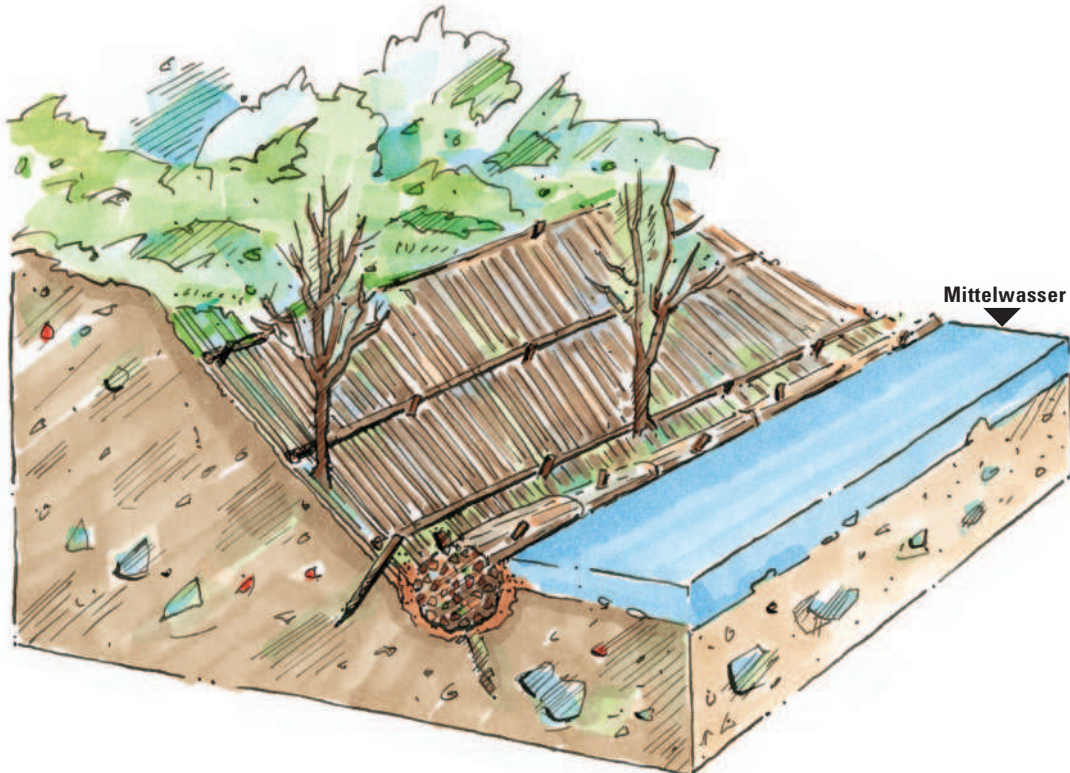


Abb. 4.6: Spreitlage in Kombination mit Faschinen-Fußsicherung, Herstellungszustand

Bestandsziel

Weidensaum oder standortgerechtes Ufergehölz mit Bäumen und Sträuchern bei Hinterpflanzung.

Ökologische Bedeutung:

- naturnahe Ufersicherung (flächige Bauweise)
- Aufwertung der Gewässerstruktur und des Lebensraums
- natürlichen Fließwiderstand schaffen bzw. erhöhen
- Kontrolle von Neopyhten

Anwendungsbereiche

Lehmig bis steinige Uferböschungen, die durch fließendes Wasser oder Wellenschlag gefährdet sind; grundsätzlich oberhalb der Mittelwasserlinie. Bei tieferen Gewässern in Kombination mit Fußsicherungen (Faschinen, Steinwurf, Flechtzaun...). Die Spreitlage muss mit Gehölzpflanzungen ergänzt werden, wenn Weidenreinbestände vermieden werden sollen.

Wirkungsweise

Die „ausgespreiteten“ Lagen von Weidenästen decken die Bodenoberfläche sofort nach dem Auslegen ab und schützen so gegen Erosion. Die zunehmende Durchwurzelung verfestigt dauerhaft die Böschung; die zahlreichen Weidentriebe verringern bei Hochwasser die Fließgeschwindigkeit.

Positive Aspekte:

- Spreitlagen wirken sofort, treiben dicht aus und bewurzeln intensiv
- Schutzwirkung langfristig, verbessert sich ständig
- einfache Materialien, meist vor Ort vorhanden
- bilden an Fließgewässern dauerhafte elastische Buschgürtel, die das Pionierstadium des neuen Uferwaldes darstellen

Besonderheiten und Grenzen:

- benötigen viel Material und sind arbeitsaufwändig
- Pflege wird nötig, wenn nachfolgende Pflanzenarten aufkommen sollen, sonst Tendenz zu reinen Weidenbeständen
- bei Übererdung mit zu nährstoffreichem Erdmaterial können anfangs Entkrautungen notwendig werden
- ggf. Entfernung von Verbindungsmaterial erforderlich
- bei nicht sorgfältiger Verlegung (Hohlraum zwischen Böschung und Weidenrute) können die Ruten nicht anwurzeln und es besteht die Gefahr der Hinterspülung

Baubeschreibung

Der zu schützende Uferbereich wird auf eine begehbare Neigung abgeflacht und weich ausgeformt. Die austriebsfähigen Weidenruten müssen senkrecht zur Böschung dicht an dicht ausgelegt werden (das dicke Ende im Wasser), so dass die Fläche gut abgedeckt wird. Die unteren Enden müssen unbedingt unter den Mittelwasserbereich ragen und dort sorgfältig in die Böschung bzw. Sohle eingebunden werden.

Zum Schutz gegen Ausspülungen können hier Faschinen oder kleinere Steinsicherungen eingebaut werden. Wo möglich, kann die Fußsicherung der Spreitlage mit anstehendem Geschiebe (Geröll) hergestellt werden. Die oberen Enden überragen bei mehrlagigen Ausführungen die Fußenden der nächsthöheren Reihe.



Abb. 4.7: Auslegen der Weidenruten auf einer Böschung



Abb. 4.8: Austrieb einer Weidenspreitlage nach einem Jahr (Aich in Waldenbuch)

Das schützende Rutendeckwerk muss mit Querstangen, Spanndraht oder Kokosstrick fest an die Böschung gepresst werden. Hierzu werden vor dem Auslegen der Ruten Pfähle im Abstand von 0,6-1,5 m in mehreren Reihen (Reihenabstand 0,8-1,2 m) eingeschlagen, dass sie ca. 10-20 cm nachgeschlagen werden können. An diesen werden die Querstangen mittels Drahtschlaufen aus weichem Eisendraht so stramm wie möglich befestigt, damit sie beim Nachschlagen zum Anpressen der Ruten nicht von den Pfählen abrutschen können.

Nach dem Fertigstellen wird die ganze Spreitlage leicht mit Erde abgedeckt, dass die Ruten kaum noch sichtbar sind.

4 Beschreibung ausgewählter Bauweisen



Abb. 4.9: Spreitlage in Kombination mit Faschinen-Fußsicherung, Entwicklung nach drei Monaten

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.

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 Stärke 10-30 Äste je Laufmeter Böschung. 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 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

Einbauzeit

Möglichst nur während der Vegetationsruhezeit. Im Sommer muss das lebende Weidenmaterial am Tage der Gewinnung wieder eingebaut und stärker übererdet werden.

Pflege und Unterhaltung:

- Rückschnitt ggf. aus hydraulischen Erfordernissen wegen Profileinengung nötig
- artenselektiver Schnitt zur Begünstigung in die Spreitlage gepflanzter Gehölze der nachfolgenden Generation nötig

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 Böschungsflächen bleiben. Hier kann Hochwasser, besonders wenn es kurz nach Fertigstellung auftritt, zu unter- und freispülen der Äste führen.
- Unzureichende Drahtbefestigung der Querstangen an den Haltepflocken, wodurch sich die gesamte Spreitlage löst und bei Hochwasser davonschwimmen kann.
- Fehlen einer zuverlässigen Fußsicherung der Spreitlagenäste. Die Fußfaschine muss zwingend fest an die Spreitlagenäste gedrückt und fixiert werden, damit keine Ausspülung erfolgt.



Abb. 4.10: Falscher Einbau: fehlende Einbindung der unteren Ästenden an der Uferlinie (Seitengerinne der Enz in Unterriexingen)



Abb. 4.11: Unterspülte Spreitlage. Ursache: ungenügender Dekungsgrad der Weidenruten (Glems in Münchingen)

Kostenbildende Faktoren

Kostenbildende Faktoren sind die Gewinnung von Weidenmaterial, wenn dies nicht bei Pflegemaßnahmen anfällt sowie die Herstellung, Transport und Einbau der Faschinen, Pfähle und Draht. Der Einbau ist arbeitsaufwändig: ca. 1 Arbeitsstunde für den Einbau von 1 m² Spreitlage.

Kostenansatz 70-100 EUR/lfm mit Materialgewinnung (GEITZ 2021)

Lebende Spreitlage (DIN 18 918), mit Querstangen

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. 0,4 m über Oberfläche einschlagen. Abstand der Pflöcke ca. 0,8-1,2 m. Abstand zwischen den Pflöckereihen ca. 1 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 Spreitlagen anschließen, so dass die Zweigspitzen der unteren Lage die Fußenden der nächst höheren Reihe mindestens 50 cm überdecken.

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 Pflockenden eine Handbreite über dem Draht absägen.

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

Spreitlage mit Boden andecken: Boden (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet) in die Hohlräume zwischen den Ästen füllen, so dass die obersten Ruten gerade noch sichtbar sind.

- Boden = humusarmer Rohboden, Sandig/steinig durchsetzt (Humusgehalt unter 2%)
- Pflöcke aus Nadelholz, je nach Bodenbeschaffenheit 0,8-1,2 m lang. Zopfdurchmesser 6-9 cm
- Querstangen ca. 3-5 m lang, Durchmesser ca. 4-6 cm. Beliebiges, am besten biegbares und elastisches Holzmaterial, auch Weiden verwendbar
- Zweige und Ruten = nur lebende, austriebsfähige Weidenäste, daumen- bis armstark, mind. 1,5 m lang (s. Kapitel 3.5)
- Hinweise zur Gewinnung und Lagerung von lebenden Ästen beachten (s. Kapitel 3.4)
- Spanndraht aus Eisen, gegläht, mind. 3 mm Ø, bei geringerer Beanspruchung alternativ Befestigung der Spreitlagen mit Drahtverspannung (selten auch Kokosstrick)

4.3 Totholzbauweisen

Totholzbauweisen werden in der Ingenieurbiologie punktuell eingesetzt, um die Gewässerstruktur aufzuwerten oder Uferabbrüche zu sanieren. Es werden nicht lebende Materialien und Hilfsstoffe verwendet.

4.3.1 Raubaum



Plansymbol

Bestandsziel

Entwicklung zu einem wertvollen Strukturelement mit besonderen Habitateigenschaften. Ideal ist das Einwachsen von neuen Gehölzen zur dauerhaften Stabilisierung und zum Ersatz nach vollständigem Verrotten.

Ökologische Bedeutung:

- naturnahe Ufersicherung, insbesondere Uferabbrüche (punktuelle Bauweise)
- Sohlenstabilisierung
- Aufwertung der Gewässerstruktur und des Lebensraums
- Lenkung des Stromstrichs (Leitbauwerk)
- natürlichen Fließwiderstand schaffen bzw. als Schwellen erhöhen

Anwendungsbereiche

Uferabbrüche, Kolke, Anlandungsufer in genügend breiten Gerinnen, auch bei Böschungsanbrüchen im Wald. Als Böschungsfußsicherungen sowie Fußsicherungen von Spreit- und Reisiglagen.

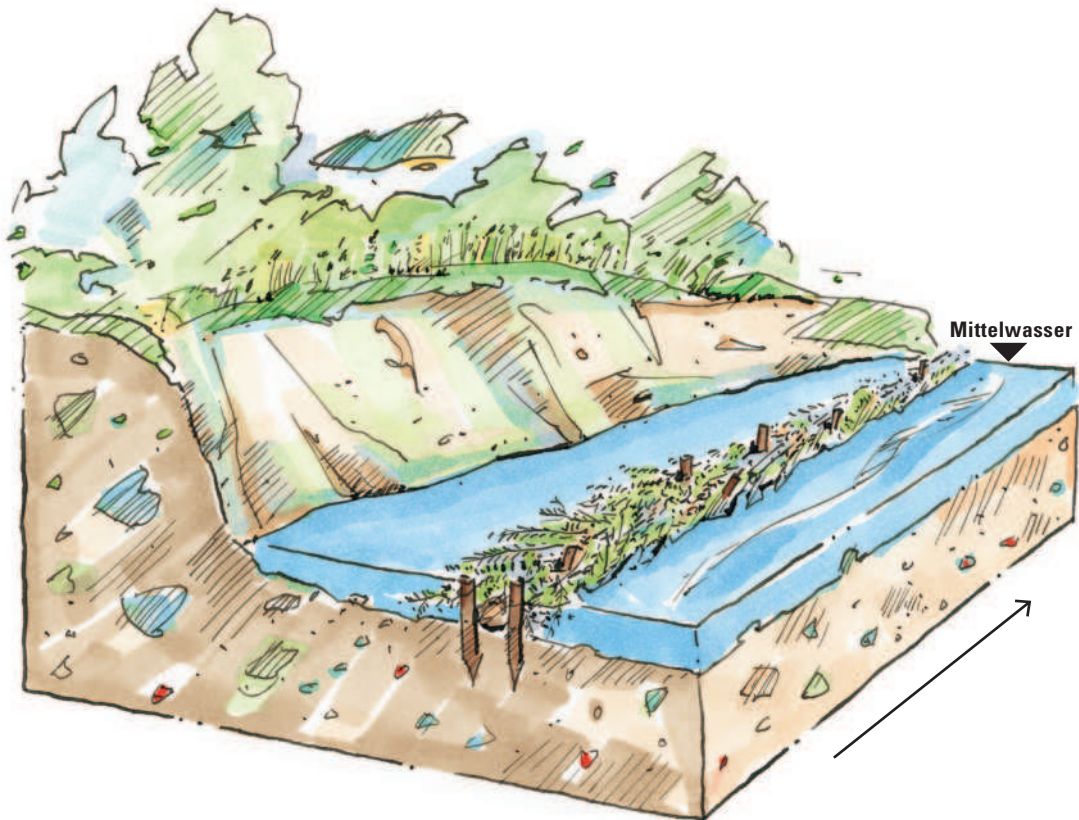


Abb. 4.12: Raubaum, Herstellungszustand

In den Strom gerichtet als Buhne. Bachverbauung mit Nadelholzzipfeln bei kleineren Bächen als Sohlen- und Böschungsfußgerüst. Anwendung beim Kriseneinsatz zur schnellen Sicherung rasch fortschreitender Uferschäden, sowie als kurzfristige Unterstützung zur Deichverteidigung.

Wirkungsweise

Beim Durchströmen des dichten Geästes der Raubäume wird die Fließgeschwindigkeit reduziert. In Folge davon lagert das beruhigte Wasser die mitgeführten Schwimm- und Sinkstoffe in und landseitig hinter dem Raubaum (s. Abb. 4.14) ab. Die Anbruchstelle ist bei entsprechender Feststofffracht nach kurzer Zeit verlandet und kann mit lebendem Material (z.B. Weidenpalisaden), welches den verrotten Raubaum ersetzt, verbaut werden.

Positive Aspekte:

- sofortige Schutzwirkung
- einfach, billig und schnell herstellbar
- Entwicklung von naturnahen, kleinstrukturierten Uferbereichen durch Selbstbesiedelung

Besonderheiten und Grenzen:

- rasche Alterung, da totes Material schnell verrottet
- Ergänzung durch Lebendbauweisen erforderlich

Baubeschreibung

An ausgespülten Ufern von Gewässern, die Feinmaterial transportieren, werden frisch gefällte Fichten, Tannen oder Douglasien an der Uferlinie eingebaut. Entsprechend der Befestigungsmethode können diese längs oder bis zu 20° zur Fließrichtung orientiert sein.

Bei Schrägeinbau mehrerer Raubäume müssen sich diese dachziegelartig überlappen. Die Befestigung erfolgt zwischen zwei Pfahlreihen, wobei die einzelnen Pfähle jeweils vor einem Seitenast schräg gegen die Fließrichtung eingeschlagen werden.



Abb. 4.13: Raubaum als Struktur- und Habitat-Initiator in einem revitalisierten Fluss (Brenz bei Giengen)

Das Abhängen von Raubäumen mittels Stahlseilen von Uferbäumen oder Pfahlblöcken aus wird in den Alpenländern bei steilen, unzugänglichen Flüssen, oder beim Kriseneinsatz praktiziert.

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

Einbauzeit

Jederzeit möglich, auch im Kriseneinsatz (Deichschutz). Herbststeinbau bewirkt die Verlandung während des Winters, somit Pflanzung schon im Frühjahr möglich.

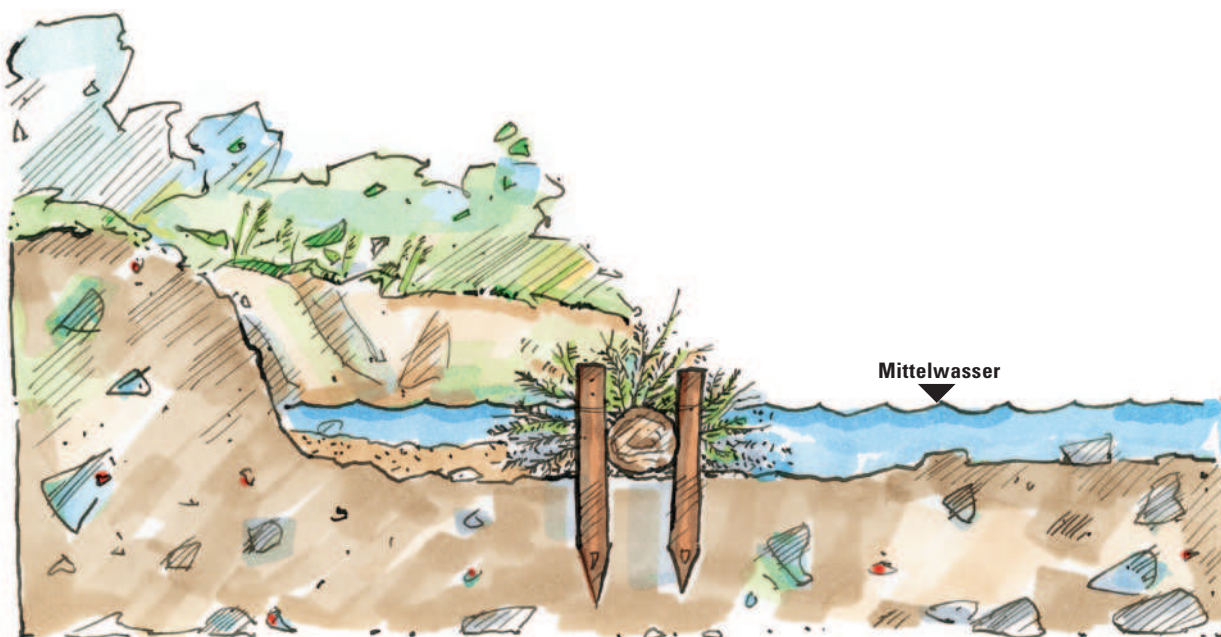


Abb. 4.14: Raubaum, Verlandung nach Abflüssen über Mittelwasser

Pflege und Unterhaltung:

- Kontrolle der Befestigung
- rechtzeitige Pflanzung von standortgerechten Gehölzen zur Verfestigung des angelagerten Sediments

Häufige Fehler:

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

Kostenbildende Faktoren

Die Kosten sind abhängig von Gewinnung, Transport und Einbau der Pfähle und Nadelbäume. Für den Einbau eines 3-4 m langen Raubaumes sind ca. 0,5 Arbeitsstunden oder 0,5 Baggerstunden notwendig.

Raubaum mit Pfahlreihe:

Kostenansatz 300-400 EUR/Stck, ohne Materialgewinnung (GEITZ 2021)

Raubaum vom Ufer abgehängt:

Kostenansatz Einbau 200-250 EUR/Stck, zzgl. Erdanker mit Stahlseil 70-100 EUR/Stck

Textbaustein für Leistungsverzeichnis

Raubaum mit Pfahlreihen

Uferabbruch oder Kolk stromaufwärtig beginnend mit Raubäumen sichern. Dazu ersten Raubaum 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 m so einschlagen, dass der Raubaum fest zwischen der Pfahlreihe verklemmt 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. Pfähle etwa auf Höhe der zu erwartenden Auflandung kappen. Alternativ bei tiefen Uferanbrüchen und Kolken (Mittlere Wassertiefe > 0,5-0,8 m) in der Pfahlreihe zwei oder mehr Raubäume übereinander legen. 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. Nach Bedarf weitere Pfähle einschlagen, so dass Raubäume nicht aufschwimmen können, alternativ Raubäume mit Steinen (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet) beschweren und versenken oder mit Draht fixieren.

Raubaum vom Ufer abgehängt

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

- Pflock aus Nadelholz, je nach Bodenbeschaffenheit 1,2-1,5 m lang, Zopfdurchmesser 9-15 cm
- Raubaum: Dicht benadelte, möglichst frisch gefällte, astreiche Fichten-, Tannen- oder Douglasien, Länge nach Verwendungszweck 3-12 m
- Stahlseil 3-5 mm Ø; Seilklemmen
- geglühter Draht 3-4 mm Ø
- abgerechnet wird nach gebautem lfm Raubaum je gesicherter Uferseite

4.3.2 Wurzelstock



Plansymbol

Bestandsziel

Entwicklung zu einem wertvollen Strukturelement mit besonderen Habitateigenschaften. Ideal ist das Einwachsen mit neuen Gehölzen zur dauerhaften Stabilisierung und zum Ersatz nach vollständigem Verrotten.

Ökologische Bedeutung:

- naturnahe Ufersicherung (punktuelle Bauweise)
- Aufwertung der Gewässerstruktur und des Lebensraums



Abb. 4.15: Wurzelstock, Herstellungszustand

Anwendungsbereiche

An Fluss- und Seeufern mit geringer Strömungs- und Wellenbelastung. An Altarmen und großen Teichen ist der Einbau vollständig im Wasser möglich.

Wirkungsweise

Die Wurzelstöcke sichern punktuell das Ufer, müssen jedoch mit lebenden Bauweisen kombiniert werden, die den Uferbereich nach dem Verrotten besiedelt und verwurzelt haben. Das Wurzelwerk stellt im Land-, Ufer- und Unterwasserbereich ein hervorragendes Habitat für Kleintiere dar.

Positive Aspekte:

- sinnvolle Wiederverwendung von anfallendem organischem Material, daher sehr kostengünstig herzustellen
- hervorragende Habitatstruktur mit hoher ökologischer Wirksamkeit
- ins Wasser ragende Wurzeln sind sehr gute Fischunterstände



Abb. 4.16: Wurzelstock als Strukturelement (Stiftbach bei Langenau-Göttingen)

Besonderheiten und Grenzen:

- nur punktueller Uferschutz
- Kombination mit Lebendbauweisen bei angeströmten Ufern nötig
- optisch befriedigender Einbau erfordert viel Einfühlungsvermögen und handwerkliches Geschick
- Wurzelstöcke wirken als Geschwemmselbstfang, bei zu dichter Abfolge von eingebauten Wurzelstöcken kann es zu starker Verklausung kommen
- Gefahr von Aufschwimmen und Abtreiben bei Hochwasser

Baubeschreibung

Die Entsorgung von großen Wurzelstöcken gerodeter Bäume ist oft sehr teuer. Im naturnahen Wasserbau werden diese wertvollen Strukturelemente nicht entsorgt, sondern sinnvoll wiederverwendet. Entweder werden die Wurzelstöcke im Gelände so eingegraben, dass möglichst Hohlräume zwischen und unter den Wurzeln bleiben oder sie werden an der Mittelwasserlinie in ausgehobene Löcher eingebaut. Mit toten Holzpfählen oder austriebsfähigen Weidenstangen werden diese zwischen kräftigen Wurzeln verpfählt und mit gemischt-körnigem Material ausgefüllt und eingebettet. Beidseitig der Wurzelstöcke müssen stabilisierende Bauweisen anschließen, so dass der Wurzelstock bald einwächst und verwurzelt.



Abb. 4.17: Wurzelstock, Entwicklung nach drei Monaten

4 Beschreibung ausgewählter Bauweisen

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 und Eschen 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.

Einbauzeit

Jederzeit möglich, günstig bei Niedrigwasser

Pflege und Unterhaltung:

- praktisch keine
- ggf. Kontrolle der Befestigungen und Entfernen von Zivilisationsmüll

Häufige Fehler:

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

Kostenbildende Faktoren

Durch die Verwendung des anfallenden organischen Materials können die Abfuhr- und Entsorgungskosten eingespart werden. Für den Einbau eines Wurzelstockes mit ca. 1 m Ø sind 45 Minuten notwendig.

Kostenansatz 60-80 EUR/Stck (ohne Anlieferung) (GEITZ 2021)

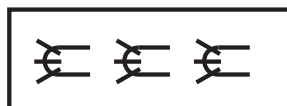
Wurzelstock mit Pfahlsicherung

Je nach Bedarf werden unterschiedlich große Wurzelstöcke nach Angabe der Bauleitung rückwärtig in die Uferböschung eingebunden und mittels geeigneten Pflöcken (auch austriebsfähigen Weidenstangen) zwischen den Wurzeln stramm befestigt. Anschließend wird der Wurzelstock mit Siebschutt überschüttet, so dass dieser gut eingebettet ist. Beidseitig der Wurzelstöcke sind stabilisierende Bauweisen (z.B. Faschinen) einzubauen, so dass der Wurzelstock bald einwächst. Einbau erfolgt inklusive aller dazu notwendigen Arbeiten, Maschinen und Hilfsmittel.

4.4 Buhnenfelder und Einzelbuhnen



Plansymbol Buhnenfelder



Plansymbol Einzelbuhne

Buhnen sind Bauwerke, die vom Ufer aus meist inklinant (stromaufwärts), rechtwinklig oder deklinant (stromabwärts) errichtet werden, um den Stromstrich vom Ufer abzulenken. Sie dienen somit der Ufersicherung und der Initiierung der Gewässerdynamik. Bei beidseitiger Verwendung können sie zur Einengung des Querprofils eingesetzt werden. Buhnen werden aus Flechtwerken (teilweise kombiniert mit Buschlagen), Faschinen, Weidenwippen, Packwerken, Raubäumen, als begrünter Steinsatz und anderem gebaut. Mehrere Buhnen können als Buhnenfelder ausgebildet werden.

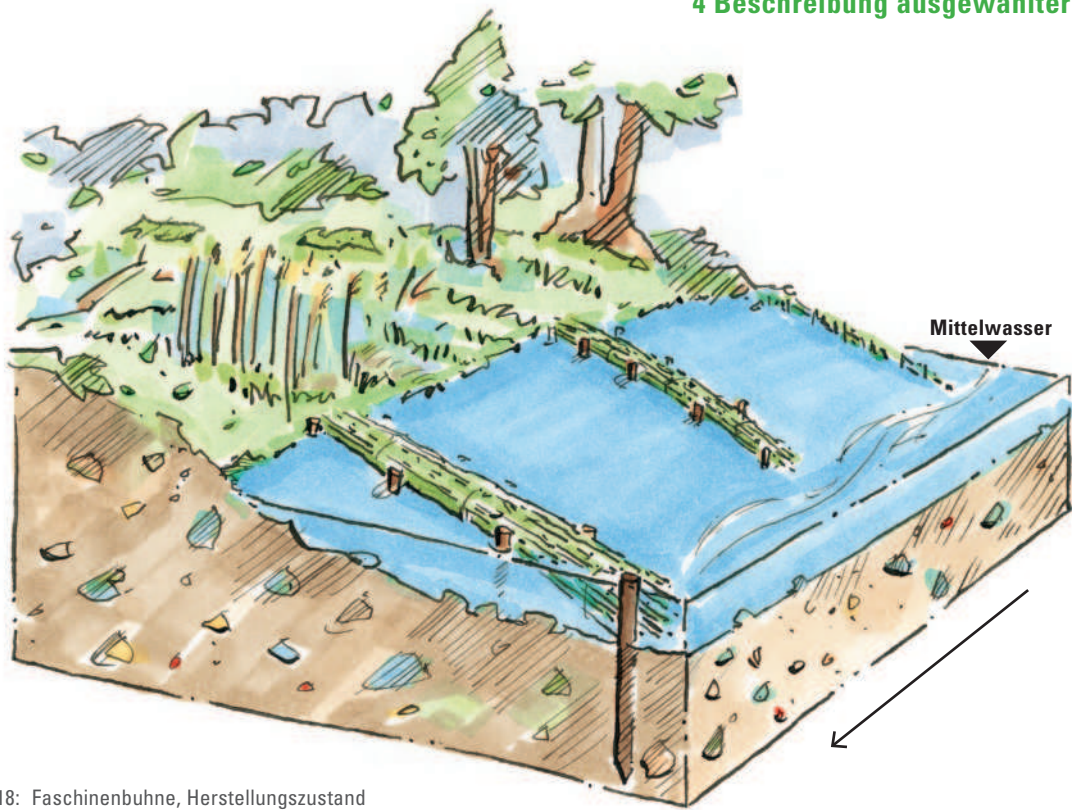


Abb. 4.18: Faschinenbuhne, Herstellungszustand

Bestandsziel

Entwicklung einer dauerhaften Querstruktur am Gewässerufer, die sich in der beabsichtigten Dimension verwächst und Habitat bereichernd wirkt.

Ökologische Bedeutung:

- naturnahe Ufersicherung (lineare bzw. punktuelle Bauweise)
- Aufwertung der Gewässerstruktur und des Lebensraums
- Lenkung des Stromstrichs (Leitbauwerk)
- natürlichen Fließwiderstand schaffen bzw. erhöhen
- durchwanderbare Niedrigwasserrinne entwickeln und Wanderkorridor ermöglichen

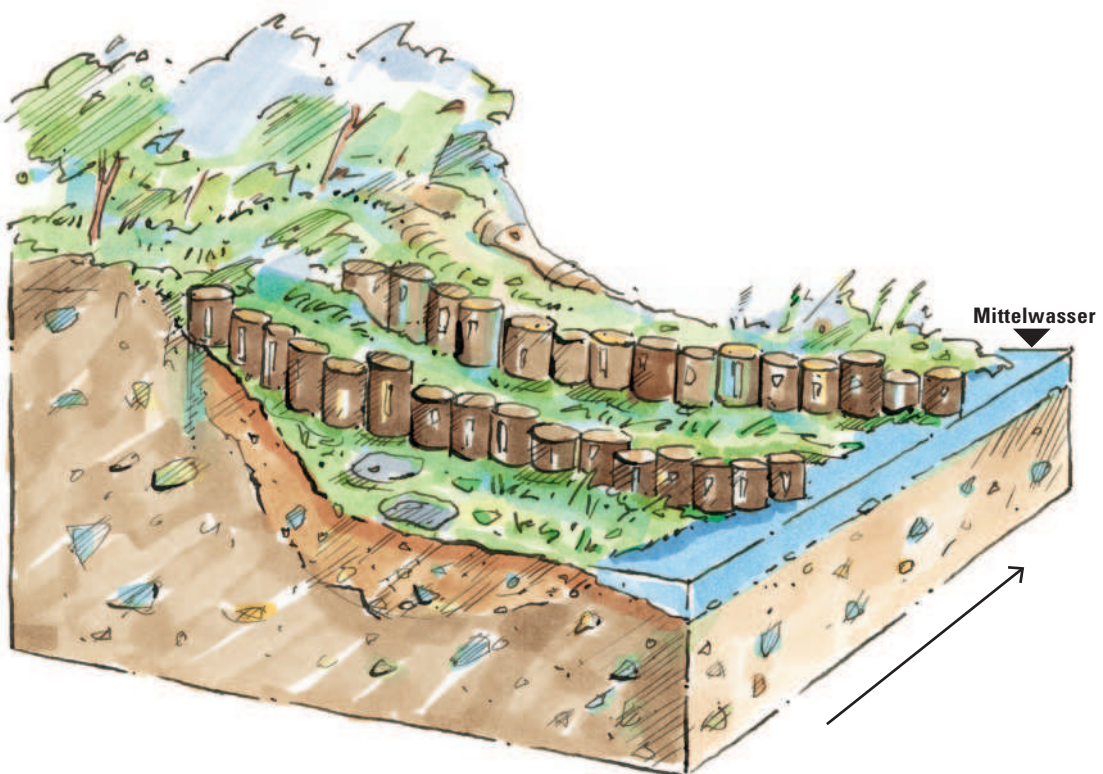


Abb. 4.19: Pfahlbuhne, Herstellungszustand

Anwendungsbereiche

Buhnen dienen zur Einengung von zu großen Abflussquerschnitten und bei naturnahen Umgestaltungen können diese Mäanderstrukturen initiieren. Desweiteren werden Buhnen an ausspülungsgefährdeten Prallufern sowie zur Schaffung einer vergrößerten Uferlinie und Strukturreichhaltigkeit eingesetzt.

Wirkungsweise

Buhnen erhöhen die Rauigkeit des Flussbettes und verlagern den Stromstrich. Sie werden bei Hochwasser überströmt, wobei der Bewuchs die Fließgeschwindigkeit reduziert. Inklinante (stromaufwärts) Buhnen verursachen Kolke am Buhnenkopf, deklinante (stromabwärts) Buhnen an der Buhnenwurzel. Im Feld zwischen den Buhnen findet Sedimentation statt, so dass am Ufer keine Verbauung mehr notwendig ist. Lebende Buhnen sind im Bewuchs durchströmbar und bieten vielfältige Lebensräume. Pfahlbuhnen wirken nur vorübergehend zur Beruhigung nachfolgender Uferbereiche, bis die dort gepflanzte oder selbstangesiedelte Vegetation die Sicherung übernehmen kann.

Die Buhnenoberfläche, von der Buhnenwurzel in der Böschung bis zum Buhnenkopf im Flussbett, muss geneigt sein, so dass sie bei jeder Wasserspiegellage die passende Wirkung auslöst (Tauchbuhne).

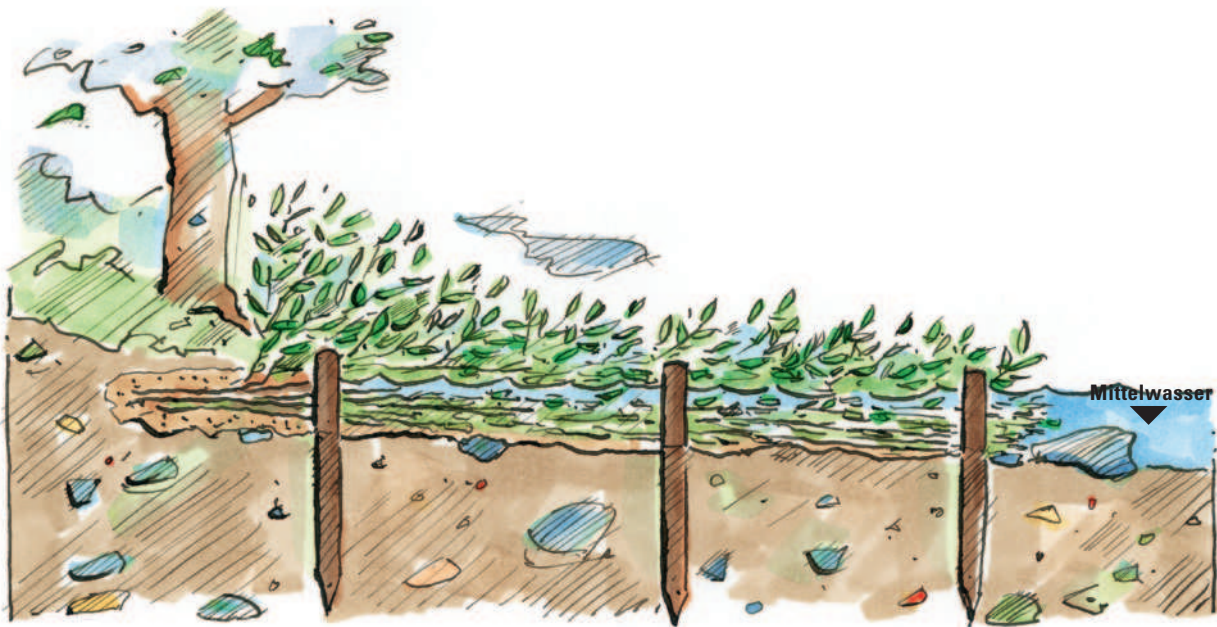


Abb. 4.20: Faschinenbuhne, Entwicklung nach drei Monaten

Positive Aspekte:

- sofortiger, anpassungsfähiger Uferschutz
- können mit wenig Aufwand verlängert oder verkürzt werden
- hohe Lebensdauer, meist kostengünstiger und einfacher als Längsverbauungen, die sich hier erübrigen
- sehr naturnahe Bauweise mit hohem ökologischem Wirkungsgrad
- Buhnenfelder sind besonders bei stark geschiebeführenden Flüssen hervorragende Laichplätze und Kinderstuben für Kieslaicher (Forellen, Äschen etc.)
- Buhnen sind ruhige, gefahrlose Erholungs- und Spielbereiche sowie bevorzugte Angelplätze

Besonderheiten und Grenzen:

- großer Platzbedarf
- schwer vorhersehbare Ablösungswirbel und Querströmungen
- Kolke am Buhnenkopf und Auswaschungen an der Buhnenwurzel
- Buhnen aus überwiegend toten Baumaterialien wie z.B. Pfahlbuhnen oder Raubaumbuhnen wirken nur zeitlich begrenzt
- Buhnen wirken als Geschwemmselbfang. Bei zu starker Einengung kann es bei kleinen Gewässern zu starker Verkläuerung kommen.

Baubeschreibung

Die Buhnenwurzel muss sehr sorgfältig ins Ufer eingebunden werden, während der Buhnenkopf wegen der starken angreifenden Kräfte besonders gesichert werden muss. Der Abstand von Buhne zu Buhne ist (je nach gewünschter Wirkung) ungefähr so groß wie das Gewässer breit ist oder das 1 bis 2,5fache der Buhnenlänge. Zur Gewässerbetteinengung werden die Buhnen direkt gegenüber angeordnet, zur Mäandrierung des Stromstriches versetzt gegenüber. Die Anordnung soll auf die natürliche Mäanderabfolge (ca. 8-12 x die Breite des Gewässers) Rücksicht nehmen.

Die Oberkante der Buhnen wird am Ufer ungefähr auf die Höhe der Mittelwasserlinie festgelegt, wobei sie über ihre ganze Länge möglichst gleichmäßig zum Buhnenkopf hin abfällt, so dass bei jedem Wasserstand ein Teil der Buhnen überströmt wird (Tauchbuhne).

Für **Flechtwerksbuhnen** werden in einer vom Ufer aus abfallenden Reihe lebende oder tote Holzpfähle im Abstand von 40-60 cm eingeschlagen. Diese werden mit gut im Ufer eingebundenen Weidenruten bis zur gewünschten Höhe umflochten. Zur besseren Stabilität können zwei Flechtreihen derart eingebaut werden, dass sie an der Uferseite ca. 50-100 cm Abstand haben und zum Buhnenkopf hin aufeinander zulaufen. Der dreiecksförmige Zwischenbereich kann abwechselnd mit Füllmaterial und dazwischen gepackten Buschlagen stabil verfüllt werden.

Pfahlbuhnen bestehen aus dichten Reihen nicht austriebsfähiger Pfähle, die zum Buhnenkopf hin abfallen. Sie können in engeren Abständen und unterschiedlichen Winkeln (45-90°) zur Fließrichtung hin gebaut werden.

Belebte Steinbuhnen werden als Steinwurf oder Steinsatz mit Einlegen von lebenden Weidenästen hergestellt. Steinbuhnen sind stets als Tauchbuhnen mit gut eingebundenem Wurzelbereich auszuführen.



Abb. 4.21: Entwickelte kleine Buhnen und Stummelfaschinen (Körsch bei Deizisau)

Baumaterialien:

Flechtwerksbuhnen

• Flechtmaterial

Möglichst langes, biegsames, austriebsfähiges Astwerk von 2-5jährigen Weiden. Im Unterwasserbereich können auch andere 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. geprüfter Eisendraht für Verspannungen 3-4 mm Ø sowie Ufersubstrat als Verfüllmaterial

4 Beschreibung ausgewählter Bauweisen

Pfahlbuhnen

- **Pfähle**

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

Belebte Steinbuhnen

- **Steinmaterial**

Möglichst vor Ort befindliches, gemischtkörniges Material, dessen Großkornanteil in keinem Fall verfrachtet werden kann

- **Vegetationsmaterial**

Lebende Weidensteckhölzer, Länge 40-100 cm, 2-8 cm Ø

Einbauzeit

Buhnen aus unbelebten Baumaterialien wie Pfählen oder Steinen können jederzeit eingebaut werden. Lebende Buhnen nur in der Vegetationsruhezeit. In jedem Fall ist die Niedrigwasserperiode günstig.



Abb. 4.22: Pfahlbuhne, Entwicklung nach drei Monaten

Pflege und Unterhaltung:

- praktisch keine
- ggf. Behebung kleiner Schäden

Häufige Fehler:

- **Bei Pfahlbuhnen:** Zu geringe Einbindung in Sohle und Ufer, so dass die Pfähle der Strömung lang fristig nicht widerstehen und wegkippen. Verwendung von schlechtem Holzmaterial und dadurch schnell faulende Pfähle.
- **Bei Steinbuhnen:** Fehlende tiefe Einbindung der Buhnenwurzel in das Ufer, so dass bei höheren Abflüssen die Gefahr der Hinterspülung besteht. Verwendung nur einer Größenklasse an Steinen, dadurch keine Ausbildung eines stabilen Korngerüsts mit der notwendigen Verzahnung.

Kostenbildende Faktoren Pfahlbuhnen

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

Kostenansatz Pfahlbuhne 50-70 EUR/lfm, Füllung zusätzlich (GEITZ 2021)

Kostenansatz Steinbuhnen: Lieferung Steine 40-60 EUR/t, zzgl. Einbau 20-30 EUR/t (GEITZ 2021)

Pfahlbuhne

Stromaufwärtig beginnend Pfahlreihen aus Holzpfählen vor dem zu sichernden Bereich in Uferböschung und Gewässersohle 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 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 Gewässermite 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.

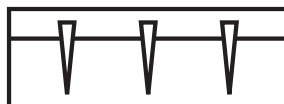
Bei geringer Sedimentführung Buhnenfelder uferseitig mit Verfüllmaterial (gebietstypische Böden, Kiese oder Schotter; Lieferung des Materials wird gesondert vergütet) auffüllen.

- Holzpfähle aus Nadelholz, je nach Bedarf 1,2-3 m lang, Zopfdurchmesser 9-18 cm
- abgerechnet wird nach gebautem lfm Pfahlbuhne

4.5 Steckholz, Setzstangen



Plansymbol Steckholz



Plansymbol Setzstange

Steckhölzer und Setzstangen 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. Steckhölzer sind unverzweigte, ein- und mehrjährige Triebe mit einer Länge von 30-60 cm und einem Durchmesser von 2-8 cm. Setzstangen sind dicker und länger. Meist finden hier stangenartige, geradschäftige Weidenhölzer von 1,5-2,5 m Länge und 8-15 cm Ø Verwendung.

4.5.1 Steckholz

Bestandsziel

Standortgerechter Weidensaum

Ökologische Bedeutung:

- naturnahe Ufersicherung (punktuelle Bauweise)
- Gewässerentwicklung begrenzt zulassen durch "Schlafende Bauweisen" (s. Kapitel 2.5)

Anwendungsbereiche

Pionierbewuchs zur Sicherung von Ufern und Erdböschungen, Sanierung lokaler Schadstellen; kostengünstige Bepflanzung feuchter Hangteile; schnelle flächenhafte Beschattung. Gut kombinierbar mit anderen Bauweisen z.B. als begrünte Steinschüttung oder zur Befestigung von Naturfasertextilien.

4 Beschreibung ausgewählter Bauweisen

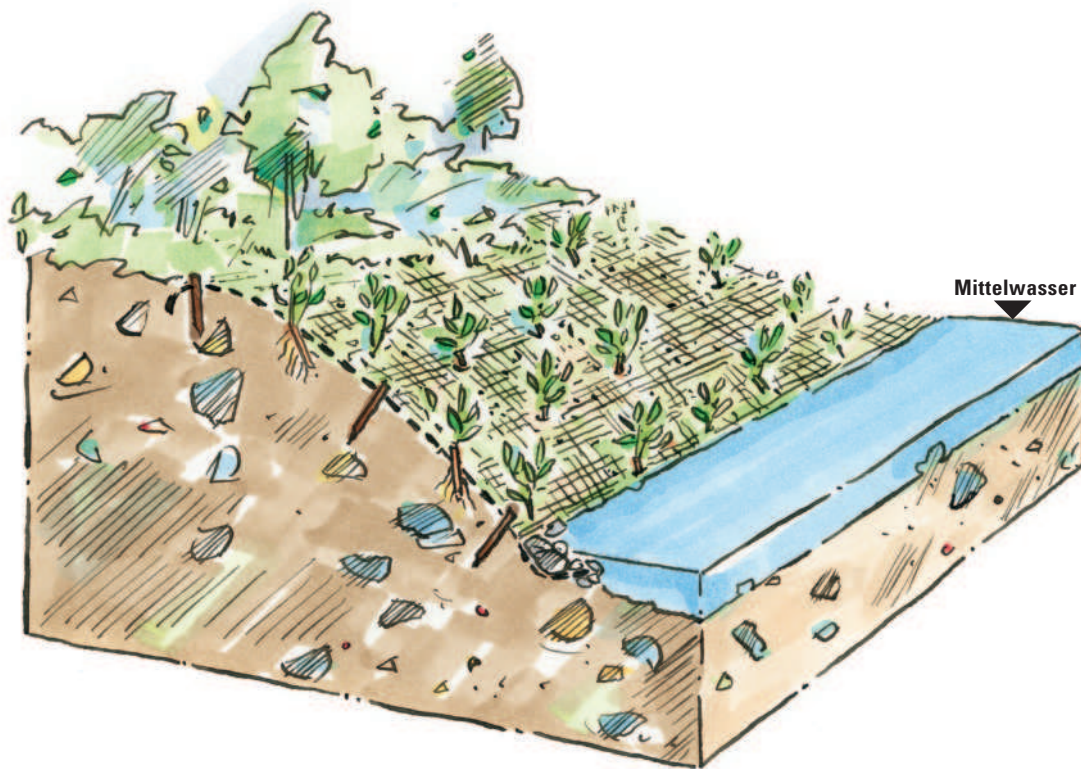


Abb. 4.23: Steckholz in Kombination mit Böschungsschutzmatte, Herstellungszustand

Wirkungsweise

Bei entsprechender Entwicklung rasche und bodenerschließende Bebuschung von Böschungen und Ufern, einfachste Pionierbegrünung, die in Bewaldung überleitet; Bodenstabilisierung folgt erst nach der Wurzelbildung; Entwässerungswirkung durch den hohen Wasserbedarf der Weiden.

Positive Aspekte:

- rasche, einfache und kostengünstige Uferstabilisierung
- gut mit anderen Bauweisen kombinierbar, auch nachträglich (z.B. Steinschüttung, Steinsatz, Naturfasergewebe)

Besonderheiten und Grenzen:

- Bodenstabilisierung erst nach Wurzelbildung
- empfindlich gegen Schattenwurf von anfänglichem Kraut- und Graswuchs sowie von überstehenden Bäumen

Baubeschreibung

Lebende, unten angeschrägte Aststücke werden leicht geneigt von Hand in den Boden gesteckt und allseits angetreten, so dass höchstens $\frac{1}{4}$ der Holzlänge herausschaut, da sonst Austrocknungsgefahr besteht. In schweren Böden wird mit dem Locheisen vorgebohrt, so dass die Hölzer mit dem Fäustel eingeschlagen werden können. Die dadurch verletzte Oberseite muss nachgeschnitten werden.

Je nach erwünschter Aufwuchsdichte werden 1-5 Hölzer/m² Böschungsfäche, möglichst unregelmäßig, in die erforderlichen Bereiche gesteckt. Bei geringer Dichte können sogleich Junggehölze dazwischen gepflanzt werden. 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.



Abb. 4.24: Fachlich richtig eingebrachter Steckling

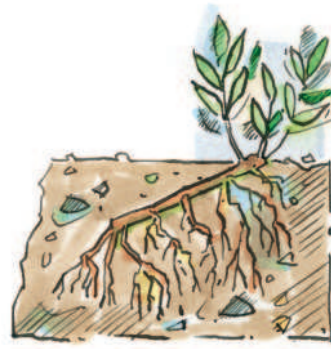


Abb. 4.25: Schräg eingebrachte Stecklinge entwickeln mehr Wurzeln

Baumaterialien

Unverzweigte, gesunde ein- und mehrjährige Triebe von 2-8 cm Ø und je nach 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. 2,5-3 cm Ø (mind. Ø einer 2-Euro-Münze) sehr gut bewährt. Es sind alle Weidenarten bis auf Salweide (*Salix caprea*) geeignet (diese wurzelt schlecht und nicht überall am Holz) sowie viele andere Gehölzarten wie Schwarzpappel und Liguster.

Einbauzeit:

Gewinnung und Einbau nur in der Vegetationsruhezeit, bei Nasslagerung der Hölzer bis zum zeitigen Frühjahr.

Pflege und Unterhaltung:

- Mahd von anfangs stark beschattendem Kraut- und Graswuchs
- Auslichten (ggf. artenselektiv) entsprechend gewünschter Entwicklung

Häufige Fehler:

- Verwendung ungeeigneter, nicht gebietseigener Weidenarten
- unsachgemäße Bearbeitung der Steckhölzer: ausgefrante 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.



Abb. 4.26: Steckholz in Kombination mit Böschungsschutzmatte, Entwicklung nach drei Monaten



Abb. 4.27: Steckhölzer ragen viel zu weit aus dem Boden. Außerdem fehlende Ufersicherung an der Mittelwasserlinie, (Rems bei Mögglingen)

Kostenbildende Faktoren

Die Kostenfaktoren sind: Gewinnung der Stecklinge, Transport zur Einbaustelle sowie Zurichten und Stecken abhängig von der Dicke der Stecklinge und den Bodenverhältnissen.

Kostenansatz 3-6 EUR/Stck, inkl. Gewinnung (GEITZ 2021)

Weidensteckhölzer stecken (DIN 18 918)

Wurzelseitig angespitzte, unverzweigte Weidenhölzer in einem Winkel von 45-90° zur Böschungsoberfläche 3/4-4/5 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 Mittelwasserlinie nach oben wie folgt bestecken: Böschungsfuß bis Böschungsmitte 3-5 Steckhölzer/m², Böschungsmitte bis Böschungsoberkante 1-3 Steckhölzer/m². Nach dem Stecken Steckholz allseitig fest antreten. Das gesetzte Steckholz knapp über der Bodenoberfläche (2-4 cm) mittels Astschere oder Baumsäge (keine Motorsäge!) kreisrund abschneiden.

- Aststücke = lebende Weidenäste, 2-8 cm stark und 30-60 cm lang, nur bewurzelungsfähige Weiden (siehe Artenliste Baubeschreibung)
- Hinweise zur Gewinnung und Lagerung von lebenden Ästen beachten (siehe Baubeschreibung)
- abgerechnet wird nach Stück

4.5.2 Setzstangen

Bestandsziel

Standortgerechter Weidensaum

Ökologische Bedeutung:

- naturnahe Ufersicherung (punktuelle Bauweise)
- Gewässerentwicklung begrenzt zulassen durch "Schlafende Bauweisen" (s. Kapitel 2.5)

Anwendungsbereiche

Als prophylaktischer Uferschutz an abbruchgefährdeten Steilufern, die nicht sofort stabilisiert werden müssen oder als lebende Zäune.

Wirkungsweise

An Steilufern aus feinkörnigen Böden schützen palisadenartig eingebaute Setzstangen vor weiteren Abbrüchen. Die starke Wurzelbildung der Weiden festigt die gesamte spätere Böschungsfläche, die ausschlagenden Triebe können als lebende Zäune dienen.

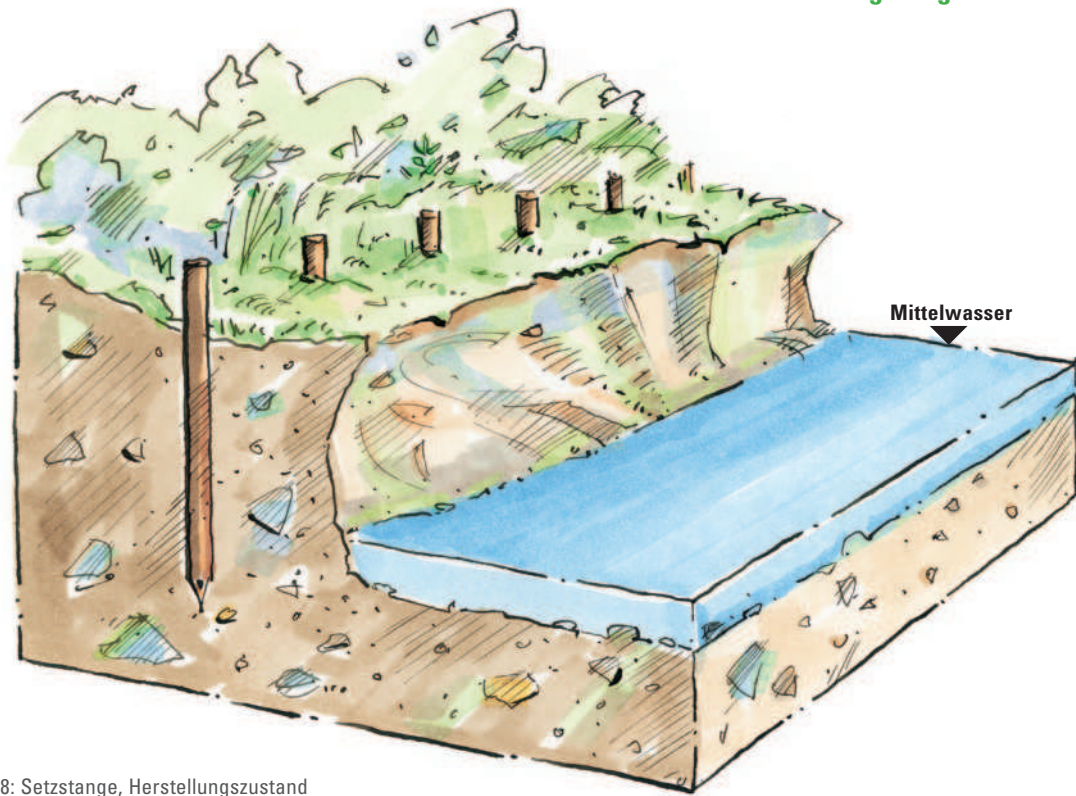


Abb. 4.28: Setzstange, Herstellungszustand

Positive Aspekte:

- rasch und einfach herzustellen
- neue Uferlinie darf sich mit der Zeit selbst entwickeln
- sehr geringer Eingriff

Besonderheiten und Grenzen:

- nur punktuelle oder lineare Ufersicherung
- wenig geeignet in steinigem Grund
- auf längeren Strecken optisch unbefriedigend

Baubeschreibung

Lebende, unten zugespitzte und oben gerade geschnittene möglichst gleichmäßig gewachsene Weidensetzstangen werden hinter der zukünftigen Abbruchkante in vorgebohrte Löcher zu mindestens $\frac{2}{3}$ ihrer Länge vorsichtig eingeschlagen (maschinell mittels Kompressor mit Vorsatzrohr). Das untere Stangenende sollte dabei das Niveau der Gewässersohle erreichen. Der Stangenabstand beträgt 60-100 cm.

Abb. 4.29: Weidensetzstange am Rhein bei Lampertheim



4 Beschreibung ausgewählter Bauweisen

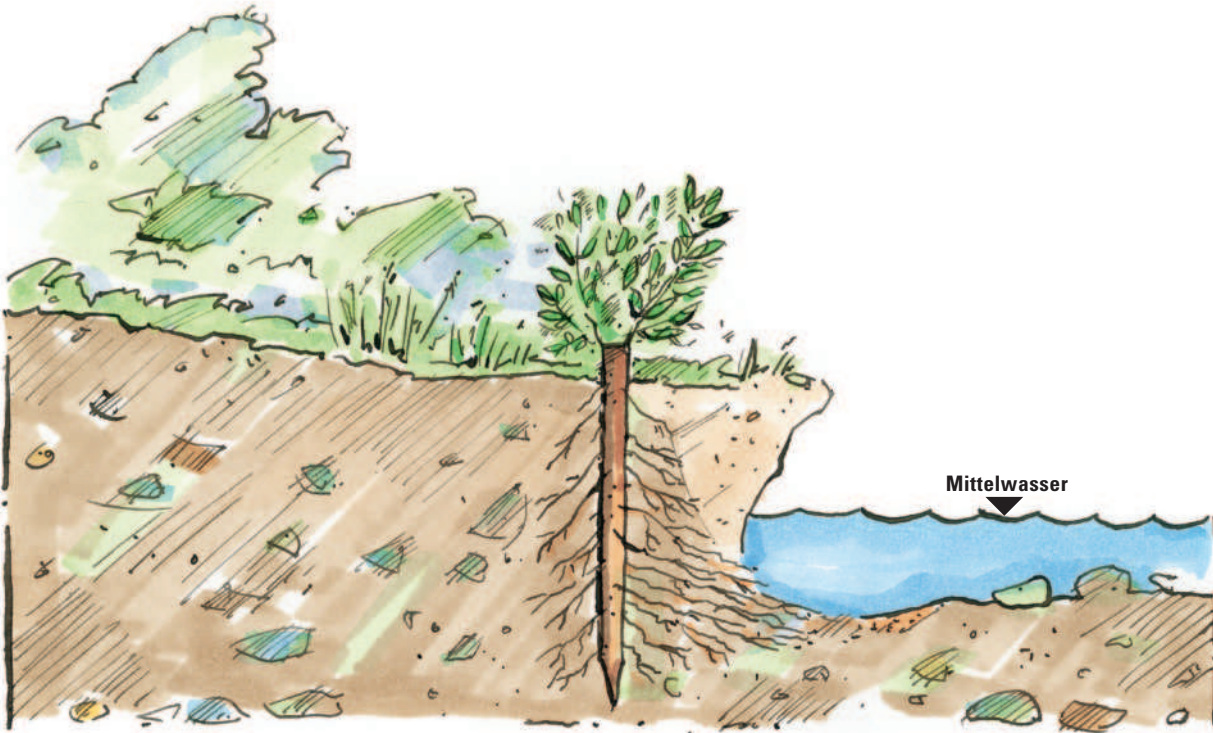


Abb. 4.30: Setzstange, Entwicklung nach drei Monaten

Baumaterialien:

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

Einbauzeit:

Nur während der Vegetationsruhe

Pflege und Unterhaltung:

- keine besondere Pflege nötig
- ggf. Mahd von anfänglich stark beschattendem Kraut- und Grasaufwuchs
- Auftragen eines Verdunstungsschutzes aus Lehmbrei ist empfehlenswert

Häufige Fehler:

- Verwendung ungeeigneter, nicht gebietseigene 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

Kostenbildende Faktoren

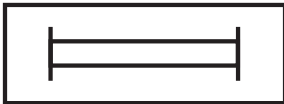
Die Kostenfaktoren sind: Gewinnung der Setzstangen, Transport zur Einbaustelle sowie Vorbohren und Einbringen, abhängig von der Dicke der Setzstangen und den Bodenverhältnissen.

Kostenansatz 30-40 EUR/Stck, inkl. Gewinnung (GEITZ 2021)

Weidensetzstangen

Lebende, unten zugespitzte und oben gerade geschnittene, möglichst gleichmäßig gewachsene geradschäftige Weidenstangen, Länge 1,5-2,5 m mit 8-15 cm Ø, in vorgebohrte Löcher ca. 100 cm tief einbringen. Verletzungen am Zopfende sind nachzuschneiden.

4.6 Krainerwand (Holzgrünschwelle)



Plansymbol

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

Bestandsziel

Weidensaum oder standortgerechtes Ufergehölz mit Bäumen und Sträuchern bei Einbringen von Junggehölzen.

Ökologische Bedeutung

naturnahe Ufersicherung steiler Ufer (lineare Bauweise)

Anwendungsbereiche

Steile Hang- und Uferböschungen, Längsverbauungen und Fußsicherungen, in Runsen (Erosionsrinnen) als Querwerke. In beschatteten Wildbächen mit feinkörniger Geschiebeführung als Sperrfunktion. Im Straßen- und Wegebau zur Abstützung des Anschnittes und des Auftrags; als Fundament für Hangröste.

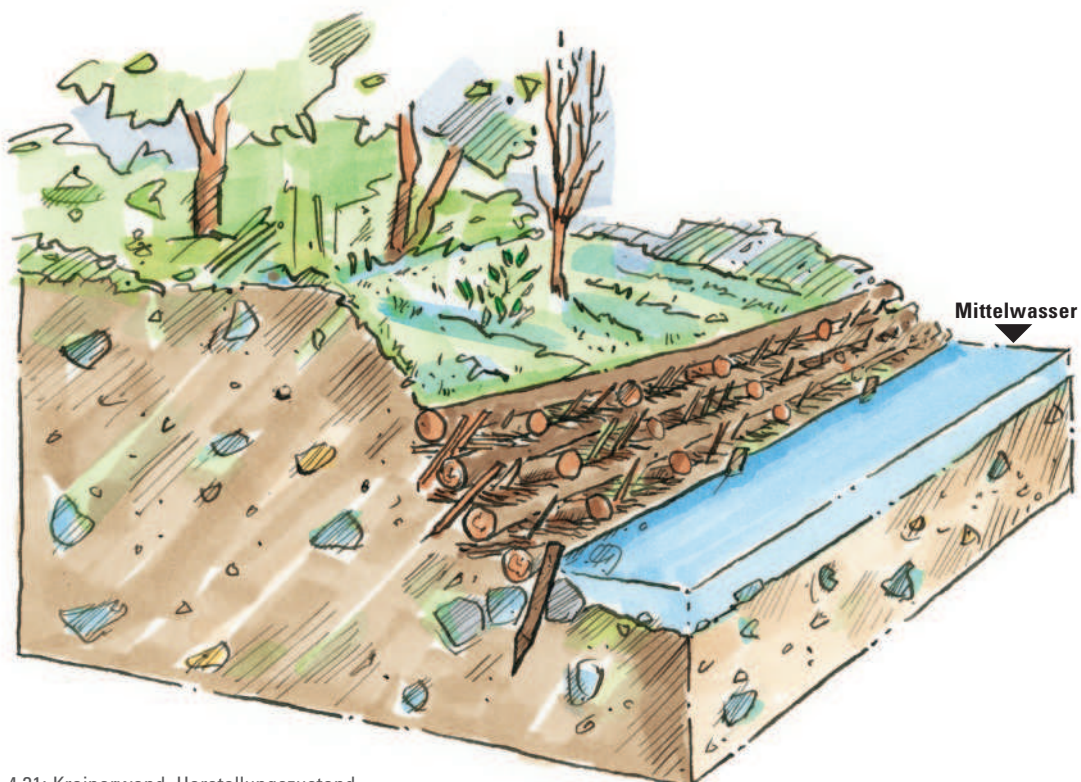


Abb. 4.31: Krainerwand, Herstellungszustand

4 Beschreibung ausgewählter Bauweisen

Wirkungsweise

Sofortige Böschungs- und Uferstabilisierung, die von oben belastbar ist (Wegebau). Das Holzgerüst armiert die Böschung und schützt die Pflanzen in der Anwuchsphase. Nach dem Anwachsen übernehmen die Wurzeln zunehmend die stabilisierende Funktion des vermorschenden Holzes und entwässern den Hang. Bau auch auf wenig belastbarem Untergrund möglich, da die Holzkonstruktion leichter als vergleichbare Steinverbauungen ist. Gebogene Längshölzer ermöglichen Angleichung des Bauwerkes an das Gelände.

Positive Aspekte:

- beliebige Länge des Bauwerks und variable Linienführung
- große Böschungshöhen werden sofort stabilisiert
- von oben belastbar
- Baustoff vor Ort gewinnbar, leicht herzustellen

Besonderheiten und Grenzen

Holzkastenkonstruktion vermorscht oft zu schnell bei Verwendung von ungeeignetem Material



Abb. 4.32: Krainerwand (Bottwar bei Oberstenfeld)



Abb. 4.33: Austrieb einer Krainerwand vier Wochen nach Einbau (Lindach bei Kirchheim/Teck)

Baubeschreibung

Zuerst muss ein Arbeitsraum hergestellt werden. Dieser Baubereich ist so zu erstellen, dass er für den Einbau der ersten Holzlage kurzzeitig trocken liegt (evtl. durch wasserseitigen Leitdamm). Danach wird eine Lage Längshölzer (Binder, Läufer) am besten auf einer kolk-sicheren Ast- oder Reisiglage kurz unterhalb der Mittelwasserlinie angelegt. Im Abstand von ca. 2 m werden hinten zugespitzte Querhölzer (Zangen) rechtwinklig mit leicht rückwertiger Neigung auf den Längshölzern aufliegend in das anstehende Material eingeschlagen. Längs- und Querhölzer werden mittels Nägeln (bei starken Hölzern mit Bauklammern oder Armierungseisen) verbunden. Die Zwischenräume werden mit leicht rückwärtig geneigten Buschlagen, Heckenlagen oder Heckenbuschlagen und Erdmaterial gefüllt und verdichtet. Dann wird die nächste Längs- und Querholzlage aufgebaut, wobei der rückwärtige Versatz der Längshölzer in der gewünschten Böschungsneigung erfolgen muss.

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 auch Rasensoden zwischen die Hölzer gepackt werden. Unter Wasser kann die untere Reihe als Fischunterstand leer bleiben.



Abb. 4.34: Krainerwand, Entwicklung nach drei Monaten

Baumaterialien:

- **Längs-/Querhölzer**

Unbehandeltes Rundholz (Stamm- und Astmaterial aus Gehölzpflege), selten Kantholz, 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**

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

Einbauzeit

Möglichst in der Vegetationsruhezeit, damit das Lebendmaterial sofort eingebaut wird und die Durchwurzelung des Füllkörpers garantiert ist. Nachträglicher Einbau von Steckhölzern ist aufwändig und mangels Einbindetiefe nicht zu empfehlen.

Pflege und Unterhaltung:

- bei sachgerechter Ausführung keine
- ggf. Schnitt der aufwachsenden Weiden bei Heckenbuschlagen (selektiv!)

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 weit über die Bauwerksvorderkante hinaus. Mögliche Folge: Beschädigungen bei Hochwasser und Entwicklung eines untypischen und statisch labilen Habitus der Pflanzen.

Kostenbildende Faktoren

Die Kosten sind abhängig von Gewinnung, Transport und Einbau der Längs- und Querhölzer für die Holzkonstruktion, wobei die Bodenverhältnisse am Einbauort von besonders großem Einfluss sind. Darüber hinaus sind die Kosten für das Lebendmaterial, Weidenbuschlagen oder Junggehölze, zu berücksichtigen.

Kostenansatz 80-100 EUR/lfm Lage, einschl. Holzlieferung und mit Gewinnung Weidenmaterial (GEITZ 2021)

Krainerwand, einwandig

Arbeitsraum durch wasserseitigen Leitdamm so schützen, dass Baubereich für den Einbau der ersten Holzlage kurzzeitig trocken liegt. Arbeitsraum herstellen: Dazu ca. 30 cm unter Mittelwasser, bzw. ca. 20 cm unter Sohlenniveau ein Planum mit 10-15° landwärts gerichteter Neigung und ca. 1-1,5 m Tiefe anlegen. Rückwand der Baugrube senkrecht zum Planum abtragen, gesamten Abtrag seitlich lagern. Erste Längsholzlage an der zukünftigen Uferlinie (= Vorderkante Planum) auslegen. Aneinandersetzen von Längshölzern durch Verblatten. Für scherstabile Verbindung Balkenverbinder einsetzen. Darüber im Abstand von 1,5-2 m angespitzte Querhölzer legen und rückwärtig geneigt in die Rückwand der Baugrube eintreiben (rückwärtige Neigung von 10-15° beibehalten).

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. Nächste Lage Querhölzer einbauen usw. bis fertige Bauwerkshöhe (s. Planangaben) erreicht ist. Krainerwand mit Abtrag lagenweise verfüllen, alternativ bis auf Mittelwasserlinie mit Steinschüttung (Lieferung des Materials wird gesondert vergütet). Während des Verfüllens unter der Mittelwasserlinie in die Zwischenräume der Vorderwand nicht austriebsfähiges Astwerk, darüber lagenweise Weidenäste mit 30-40° rückwärtiger Neigung dicht an dicht einlegen, ggf. mit nicht austriebsfähigem Astmaterial ausfüllen, benadelte Äste bei feinen Verfüllböden vorteilhaft.

- Längshölzer, Querhölzer = Rundholz mit Rinde (Douglasie, Lärche, Eiche) 12-28 cm Ø, Längshölzer 4-5 m lang, Querhölzer, dünnsteilig angespitzt, 2,5 m lang
- Nägel = Sparrennägel in erforderlichen Längen, Balkenverbinder
- Weidenäste = lebende Äste mit allen Seitenzweigen, 1-1,5 m lang, nur bewurzelungsfähige Weiden (s. Kapitel 3.5))
- Hinweise zur Gewinnung und Lagerung von Lebenden Ästen beachten
- Astwerk = unverwitterte, tote Äste, 1-1,5 m lang, von Laub- und Nadelhölzern
- abgerechnet wird nach Anzahl der Längsholzlagen x gebautem lfm Krainerwand je gesicherter Uferseite

4.7 Vegetationswalze



Plansymbol

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

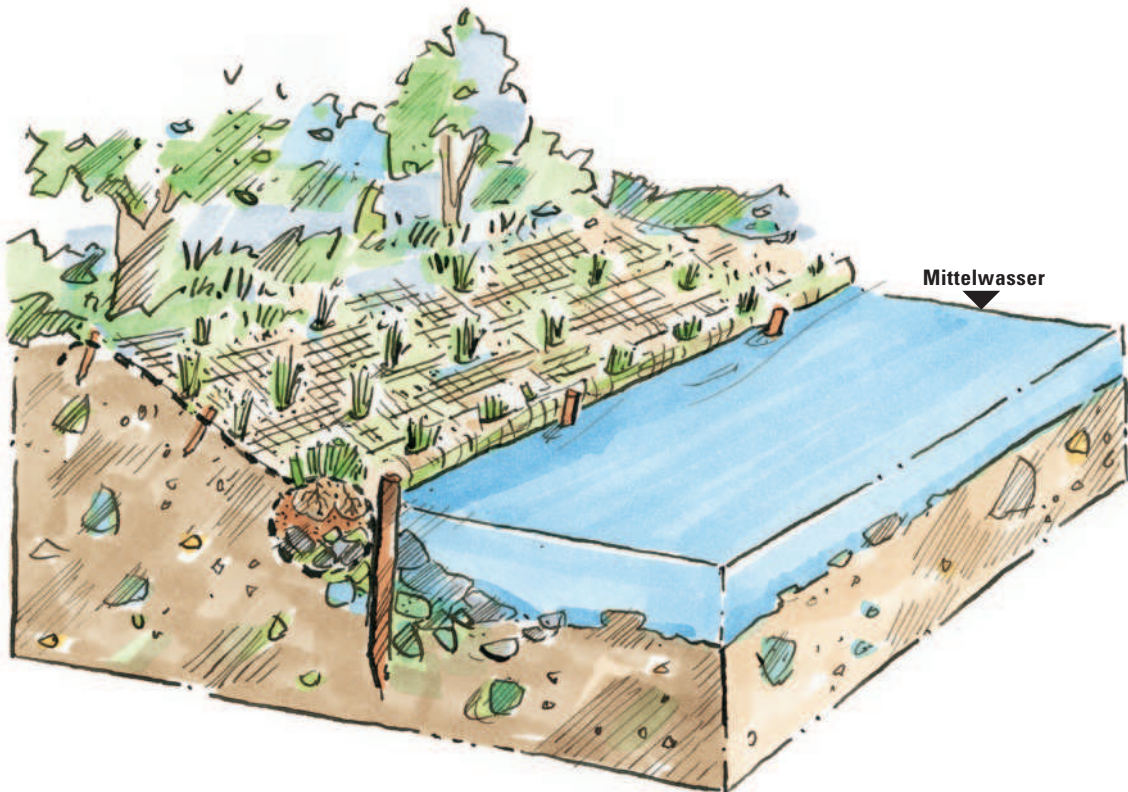


Abb. 4.35: Vegetationswalze in Kombination mit Böschungsschutzmatte, Herstellungszustand

Bestandsziel

Standortgerechter Hochstauden- oder Röhrichtsaum

Ökologische Bedeutung:

- naturnahe Ufersicherung mit krautigen Pflanzen (lineare Bauweise)
- Aufwertung der Gewässerstruktur und des Lebensraums

Anwendungsbereiche

In der Röhrichtzone an langsam fließenden Gewässern mit geringer Wasserspiegelschwankung und minimaler Geschiebeführung. An Gleitufeln schneller fließender Bäche, sowie an Seeufeln, besonders bei unterspülungsgefährdeten Schilfflächen. An breiten Fließgewässern zur Befestigung der Mittelwasserrinne. Oft in Kombination mit Astpackungen, krautigen Pflanzungen und zur Wiederbesiedlung mit Schilf.

Wirkungsweise

Die Pflanzenballen oder -teile werden in der Walze zusammengehalten und so vor Abtrag während der kritischen Anwuchsphase geschützt. Die unterirdischen Rhizome und Wurzeln durchwachsen zuerst die Walze, dann das Gewebe und sichern so den ganzen Uferbereich.



Abb. 4.36: Vegetationswalze (Rankbach bei Renningen)

Positive Aspekte:

- sofortiger Uferschutz in der Röhrichtzone
- die rauen Gewebe führen zu hoher Sedimentation, die Pflanzen können geschützt anwachsen
- nach Verrotten des Gewebes ist von der Bauweise nichts mehr zu erkennen; es bleibt ein naturidentischer Röhrichtsaum
- Wirkung der Bauweise auf den Abfluss gering
- attraktive Vegetationsstruktur in urbanen Bereichen bei geringer Flächenverfügbarkeit

Besonderheiten und Grenzen:

- nur auf vollbelichteten Standorten und nährstoffreichen Böden anwendbar
- Naturfasergewebe sind recht teure Fremdstoffe
- bei unsachgemäßer Ausführung (schlechte Befestigung vor allem der Geweberänder) können die Gewebe unterspült und losgerissen werden

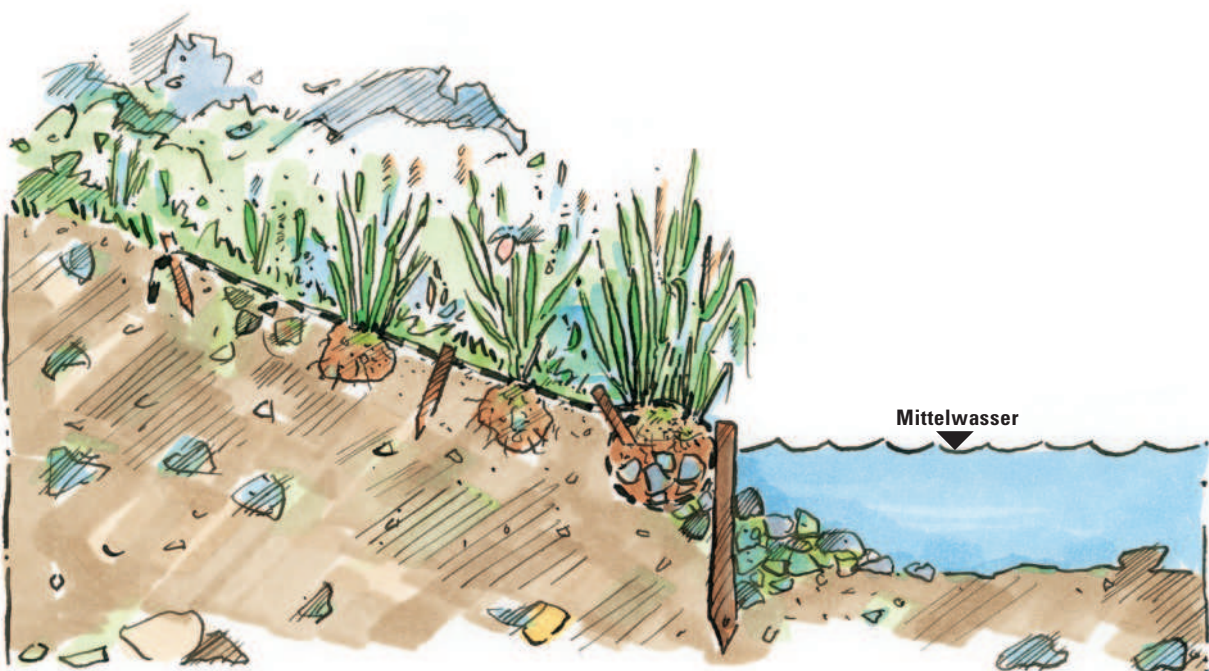


Abb. 4.37: Vegetationswalze in Kombination mit Böschungsschutzmatte nach drei Monaten

Baubeschreibung

Stärker strömungsexponierte, aber nicht mit Gehölzbewuchs geplante Ufer können mit Vegetationswalzen aus Kokosgeweben begrünt und gesichert werden. Stabiles, 2-4 m breites Kokosgewebe wird in einem 40 cm breiten und 30 cm tiefen Graben längs der Uferlinie eingelegt, der wasserseitig mit einer Pfahlreihe begrenzt werden kann. Auf der Landseite darf 20-30 cm Gewebe heraus schauen, auf der Wasserseite dagegen der ganze Rest.

Der Graben wird zu 2/3 mit Ufersubstrat verfüllt. Darauf werden Hochstauden- und Röhrichtballen gelegt, die möglichst schonend aus der Umgebung gewonnen werden. Danach wird zuerst der kurze, landseitige Geweberest über die Walze gelegt, dann das wasserseitig liegende, übrige Gewebe darüber gezogen und sorgsam verpflockt. Wurde breites Gewebe gewählt, so kann die Saat oder Pflanzung der angrenzenden Uferfläche damit bedeckt und geschützt werden.

Verwendung von Fertigprodukten

Fertigprodukte sind stets von absolut gleicher Geometrie und somit schlechter anpassungsfähig am Einbauort. Die glatte Oberfläche bietet hydraulisch kaum Widerstand, sodass das entlangströmende Wasser kaum verwirbelt, bzw. abgebremst wird.

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**

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

- **Verfüllmaterial**

Aushubmaterial vom Graben; feinkörniges bis kiesiges Bodenmaterial

Einbauzeit

Zu Beginn der Vegetationszeit oder in der Vegetationsruhezeit bei niedrigen Wasserständen. Röhrichtpflanzen oder Teile davon können auf der Baustelle nur kurzzeitig gelagert werden.

Pflege und Unterhaltung:

- praktisch keine
- ggf. Kontrolle der Mattenbefestigung

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

Kostenbildende Faktoren

Die Kostenfaktoren sind: Gewinnung (oder ggf. käuflicher Erwerb) der Hochstauden- und Röhrichtballen, Transport zur Einbaustelle, Einbau in der Vegetationswalze sowie Kosten für das Naturfasertextil. Für den Bau einer Vegetationswalze ohne Röhrichtgewinnung mit 40 cm Ø werden ca. 60 min/lfm erforderlich.

Kostenansatz 30-50 EUR/m² mit rückwärtig verzogenem Kokosgewebe, einschl. Bepflanzung (GEITZ 2021)

Vegetationswalze

Entlang der zukünftigen Mittelwasserlinie einen Graben 40 cm breit, 30-40 cm tief ausheben, Aushub seitlich lagern. Gewässerseitig im Graben alle 1-1,5 m Holzpfahl bis etwa 10 cm über Mittelwasserlinie als Stabilisierung der Vorderkante der Vegetationswalze einschlagen. Naturfasergewebe (Kokosgewebe 700-900 g/m²) in den Graben einlegen, so daß Gewebe landseitig 20 cm über Grabenrand hervorsteht. 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. Naturfasergewebe landseitig um 0,5 m umschlagen und mit Holzpflöcken (2 Stck/lfm), alternativ Agraffen (2 Stck/lfm) sichern.

- Naturfasergewebe
- Holzpflöcke, alternativ Agraffen aus Baustahl, U-förmig, Länge nach Bedarf
- abgerechnet wird nach lfm, alternativ m² Jutegewebe, je gesicherter Uferseite

4.8 Bepflanzte Böschungsschutzmatte



Plansymbol

Böschungsschutzmatten sind eine flächig wirkende Deckbauweise, bei der vorzugsweise Naturfasergewebe auf Böschungen verlegt werden, um diese vor Oberflächenerosion zu schützen. Die Bauweise wird in Kombination mit unterschiedlichen Begrünungsmöglichkeiten (z.B. Ansaat, Bepflanzung) eingesetzt.

Bestandsziel

In Abhängigkeit von der Begrünung: standortgerechtes Ufergehölz mit Bäumen und Sträuchern oder Wiesenflächen.

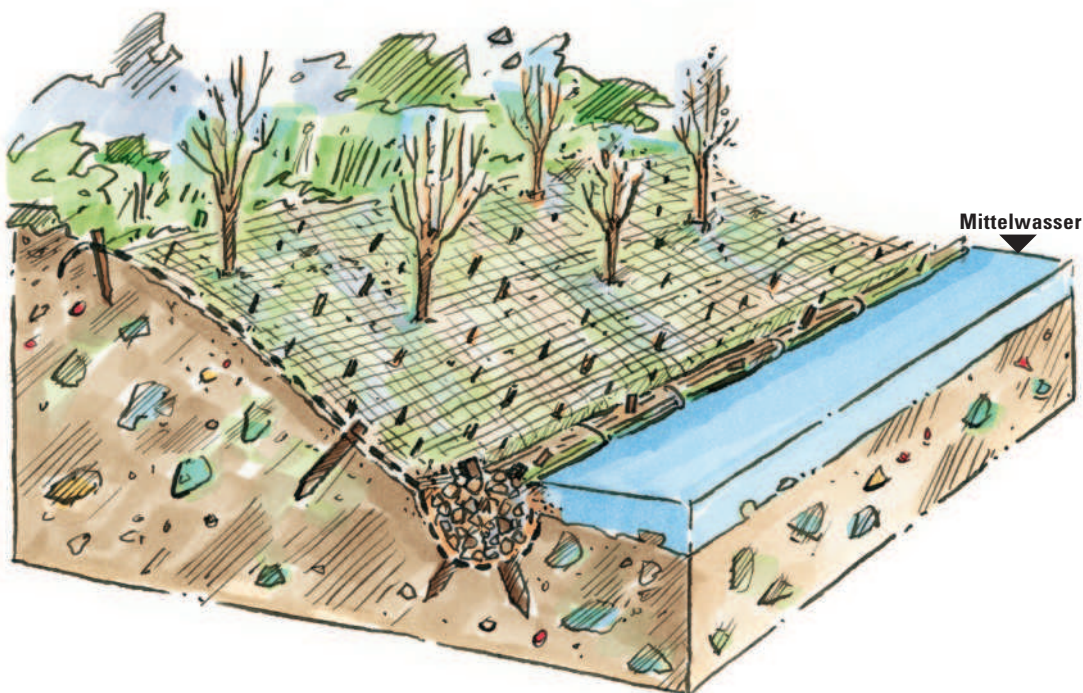


Abb. 4.38: Böschungsschutzmatte in Kombination mit Faschinen-Fußsicherung, Herstellungszustand



Abb. 4.39: Böschungsschuttmatten zur Sicherung von Pflanzung und Ansaaten (Brenz in Giengen)

Ökologische Bedeutung

Naturnahe Ufersicherung (flächige Bauweise)

Anwendungsbereiche

Neuangelegte, unbewachsene Gewässerufer mit Erosionsgefährdung durch Hochwasser oder Wellenschlag; zeitweise überflutete Vorländer. In Kombination mit Steinwurf, Faschinen u.a.

Wirkungsweise

Sofortiger, einfach herzustellender gut wirksamer Oberflächenschutz. Die Rauigkeit des Gewebes bremst die Fließgeschwindigkeit in der oberflächennahen Schicht, wodurch Sedimentation bewirkt werden kann. Teures Saatgut kann unter der Matte in einem günstigen Keimbett geschützt auflaufen. Die Matten sind elastisch und werden problemlos durchwachsen. Sie sind für Kleintiere durchgängig, wasserdurchlässig und verhindern Wasserrückstau.

Positive Aspekte:

- sofortiger Oberflächenschutz
- leichte Anwendung
- vollständiges Verrotten der Gewebe
- unabhängig von Materialgewinnung in der Umgebung

Besonderheiten und Grenzen:

- relativ kurze Lebensdauer der Naturfasern: 0,5-1 Jahr für Jute; 5-8 Jahre für Kokos
- kein ortstypisches Material
- manche Produkte sind recht teuer
- Verlegearbeit bei schmalen Bahnen (Jute) wegen häufiger Überlappung und Verpflockung aufwändig
- bei unsachgemäßer Ausführung (schlechter Befestigung vor allem der Geweberänder) können die Gewebe unterspült und losgerissen werden.

Baubeschreibung

Die Böschung wird möglichst fein planiert und dauerhaft mit den entsprechenden Matten abgedeckt und je nach Notwendigkeit mit Holzpflocken, Steckhölzern oder Drahtbügeln (mind. 1 St./m²) befestigt.

Das Gewebe muss an allen Rändern 10-20 cm tief eingegraben werden. Bei Überlappungen werden die Matten in Fließrichtung betrachtet dachziegelartig mindestens 20-30 cm übereinandergelegt und sorgfältig verpflockt, damit das Wasser nicht unterspülen kann. 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.

4 Beschreibung ausgewählter Bauweisen

Baumaterialien:

- **Böschungsschuttmatten**

Je nach Verwendungszweck Naturfasergewebe mit der 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, Drahtbügel (Krampen), ggf. Steine oder Faschinen im Mittelwasserbereich

- **Vegetationsmaterial**

Je nach Bedarf Gehölzpflanzen, Röhricht- oder Grassoden, Topf- oder Ballenpflanzen; Saatgut

Einbauzeit

Jederzeit, Ansaaten in der Vegetationszeit; Gehölzpflanzungen in der Vegetationsruhezeit

Pflege und Unterhaltung:

- praktisch keine
- ggf. Kontrolle der Befestigungen

Häufige Fehler:

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

Kostenbildende Faktoren

Die Kostenfaktoren sind: Gewinnung der Holzpflocke oder der Steckhölzer, ggf. käuflicher Erwerb von Stahlbügeln, sowie Kosten für das Naturfasertextil. Für Verlegen einer Böschungsschutzmatte werden ca. 10 min/m² erforderlich.

Kostenansatz Böschungsschutzmatte (inkl. Lieferung) 5-10 EUR/m² (GEITZ 2021)



Abb. 4.40: Böschungsschutzmatte in Kombination mit Faschinen-Fußsicherung, Herstellungszustand

Kokos- oder Jutegewebe als Böschungsschutzmatte verlegen

Kokos- oder Jute-Erosionsschutzgewebe (Gewicht ca. 400-900 g/m²) auf Flächen mit Deckansaat an zu schützenden Ufern verlegen. Einbaubreite 1,22 m (= Rollenbreite) bis 4 m (nur Kokos). Das Gewebe muss flach auf dem Boden aufliegen und wird hinter der Böschungsfußsicherung in den Boden eingelassen. Befestigung mit Holzpflöcken (3-4 Stck/m²), alternativ Agraffen (3-4 St/m²).

- Jute Erosionsschutzgewebe
- Holzpflöcke, Agraffen aus Baustahl, U-förmig, Länge nach Bedarf
- abgerechnet wird nach lfm, alternativ m² Jutegewebe, je gesicherter Uferseite

4.9 Lahnung



Plansymbol

Eine Lahnung ist eine ingenieurbioologische Bauweise, die den Wellenschlag bricht und so schützenswerte Vegetationsbestände oder das Ufer selbst erhält.

Bestandsziel:

Entwicklung zu einem wertvollen Strukturelement mit besonderen Habitatsigenschaften. Gezielter Geschwemmsfang bei Überström- und Einlaufbereichen (s. Kapitel 2.5).

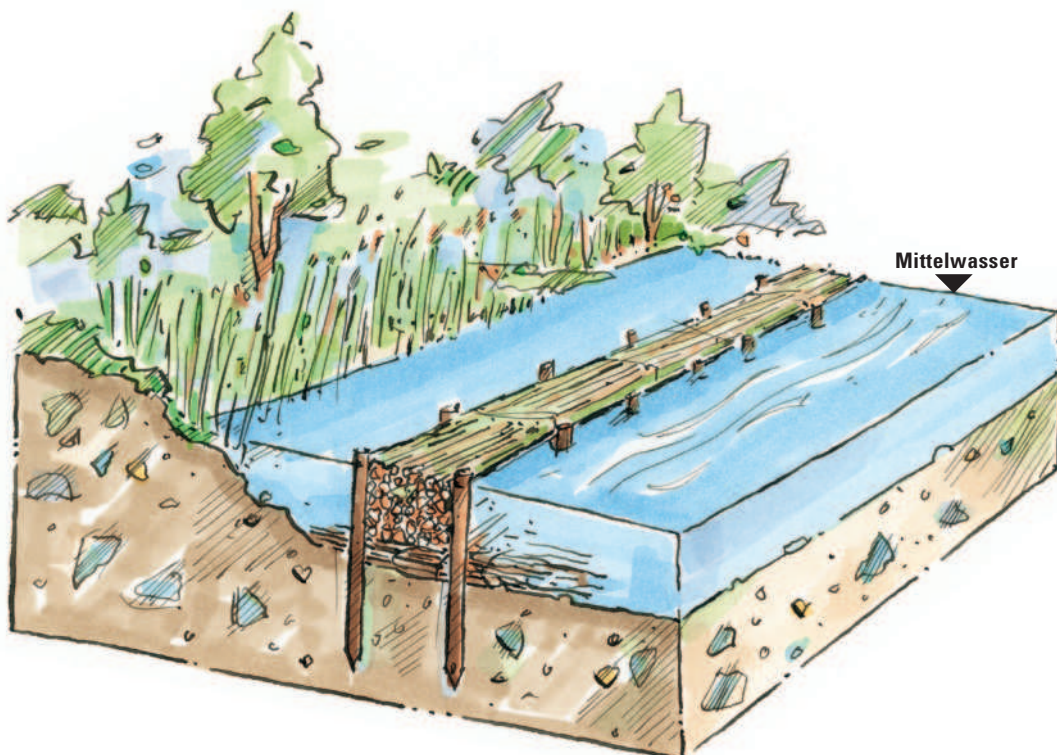


Abb. 4.41: Lahnung, Herstellungszustand

4 Beschreibung ausgewählter Bauweisen

Ökologische Bedeutung:

- naturnahe Ufersicherung (lineare bzw. punktuelle Bauweise)
- Aufwertung der Gewässerstruktur und des Lebensraums
- Geschwemmselvang

Anwendungsbereiche

Als Wellenschutz vor ausgespülten Schilfbeständen oder gehölzbestockten Ufern. Im Küstenschutz zur Landgewinnung, als Wellenbrecher bei Schiffsverkehr und starkem Wind. Bei Hochwasserrückhaltebecken und Reaktivierung von Retentionsräumen können Lahnungen als Geschwemmselvang eingesetzt werden. Lahnungen werden oft mit Vegetationswalzen, Packwerken, Senkfaschinen und Buhnen kombiniert.

Wirkungsweise

Trifft die Welle auf die Lahnung, so wird sie beim Durchströmen infolge der enormen Rauigkeit gebremst und zerteilt, dass große Teile ihrer Energie umgewandelt werden. In strömungsberuhigten und sedimentierenden Uferbereichen können sich Röhrichtbestände schnell regenerieren oder neu ansiedeln. Zudem wird ankommendes Treibholz vom Ufer ferngehalten.

Positive Aspekte:

- sofort wirksamer, durchströmbarer Wellenbrecher
- wirksame Abgrenzung für Schiffs- und Erholungsverkehr, besonders bei zusätzlicher Verwendung austriebsfähiger Strauchweiden
- Förderung von Sedimentation, somit Selbstreparatur
- lokale Ansammlung von Geschwemmsel und Müll

Besonderheiten und Grenzen:

- Bauweise ist nicht dauerhaft, muss öfters nachgeschichtet werden
- erschwerte Zugänglichkeit bei Nacharbeiten, Materialtransport nur vom Boot aus praktikabel
- große Materialmengen erforderlich



Abb. 4.42: Uferschutzmaßnahmen mittels Lahnungen (Bieler See)



Abb. 4.43: Lahnung als Schutz vor Wellenschlag (Hochrhein/Grenzach-Wühen)

Baubeschreibung

Lahnungen sind ursprünglich Bauweisen zur Landgewinnung in Tidegebieten. Heute werden sie Röhrichtbeständen in Binnengewässern zum Schutz gegen Wellenschlag vorgelagert oder als Strukturelement für Fließgewässer eingesetzt.

Lahnungen bestehen aus zwei Pfahlreihen, die vom Schwimmponton aus zur Hälfte ihrer Länge bis auf das Niveau des Hochwasserspiegels eingerammt werden. Der Pfahlabstand beträgt 1,5-2,5 m, der Reihenabstand 40-70 cm.

Quer zu den Reihen werden dicht an dicht ca. 2 m lange, mit stets gleichgerichteten Ästen gebundene, tote Faschinen (30-40 cm Ø) derart eingelegt, dass ihre Zweigspitzen zum offenen Wasser hin zeigen und das dicke Faschinenende noch 20-30 cm hinter die landwärtige Pfahlreihe reicht. Zwischen die Pfahlreihen werden große, normal gebundene Faschinen eingelegt und durch paarweises Verspannen der Holzpflocke mit Draht nieder gebunden. Der Querschnitt der fertigen Lahnung muss trapezförmig sein, die Krone nur maximal leicht über dem Hochwasserniveau liegen. Die Lahnungen können in vielen Varianten, von schräg vom Ufer abgehend bis parallel zur Uferlinie, angeordnet werden.

Für einen optimalen Wellenschutz muss die Ausrichtung der Lahnungen 45-90° zur Hauptwindrichtung betragen, um eine gute Wirkung zu erzielen. Bei uferparalleler Bauweise müssen kurze Lahnungen in zwei zueinander versetzten Linien gebaut werden, um offene Verbindung vom Schilf zum Freiwasser aufrecht zu halten (Fischwege).



Abb. 4.44: Lahnung, Querschnitt

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

Einbauzeit

Bei Niedrigwasser. Lebende Lahnungen in der Vegetationsruhezeit bzw. Steckhölzer erst im zeitigen Frühjahr bei erreichtem Mittelwasserstand einbauen.

Pflege und Unterhaltung:

- praktisch keine
- aufgrund begrenzter Lebensdauer werden Nachbesserungen oder Ersatzbauwerke nötig



Häufige Fehler:

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

Kostenbildende Faktoren

Kostenbildende Faktoren sind die Gewinnung von Astwerk und Holzpfehlen, wenn dies nicht bei Pflegemaßnahmen anfällt sowie die Herstellung, Transport und Einbau der Lahnungen. Für Herstellung und Einbau einer Lahnung in einer Länge von ca. 2 m mit Längsfaschinen (30 cm Ø) sind 120 min/lfm erforderlich.

Kostenansatz Pfahlreihe (zweireihig) mit Holzlieferung 50-80 EUR/m, zzgl. 2 Längsfaschinen je 40-60 EUR, damit 130-200 EUR/lfm Lahnung

Lahnung

Einbringen von 2 Pfahlreihen, Pfahlabstand ca. 1 m, Reihenabstand ca. 40-50 cm, Pfahllänge, je nach Untergrund und Wassertiefe, ca. 1-3 m. Einbau von 2 m langen toten Querfaschinen mit 30-40 cm Ø auf vorbereitete Gewässersohle quer zu den Pfahlreihen. 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.

Zwischen die Pfahlreihen werden anschließend nach Bedarf 1-2 Lagen aus gebundenen Faschinen, Länge bis 5 m mit 40-50 cm Ø aus totem Astmaterial eingelegt und durch paarweises Verspannen mit den Holzpflöcken mit geglühtem Draht 3-4 mm Ø niedergebunden. Einbautiefe unter Bezugswasserstand bis max. 1 m. Abrechnung über laufenden Meter eingebaute Faschine quer und längs.

Empfohlene Literatur

- GEBLER, R. J. (2005): Entwicklung naturnaher Bäche und Flüsse: Maßnahmen zur Strukturverbesserung, Grundlagen und Beispiele aus der Praxis, Walzbachtal
- GESELLSCHAFT FÜR INGENIEURBIOLOGIE E.V. & EUROPÄISCHE FÖDERATION FÜR INGENIEURBIOLOGIE (EFIB) (Hrsg.) (2011): Europäische Richtlinie für Ingenieurbioogie, Stand Mai 2011
- HACKER, E., JOHANNSEN, R. (2011): Ingenieurbioogie, Stuttgart
- INGBIOTOOLS (2012): Software für Ingenieurbioogie, Radebeul, www.ingbiotools.de/ (Zugriff 12.11.2012)
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (LFU) (HRSG.) (1993): Naturgemäße Bauweisen – Ufer- und Böschungssicherungen, Handbuch Wasserbau Heft 5, Karlsruhe, 101 S.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (LFU) (HRSG.) (1998): Naturgemäße Bauweisen – Unterhaltung nach Hochwasserereignissen, „Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie“, Heft 47, Karlsruhe, 66 S.
- SCHIECHTL, H.M. (1987): Böschungssicherung mit ingenieurbioologischen Bauweisen. Grundbau-Taschenbuch. Berlin 1987
- WBW FORTBILDUNGSGESELLSCHAFT (2018): Naturschonende Gewässerunterhaltung - Eine Handreichung für die Praxis. Karlsruhe, April 2018

Verwendete/weitere Literatur

- ARCHIV DES VERLAGES J. NEUMANN-NEUDAMM AG (1944): Grundzüge der Forstlichen Wasserhaushaltstechnik (einschließlich Wildbachverbauung) von Kirwald, E. Dr. Ing., Neudamm, 362 S.
- AUSBILDUNGSFÖRDERWERK GARTEN-, LANDSCHAFTS- UND SPORTPLATZBAU AUGALA (HRSG.) (2007): Naturnaher Wasserbau, Hefte zur Ausbildung 3, Stuttgart, 139 S.
- BEGEMANN, W. & H.M. SCHIECHTL (1986): Ingenieurbioogie. Handbuch zum naturnahen Wasser- und Erdbau. Bauverlag Berlin
- BÖLL, A. ET AL. (1999): Holzkonstruktionen im Wildbach-, Hang- und Runsenverbau, Hrsg. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf
- DWA DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E. V. DWA (HRSG.) (2006): Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung, DWA-Themen
- ENKELWEIN, J.-A. (1800): Praktische Anweisung zur Konstruktion der Fäschwerke und den dazu gehörigen Anlagen an Flüssen und Strömen nebst einer Anlage zur Veranschlagung dieser Baue, Berlin, 126 S.
- FLORINETH, F. (2012): Pflanzen statt Beton – Handbuch zur Ingenieurbioogie und Vegetationstechnik. Patzer Verlag, Berlin-Hannover
- GERSTGRASER C. (2000): Ingenieurbioologische Bauweisen an Fließgewässern. Grundlagen zu Bau, Belastbarkeit und Wirkungsweisen. Österreichischer Kunst- und Kulturverlag, Wien
- GEITZ & PARTNER Landschaftsarchitekturbüro: Auskunft zu Kostenansätzen Stand 2021
- GRAF, A. (2013): Kontrolle von neophytischen Falloppienarten an Fließgewässern im Schwarzwald, Masterarbeit an der Universität Freiburg, Institut für Landespflege, unveröffentlicht und in Bearbeitung
- HÖRANDL, E. & FLORINETH, F. & HADACEK, F. (2002): Weiden in Österreich und angrenzenden Gebieten, Eigenverlag des Arbeitskreises Ingenieurbioogie und Landschaftsbau, Institut für Landschaftsplanung und Ingenieurbioogie, Universität für Bodenkultur, Wien
- JÜRGING, P. UND PATT, H. (2004): Fließgewässer- und Auenentwicklung, Grundlagen und Erfahrungen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- KERN, K. (1994): Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung. Springer Verlag Berlin, 256 S.
- KERN, K. (1998): Sohlenerosion und Auenauflandung – Empfehlungen zur Gewässerunterhaltung.
- DVWK-Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft für Wasserwirtschaft und Landschaftsentwicklung (Hrsg.), Mainz, 48 S. (Download unter www.gfg-fortbildung.de)
- LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (HRSG.) (2011): Hochwassersichere Entwicklung und Unterhaltung von Fließgewässern im urbanen Bereich – Maßnahmen und ihre hydraulischen Wirkungen, Karlsruhe, 76 S.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (LFU) (HRSG.) (1981): Das Merkblatt des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg über die Berücksichtigung der Belange von Naturschutz, Landschaftspflege, Erholungsvorsorge und Fischerei bei wasserbaulichen Maßnahmen an oberirdischen Gewässern: Wasserbaumerkblatt; Text und Erläuterung vom 30.06.1980, 121 S.

- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (LFU) (HRSG.) (1991):
Bauweisen des naturnahen Wasserbaus – Umgestaltung der Enz in Pforzheim, Handbuch Wasser 2, Karlsruhe
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (LFU) (HRSG.) (1992):
Naturnahe Umgestaltung von Fließgewässern, Handbuch Wasserbau Heft 2, Karlsruhe, 228 S.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (LFU) (HRSG.) (1995A): Gesamtkonzept Naturnahe Unterhaltung von Fließgewässern, Handbuch Wasserbau 2, Heft 19, Karlsruhe, 32 S.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (LFU) (HRSG.) (1995 B):
Naturnahe Unterhaltung von Fließgewässern – Teil III: Dokumentation der Entwicklung ausgewählter Pilotvorhaben, Handbuch Wasserbau 2, Heft 20, Karlsruhe, 130 S.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (LFU) (HRSG.) (2002): Gebietsheimische Gehölze in Baden-Württemberg, Fachdienst Naturschutz, Landschaftspflege 1, Karlsruhe
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (LFU) (HRSG.) (2005): Naturnahe Fließgewässer in Baden-Württemberg – Referenzstrecken, Referat 41 – Fließgewässer, Integrierter Gewässerschutz/Projektgruppe WRRL, Karlsruhe, 157 S.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (LFU) (HRSG.) (2007): Gehölze an Fließgewässern, Karlsruhe, 112 S.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (LUBW): Kompaktinfo Zeiten für die Unterhaltung – Arbeitszeiten planen – rechtliche Vorgaben beachten. Karlsruhe 2020
- LAUTENSCHLAGER, E. (1989): Die Weiden der Schweiz und angrenzender Gebiete, Birkhäuser Verlag, Basel
- PATT, H., JÜRGING, P. & W. KRAUS (2009): Naturnaher Wasserbau. Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern. Springer Verlag, Berlin
- PLUG, W. (HRSG., 1990): Ingenieurbiologie. Hilfsstoffe im Lebendverbau. Jahrbuch der Gesellschaft für Ingenieurbiologie, Aachen
- SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (HRSG.) (2005):
Ufersicherung – Strukturverbesserung, Anwendung ingenieurbilogischer Bauweisen im Wasserbau, Handbuch (1), Dresden, 89 S.
- SCHIECHTL, H. M. (1992): Weiden in der Praxis, Patzer Verlag, Berlin & Hannover
- SCHIECHTL, H. M. & STERN R. (2002): Naturnaher Wasserbau – Anleitung für ingenieurbilogische Bauweisen, Berlin, 229 S.
- SCHLÜTER, U. (1996): Pflanze als Baustoff: Ingenieurbiologie in Praxis & Umwelt, Berlin & Hannover, 319 S.
- SCHOKLITSCH, A. (1950/1952): Handbuch des Wasserbaues Band 1 und 2, Springer Verlag, Wien
- STOWASSER, A. (2011): Potentiale und Optimierungsmöglichkeiten bei der Auswahl ingenieurbilogischer Bauweisen im Wasserbau, Dissertation 2011
- WALSER, B. REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG (2012): Aufwand und Kosten von Gewässerentwicklungsmaßnahmen, im Rahmen des Wasserwirtschaftskurses „Fließgewässer“ Kurs N/7. 7.-9. März 2012, Kassel
- WBW FORTBILDUNGSGESELLSCHAFT FÜR GEWÄSSERENTWICKLUNG & GEMEINNÜTZIGE FORTBILDUNGSGESELLSCHAFT FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND LANDSCHAFTSENTWICKLUNG MBH (HRSG.) (2002): Gewässerunterhaltung in geschützten Gebieten, Karlsruhe, 45 S.
- WBW FORTBILDUNGSGESELLSCHAFT FÜR DIE GEWÄSSERPFLEGE (HRSG.) (2005): Gehölzpfllege – Neuauflage, Heidelberg, 143 S.
- WBW FORTBILDUNGSGESELLSCHAFT FÜR GEWÄSSERENTWICKLUNG (HRSG.) (2008A):
Statusbericht 2007/2008 der Gewässernachbarschaften Baden-Württemberg, Karlsruhe, 57 S.
- WBW FORTBILDUNGSGESELLSCHAFT FÜR GEWÄSSERENTWICKLUNG (HRSG.) (2008B): Unterschied zwischen Unterhaltungs- & Ausbaumaßnahmen an Gewässern, Karlsruhe, 71 S.
- WBW FORTBILDUNGSGESELLSCHAFT FÜR GEWÄSSERENTWICKLUNG (HRSG.) (2013):
Fließgewässerrenaturierung und Naturschutzrechtliches Ökokonto, Grundlagen zur Bewertung von Ökokonto-Maßnahmen, Maßnahmenbeispiele, Entwurf nicht veröffentlicht, Stand 2013.
- ZEH, H. (HRSG., 2007): Ingenieurbiologie, Handbuch Bautypen, Zürich, 441 S.



Weiterführende Quellen

DIN-Normen

DIN 18918 Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Ingenieurblogische Sicherungsbauweisen – Sicherungen durch Ansaaten, Bepflanzungen, Bauweisen mit lebenden und nicht lebenden Bauteilen, kombinierte Bauweisen, 2002-08

DIN 18919 Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Entwicklungs- und Unterhaltungsmaßnahmen von Grünflächen, 2002-08

DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

www.dwa.de (Zugriff 19.07.2013)

DVWK-Merkblatt 221/1992: Anwendung von Geotextilien im Wasserbau

DWA-M 610: Neue Wege der Gewässerunterhaltung – Pflege und Entwicklung von Fließgewässern (Juni 2010)

DWA-M 616: Verkehrssicherungspflicht bei Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern – Empfehlungen zur Handhabung (Dezember 2012)

DWA-M 612-1: Gewässerrandstreifen – Teil 1: Grundlagen und Funktionen, Hinweise zur Gestaltung (September 2012)

DWA-M 620-1: Ingenieurblogische Bauweisen an Fließgewässern – Teil 1: Grundlagen und Bauweisen (Juni 2020)

Gesellschaft für Ingenieurblogie, Deutschland

www.ingenieurblogie.com (Zugriff 18.09.2013)

Verein für Ingenieurblogie, Schweiz

www.ingenieurblogie.ch (Zugriff 18.09.2013)

Gesetze und Verordnungen

FORSTVERMEHRUNGSGUT – HERKUNFTSGEBIETSVERORDNUNG (FoVHgV) vom 7. Oktober 1994 (BGBl. I S. 3578), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 15. Januar 2003 (BGBl. I S. 238)

GESETZ DES LANDES BADEN-WÜRTTEMBERG ZUM SCHUTZ DER NATUR UND ZUR PFLEGE DER LANDSCHAFT (Naturschutzgesetz - NatSchG) in der Fassung vom 20. Juni 2015 (GBl. 2015, 585); letzte berücksichtigte Änderung: mehrfach geändert, § 34 neu gefasst sowie §§ 1a, 21a, 33a und 34a neu eingefügt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 23. Juli 2020 (GBl. S. 651)

WASSERGESETZ FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG (WG) Vom 3. Dezember 2013 (GBl. Nr. 17, S. 389) zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 28. November 2018 (GBl. Nr. Wassergesetz für Baden-Württemberg (WG) Vom 3. Dezember 2013 (GBl. Nr. 17, S. 389) zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 28. November 2018 (GBl. Nr. 19, S. 439)

GESETZ ZUR ORDNUNG DES WASSERHAUSHALTS (Wasserhaushaltsgesetz-WHG)1)2) Vom 31. Juli 2009 (BGBl. INr. 51, S. 2585) zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 19. Juni 2020 (BGBl. I Nr. 30, S. 1408) in Kraft getreten am 30. Juni 2020

RICHTLINIE 2000/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (WRRL) – (ABl. L 327 vom 22.12.2000, S. 1), geändert durch M1 Entscheidung Nr. 2455/2001/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. November 2001

SAATGUTVERKEHRSGESETZ (SaatG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. Juli 2004 (BGBl. I S. 1673), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 15. März 2012 (BGBl. I S. 481)

10 Fragen – 10 Antworten

Thorsten Kowalke, WBW Fortbildungsgesellschaft (Donau bei Riedlingen)

Inhaltsverzeichnis

Bernd Walser, Regierungspräsidium Freiburg (Wilde Gutach)

Kapitel 1

Thorsten Kowalke, WBW Fortbildungsgesellschaft (Kander bei Eimeldingen)

Kapitel 2

Hubert Funk, Landratsamt Biberach; Abb. 2.10

Peter Geitz, Geitz & Partner; Abb. 2.8, 2.9, 2.11, 2.14, 2.15, 2.16, 2.17, 2.18, 2.19, 2.21, 2.22, 2.23, 2.24, 2.25, 2.26, 2.27, 2.28, 2.29, 2.30, 2.31, 2.32, 2.33, 2.34, 2.35, 2.36

Bernd Walser, Regierungspräsidium Freiburg; Abb. 2.4, 2.5, 2.38, 2.39, 2.40, 2.41

Kapitel 3

Peter Geitz, Geitz & Partner; Abb. 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.25, 3.26

Angelika Jany, Geitz & Partner; Abb. 3.8, 3.19, 3.20, 3.21, 3.22, 3.24

Thorsten Kowalke, WBW Fortbildungsgesellschaft; Abb. 3.23

Bernd Walser, Regierungspräsidium Freiburg; Abb. 3.5, 3.7

Kapitel 4

Manfred Ehrhardt, LRA Alb-Donau-Kreis; Abb. 4.16

Peter Geitz, Geitz & Partner; Abb. 4.8, 4.10, 4.11, 4.13, 4.21, 4.27, 4.29, 4.32, 4.33, 4.36, 4.39

Angelika Jany, Geitz & Partner; Abb. 4.42

Erich Linsin, Regierungspräsidium Freiburg; Abb. 4.43

Bernd Walser, Regierungspräsidium Freiburg; Abb. 4.3, 4.7, 4.24

Andreas Weiß, Ingenieurbüro Heberle; Abb. 4.4

Kapitel 6

Bernd Walser, Regierungspräsidium Freiburg

Impressum

Bernd Walser, Regierungspräsidium Freiburg

Für diese Publikation ist Bildmaterial aus den verschiedensten Quellen der letzten 30 Jahre zusammengetragen worden. Deshalb fällt die Bildqualität unterschiedlich aus.





Herausgeber:

WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH
Maximilianstr. 10, 76133 Karlsruhe, Tel (0721) 824489-20, Fax -29

LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg

Bearbeitung:

Angelika Jany, Peter Geitz
Landschaftsarchitekturbüro Geitz & Partner GbR, Stuttgart-Möhringen

mit Unterstützung der Projektgruppe „Ingenieurbilogie“:

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)

Gestaltung: visionell.atelier für gestaltung, Hamburg

Zeichnungen: Maerzke Grafik Design, Leonberg

Auflage: Karlsruhe im Oktober 2013, 1000 Stück

Überarbeitete Version im Februar 2021, 300 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.



