

# RheinlandPfalz



## Wirksame und kostengünstige Maßnahmen zur Gewässerentwicklung



*Aktion*  
*Blau*  
GEWÄSSERENTWICKLUNG  
IN RHEINLAND-PFALZ

# INHALT

<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
<b>1. Anliegen des Maßnahmenkatalogs</b>	<b>6</b>
<b>2. Kosten-Wirksamkeit</b>	<b>8</b>
<b>3. Beispielprojekte</b>	<b>10</b>
1 Bieberbach, Verbandsgemeinde Simmern	12
2 Dierbach, Verbandsgemeinde Kandel	14
3 Hainbach, Verbandsgemeinde Bellheim	16
4 Mohrbach, Verbandsgemeinde Ramstein-Miesenbach	18
5 Rothenbach, Stadt Hachenburg	20
6 Selz, Verbandsgemeinde Nierstein-Oppenheim	22
<b>4. Empfehlenswerte Einzelmaßnahmen</b>	<b>24</b>
<b>4.1 Rückbau von künstlichen Entwicklungshindernissen</b>	<b>28</b>
1.1 Einseitiges komplettes Entfernen des Ufer- und Sohlenverbaus und punktuelles Anhäufen des Materials am gegenüberliegenden Ufer und in der Sohle	28
1.2 Punktueller Entfernen der Ufer- und Böschungfußsicherung und punktueller Anhäufen des Materials am gegenüberliegenden Ufer und in der Sohle	30
1.3 Punktueller Aufbrechen der Ufersicherung und Einbringen von Weidensetzpflöcken	32
<b>4.2 Auslösung von Gewässerentwicklung</b>	<b>34</b>
2.1 Einbringen von Störelementen in die Gewässersohle	34
2.2 Belassen und Einbringen von Totholz	36
2.3 Einbau von Strömungskernern	38
2.4 Aufweitung des Querprofils	42
2.5 Punktuelle Initialbepflanzung	44
2.6 Einbringen von Weidensteckholz und -setzstangen zur Auslösung einer Gewässerverlagerung	46
2.7 Gewässerverlegung ins Tal tiefste	48
2.8 Rohmodellierung von Muldenstrukturen zur Schaffung von Überschwemmungsflächen und Rohbodenstandorten	50
2.9 Anlegen von Gewässergabelungen zur Wiederbespannung von Flutmulden und Reaktivierung der Aue	52
2.10 Herstellung von Geländemulden und Entfesselung der Verbindungsstellen	54
2.11 Pflanzung von Prallbäumen	56
2.12 Naturnahe Sicherung durch Weidenspreitlage bei Gefährdung von öffentlicher Infrastruktur (z. B. Straßen, Eisenbahn)	58
<b>4.3 Stabilisierung und Verbesserung von Tiefenerosionsgewässern</b>	<b>60</b>
3.1 Sohlanehebung durch Anlegen von Geschiebedepots	60
3.2 Einbringen von Grundschrwellen	62
3.3 Mehrmaliges Einbringen von Grundschrwellen	72
3.4 Herstellen von Sohlgleiten	74
3.5 Herstellung eines neuen Gewässerverlaufs mit Laufverlängerung	76
<b>5. Literaturverzeichnis</b>	<b>78</b>
<b>6. Verwendete Planunterlagen</b>	<b>79</b>
<b>7. Bildnachweis der Fotografien</b>	<b>80</b>

**Impressum:**

*Herausgeber:*  
Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz

*Projektbetreuung:*  
Dipl.-Ing. Ralf Schemikau, LIW

*Bearbeitung:*  
Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH  
Malmedyer Str. 30  
52066 Aachen

*Texte:*  
Helmut Berg  
Roland Dimmer  
Curt Zester

*Grafik-Design:*  
Designbüro Eusterbrock und Zepf, Aachen

*Druck:*  
gzm Grafisches Zentrum Bödige und Partner GmbH,  
Mainz

*Bilder:*  
siehe Bildnachweis

*Auflage:*  
3000 Exemplare

© 2003 Landesamt für Wasserwirtschaft  
Rheinland-Pfalz, Mainz

Nachdruck und Wiedergabe nur mit Genehmigung  
des Herausgebers

ISBN 3-933123-15-1

**VORWORT**

Unter dem Stichwort „Aktion Blau“ ist das Land Rheinland-Pfalz seit einer Reihe von Jahren bestrebt, unsere Gewässer in möglichst naturnahe Zustände zu versetzen – insbesondere dort, wo sie unter den durchaus berechtigten Interessen der Nachkriegszeit begradigt oder ausgebaut wurden. Für viele Maßnahmen der natürlichen Gewässerentwicklung werden den gewässerunterhaltungspflichtigen Körperschaften Finanzmittel zur Verfügung gestellt.

In diesem Rahmen führt das Landesamt für Wasserwirtschaft Grundsatzuntersuchungen durch und informiert die Beteiligten (Kommunen, Planer, Öffentlichkeit) durch Erarbeitung von Materialien und Handlungsanleitungen.

Als Beispiel ist der „Leitfaden Gewässerentwicklung“ zu nennen, der 2002 veröffentlicht wurde und der den Kommunen aufzeigt, wie man im Hinblick auf eine möglichst erfolgreiche Gewässerentwicklung vorgehen sollte.

In logischer Fortsetzung dieses Leitfadens ist die vorliegende Broschüre zu sehen; sie soll Informationen geben, welche konkreten Einzelmaßnahmen in Bezug auf die Gewässerentwicklung wirksam und kostengünstig angewendet werden können.

Es ist zu wünschen, dass damit evtl. vorhandene Informationsdefizite beseitigt werden und dass die Wiederherstellung naturnaher Zustände an den Gewässern damit wirklich weiter vorangebracht werden kann.

In diesem Sinne wünsche ich den Unterhaltungspflichtigen und Planern erfolgreiche Anwendung dieser Veröffentlichung.

(Sven Lüthje)

Direktor des Landesamtes für Wasserwirtschaft

## 1. ANLIEGEN DES

### MASSNAHMENKATALOGES

Naturnahe Fließgewässer unterliegen einer von Erosions- und Sedimentationsprozessen geprägten Eigendynamik. Ständig wird das Gewässerbett neu gestaltet, und es entwickeln sich gewässertypische Formen und Strukturen. Diese natürliche Gewässerentwicklung geht fast ausschließlich bei Hochwasser vor sich.

Im Zuge der Gewässernutzung durch den Menschen wurde die Eigenentwicklung vielerorts künstlich behindert oder gar unterbunden. Massive Sohl- und Uferbefestigungen verhindern die natürliche Laufentwicklung und greifen tief in das Landschaftsbild ein.

Würde man die befestigten Bäche und Flüsse sich selbst überlassen und ihnen den notwendigen Platz einräumen, so würde das Hochwasser sie von ihren Fesseln befreien. Die Gewässer würden sich hin zu mehr Naturnähe entwickeln. Wie lange es dauert, bis ein annähernd naturnaher Zustand erreicht ist, hängt von den auftretenden Hochwasserereignissen und den dabei herrschenden Strömungsverhältnissen ab, aber auch vom Befestigungs- und Verbauungsgrad durch den Menschen. Es werden aber Jahrzehnte bis Jahrhunderte vergehen müssen.

Im Jahr 2000 ist die Europäische Wasserrahmenrichtlinie in Kraft getreten. Ihr Ziel ist u. a. der gute ökologische Zustand der Gewässer. Voraussetzung dafür ist eine weitgehend naturnahe Gewässerstruktur. Die Wasserrahmenrichtlinie gibt enge Fristen vor, innerhalb derer ein guter ökologischer Zustand erreicht werden soll. Also ist uns wichtig, dass bald Erfolge bei der Gewässerrenaturierung zu sehen sind.

Wir müssen deshalb nachhelfen und das Hochwasser bei seiner Umgestaltungsarbeit in den Gewässern unterstützen.

Was ist in absehbarer Zeit überhaupt zu erreichen? Und wie können die zur Verfügung stehenden Mittel möglichst wirksam eingesetzt werden?

Im „Leitfaden Gewässerentwicklung“ des Landesamtes für Wasserwirtschaft ist dargestellt, wie die Gewässerentwicklungsplanung zum Erfolg führt [1]. Wichtig ist die Festlegung des Entwicklungsziels: Das ist ein möglichst naturnaher, struktur- und artenreicher Zustand des Baches oder Flusses, der unter den gegebenen Randbedingungen in einem absehbaren Zeitraum von 10 bis 15 Jahren tatsächlich erreicht werden kann.

Wie realistische Entwicklungsziele festgelegt werden können, ist in der Broschüre „Erreichbare Ziele in der Gewässerentwicklung“ dargestellt, die das Landesamt für Wasserwirtschaft 2003 veröffentlicht hat [2].



Wenn es dann an die Planung und Umsetzung von Maßnahmen am Gewässer geht, kommt es darauf an, dass die Maßnahmen auch wirksam werden. Sie müssen dem Bach den richtigen Anstoß geben, damit er sich selbst in Richtung auf das angestrebte Ziel entwickelt. Das ist nicht so einfach. In der Vergangenheit haben etliche misslungene Versuche gezeigt, dass sich die Natur nicht so einfach vorschreiben lässt, was sie machen soll, das gilt auch für die „natürliche Gewässerentwicklung“.

Inzwischen liegen Erfahrungen aus vielen erfolgreichen Projekten vor, die es auszuwerten galt.

Der zweite Aspekt sind die Kosten. Bei den ersten Renaturierungen wurden ganze Gewässerläufe künstlich „natürlich“ gebaut, mit immensen Ausgaben. Davon ist man schon lange abgekommen. Aber auch heute stellt man bei Projekten immer wieder fest, dass das Geld offensichtlich für falsche, zu teure Maßnahmen ausgegeben wurde.

Welche Maßnahmen führen zur Selbstentwicklung des Gewässers bei bezahlbaren Kosten? Auch dazu waren die Erfahrungen aus den durchgeführten Projekten auszuwerten.

In der vorliegenden Broschüre werden die Ergebnisse dieser Auswertungen dargestellt: Kostengünstige und wirksame Maßnahmen.

Darin wird schwerpunktmäßig die Umsetzung von Einzelmaßnahmen für kleine bis mittelgroße Gewässer beschrieben. Sie lassen sich folgenden Themenkomplexen zuordnen:

- Rückbau von künstlichen Entwicklungshindernissen
- Auslösung der Gewässerentwicklung
- Stabilisierung und Verbesserung von Tiefenerosionsgewässern.

Nach den einleitenden Kapiteln 1 und 2 werden in Kapitel 3 der Broschüre sechs Beispielprojekte aus Rheinland-Pfalz vorgestellt, bei denen deutlich sichtbare Erfolge hinsichtlich der ökologischen Gewässerentwicklung und somit der Verbesserung der Gewässerstrukturgüte erzielt wurden. Ebenso heben sich diese Projekte durch eine kostengünstige Umsetzung der initiierten Maßnahmen hervor. Neben einer Beschreibung der Projekte wird auf den bisherigen Strukturgütegewinn, die Kosten, die Kosten-Wirksamkeit sowie die Erfahrungen aus diesen Projekten eingegangen. Im Hauptteil, dem Kapitel 4, wird die Durchführung von Einzelmaßnahmen beschrieben, mit welchen kostengünstig eine rasche Gewässerentwicklung erreicht werden kann.

## 2. KOSTEN-WIRKSAMKEIT

Da Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstrukturgüte mit sehr unterschiedlichen Kosten verbunden sein können, werden Überlegungen zur Kosten-Wirksamkeit immer wichtiger.

Zielsetzung von Kosten-Wirksamkeitsanalysen ist es, mit den eingesetzten finanziellen Mitteln eine maximale Verbesserung des Umweltzieles bzw. ein gegebenes Umweltziel mit dem minimalen Mitteleinsatz zu erreichen. Zur Aufstellung einer vergleichbaren Kosten-Wirksamkeitsanalyse [3] werden die Projektkosten für Erdbau, Wasserbau, Bepflanzungsarbeiten und Grunderwerb, auf die renaturierte Gewässerstrecke bezogen, in Ansatz gebracht.

In der Kosten-Wirksamkeitsanalyse werden sowohl die Kosten der Maßnahmen als auch der Strukturgütegewinn  $[\Delta SGK]$  der renaturierten Gewässerstrecke durch Gegenüberstellung der Gesamtwertung aller Hauptparameter vor und nach Durchführung der Maßnahme ermittelt. Hierzu ist die Erfassung der Gewässerstrukturgüte vor und in einem gewissen Zeitabstand nach Durchführung der Renaturierung erforderlich. Ausgangspunkt der Ermittlung der Kosten-Wirksamkeit ist mithin die Bewertung des ökologisch-morphologischen Erscheinungsbildes eines Gewässers, seiner Ufer und Auen. Um den morphologischen Zustand von Bächen und Flüssen

Tab. 1: Übersicht über die Aggregationsebenen (vereinfacht nach [4])

Bereich	Hauptparameter	Einzelparameter
Sohle	Laufentwicklung	Laufkrümmung Längsbänke Besondere Laufstrukturen Krümmungserosion
	Längsprofil	Querbauwerke Rückstau Verrohrung Querbänke Strömungsdiversität Tiefenvarianz
	Sohlenstruktur	Sohlensubstrat Sohlenverbau Substratdiversität Besondere Sohlenstrukturen
Ufer	Querprofil	Profiltyp Profiltiefe Breitenerosion Breitenvarianz Durchlässe
	Uferstruktur	Uferbewuchs Uferverbau Besondere Uferstrukturen
Land	Gewässerumfeld	Flächennutzung Gewässerrandstreifen Sonstige Umfeldstrukturen

GESAMTBEWERTUNG

$$\text{Kosten-Wirksamkeit [KW]} = \frac{\text{Kosten [EUR]}}{\text{Strukturgütegewinn } \Delta SGK \times \text{Gewässerstrecke [m]}}$$

bewerten und vergleichen zu können, hat die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) ein Bewertungsverfahren entwickelt [4]. Mit Hilfe der ermittelten Gewässerstrukturgüte ist es möglich, die Verbesserung objektiv zu bestimmen.

Die Bewertung basiert auf einer jederzeit nachvollziehbaren Erhebung der unterschiedlichen Strukturelemente des Gewässers und seines Umfeldes anhand eines vorgegebenen Parametersystems. Diese Strukturelemente werden als Einzelparameter bezeichnet. Die 25 Einzelparameter sind nach ihren Indikatoreigenschaften gruppiert und den sechs Hauptparametern Laufentwicklung, Längsprofil, Sohlenstruktur, Querprofil, Uferstruktur und Gewässerumfeld zugeordnet (Tab.1).

Im Rahmen der Strukturgütekartierung wird jedem dieser Einzelparameter eine Strukturgüteklasse von eins (unverändert) bis sieben (vollständig verändert) zugeordnet. Die Strukturgüteklasse kann wahlweise für die Einzelparameter, die sechs Hauptparameter, die Bereiche -Sohle, Ufer und Land- oder als zusammenfassende Gesamtbewertung dargestellt werden. Für die Ermittlung des Strukturgütegewinns der im folgenden Kapitel dargestellten Beispielprojekte wurden die Ergebnisse der Kartierung für die Hauptparameter vor und in einem Zeitabstand von 4-8 Jahren nach Bauausführung herangezogen. Aus der Gegenüberstellung der Hauptparameter ergibt sich der Strukturgütegewinn der einzelnen Kartierungsschnitte.

Die Kosten-Wirksamkeit [KW] errechnet sich aus dem Quotienten der für die Renaturierungsmaßnahmen aufzuwendenden Kosten und dem Produkt aus Strukturgütegewinn  $[\Delta SGK]$  und der renaturierten Gewässerstrecke [m].

Nach HILLENBRAND et al. ergibt sich folgende grobe Einteilung der Kosten-Wirksamkeit [3].

Mäßig	> 150 [(EUR)/l/m] $\Delta SGK$
Mittel	150 – 100 [(EUR)/l/m] $\Delta SGK$
Gut	100 – 50 [(EUR)/l/m] $\Delta SGK$
Sehr gut	< 50 [(EUR)/l/m] $\Delta SGK$

Die Kosten-Wirksamkeitsberechnung ermöglicht somit die Vergleichbarkeit von Maßnahmen der Gewässerentwicklung.

### 3. BEISPIELPROJEKTE

Um kostengünstige und wirksame Maßnahmen zu ermitteln, wurden in Rheinland-Pfalz durchgeführte Gewässerentwicklungsprojekte ausgewertet. Von der Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz wurden insgesamt 27 repräsentative Projekte vorgeschlagen. Diese wurden bei örtlichen Erkundungen und in Begehungen näher untersucht. Die Beteiligung der örtlichen Maßnahmenträger, deren Sachkenntnis und fachliche Unterstützung (u. a. durch die Bereitstellung von Planungsunterlagen und eigenen Dokumentationen) war für die Untersuchungen von großer Bedeutung. Darauf aufbauend erfolgten Bestandsaufnahmen und Begutachtungen der Projekte hinsichtlich der Verbesserung der Gewässerstrukturgüte.

Die Bestimmung der Projekteffizienz wurde durch Vergleich der Bewertung der Gewässerstrukturgüte vor Durchführung von Maßnahmen anhand der Gewässerstrukturgütekarte [5] und nach mehreren Entwicklungsjahren unter Miteinbeziehung der für die Realisierung der Maßnahmen verwendeten Kosten erreicht.

Als Resultat der Untersuchungen konnten auf Grund des erzielten Strukturgütegewinns [ $\Delta$ SGK] und einer guten bis sehr guten Kosten-Wirksamkeit insgesamt 6 Projekte herausgefiltert werden, die als repräsentative Beispielprojekte für kostengünstige und wirksame Maßnahmen beim Gewässerrückbau stehen. Im Einzelnen sind dies landschaftsraumbezogen ca. 0,3-2 km lange Abschnitte an den folgenden Gewässern:

- Bieberbach, im Hunsrück
- Dierbach, in der Vorderpfalz
- Hainbach, in der Vorderpfalz
- Mohrbach, in der Westpfalz
- Rothenbach, im Westerwald
- Selz, in Rheinhessen

Hinsichtlich der Nutzung sind die Beispielprojekte folgendermaßen zuzuordnen:

Bieberbach → freie Landschaft

Dierbach → Siedlungsraum

Hainbach → freie Landschaft

Mohrbach → Siedlungsraum und freie Landschaft

Rothenbach → freie Landschaft

Selz → Ortsrandlage

Die Auswertung ergab für die ausgewählten Beispielprojekte eine gute bis sehr gute Kosteneffizienz, wobei die Spannweite der Projektkosten pro Meter Gewässerstrecke zwischen 29 und 96 EUR liegt. Damit zeigt sich, dass mit vertretbaren Mitteln gute Ergebnisse hinsichtlich der Verbesserung der Gewässerstrukturgüte erzielt werden können.

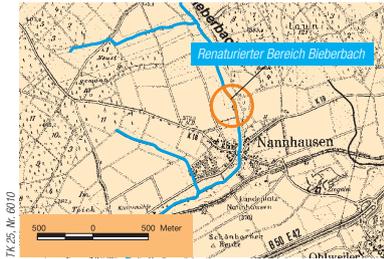
Allerdings kann es Projekte geben, die nur eine mäßige Kosten-Wirksamkeit aufweisen, aber dennoch auf Grund der regionalen Besonderheiten sinnvoll sind. So treten beispielsweise in der Vorderpfalz gebietspezifisch höhere Kosten auf, da ein hoher Nutzungsanspruch herrscht, hohe Bodenpreise zu zahlen sind ( $\geq 10$  EUR/m<sup>2</sup>) und infolge der geringen Eigendynamik hohe Erdbewegungskosten erforderlich werden.

Die sechs Beispielprojekte sind auf den nächsten Seiten ausführlich dargestellt.

Im ersten Textblock werden jeweils die Stammdaten der Renaturierung (Lage, Projektträger, Planer, Abschnittslänge und Bauzeit) aufgeführt. Es folgen die Angaben zu den funktionellen Defiziten im Gewässerabschnitt, dem Leitbild der Gewässerentwicklung und den angestrebten Entwicklungszielen. Im zweiten Textblock werden stichpunktartig die einzelnen Renaturierungsmaßnahmen beschrieben und nachfolgend zeichnerisch dargestellt. Daran schließt sich eine Zwischenbewertung an, in der die nach Abschluss der Renaturierungsmaßnahmen bis heute erreichten Strukturgüteverbesserungen erläutert werden. Die Zwischenbewertung wird durch Fotos des Gewässerzustandes vor und nach den Renaturierungsmaßnahmen ergänzt.

Abschließend folgt die in Kapitel 2 erläuterte Strukturgütekartierung und Ermittlung der Kosten-Wirksamkeit. Als Ergebnis der Kosten-Wirksamkeitsermittlung erfolgt die Einstufung der Beispielprojekte nach HILLENBRAND et al. [3] in die Kategorie sehr gut bis mäßig.

Abschließend folgt die in Kapitel 2 erläuterte Strukturgütekartierung und Ermittlung der Kosten-Wirksamkeit. Als Ergebnis der Kosten-Wirksamkeitsermittlung erfolgt die Einstufung der Beispielprojekte nach HILLENBRAND et al. [3] in die Kategorie sehr gut bis mäßig.



Lage:	Hunsrück
Projekträger:	VG Simmern
Planer:	VG Simmern, Herr Bach
Abschnittslänge:	0,35 km
Bauzeit:	1999
Defizite:	Gewässer Ausbau: Laufverkürzung, Tiefenerosion (Geschiebemangel), fehlender Gewässerrandstreifen
Leitbild:	Vielgestaltiges Längsprofil, breites u. flaches Querprofil, gewässertypischer Ufergehölzsaum
Entwicklungsziele:	Wiederherstellung eines naturnahen Gewässerabschnitts durch initiiierende Maßnahmen, Sohlstabilisierung, Wiederherstellung des Gewässer-Auekontaktes, Verbesserung des Landschaftsbildes

**MASSNAHMEN:**

- Kauf von Gewässerrandstreifen durch die Ortsgemeinde Nannhausen beidseitig des Baches
- Abflachung der Profile mit variierenden Böschungsneigungen zur Wiederherstellung naturnaher Ufer
- Wiedereinbau des Erdaushubs in den angrenzenden Flächen außerhalb des Überschwemmungsgebiets
- Offenlegung vorhandener Drainagen und Ableitung in neu anzulegende, naturnahe Mulden
- Einbau von Sohlenrampen und Zugabe von Geschiebe zur Stabilisierung und Anhebung der Gewässersohle
- Einbringen von Störelementen in die Gewässersohle zur Erhöhung der Strukturvielfalt
- Lockere Initialbepflanzung mit heimischen Gehölzen



Bild 1 (links): Der Bieberbach (nicht renaturierter Abschnitt)

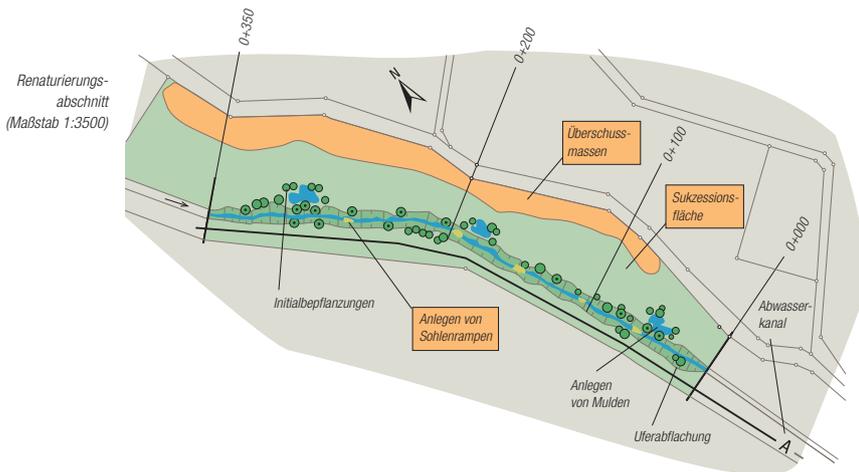
Bild 2 (rechts): Der Bieberbach nach der Renaturierung 2002

**ZWISCHENBEWERTUNG**

Durch die Aufweitung des Querprofils am Bieberbach konnte die Tiefenerosion wirkungsvoll gehemmt werden. Besonders die Sohl- und Uferstrukturen haben sich deutlich verbessert. Die Funktionen der bachbegleitenden Aue konnten reaktiviert werden. Geschiebedefizite als Indikator für Tiefenerosion sind nicht mehr auszumachen. Durch die eingebauten Störelemente beginnt der Bach bereits, sich lateral zu bewegen. An den abgeflachten Ufern siedelte sich schnell gewässertypische Vegetation an. Besonders der Erlenbestand hat sich, größtenteils durch natürlichen

Samenflug, vergrößert, so dass bereits in wenigen Jahren die Beschattung des Gewässers verbessert wird.

Die Maßnahme am Bieberbach zeigt, dass die Kosten von Gewässerentwicklungsvorhaben durch die Reduzierung des Planungsaufwandes und arbeitstechnischer Optimierungen (z. B. Blassen des Erdaushubs im Gelände, Initialbepflanzungen) deutlich gesenkt werden können.



**Gewässerstrukturgütekartierung (Kartierung alt: 1998, neu: 2002)**

Kartierung von Abschnitt bis Abschnitt	Hauptparameter:													
	Laufentwickl.		Längsprofil		Querprofil		Sohlstruktur		Uferstruktur		Gew.Umfeld		Gesamtwertung	
	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu		
0+000-0+100	7	1	6	1	7	1	6	1	5	2	5	1	6	1
0+100-0+200	6	1	6	2	7	1	6	2	5	2	5	1	6	1
0+200-0+300	5	2	6	2	7	1	6	2	5	2	5	1	6	1
0+300-0+400	5	2	6	2	7	1	5	2	5	2	5	1	5	1

Kosten (gerundet)	EUR
1. Erd- und Wasserbauarbeiten	28.400
2. Begrünung und Bepflanzung	3.000
3. Sonstiges	1.200
4. Grunderwerb (ca. 2,8 ha à 0,51 EUR/m²)	14.300
<b>Summe</b>	<b>46.900</b>

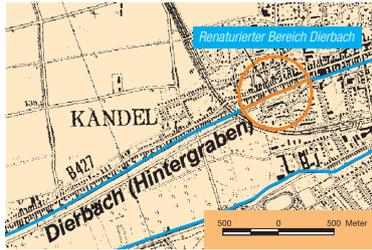
**Ermittlung Kosten-Wirksamkeit**

Gesamtkosten:	46.900 EUR
Renaturierungsbereich:	350 m
<b>Strukturgütegewinn:</b>	
Zustand vor Renaturierung (1998)	(6+6+6+5):4=5,75
aktueller Zustand (2002)	(1+1+1+1):4=1,00
Differenz (vorher - nachher = Strukturgütegewinn):	4,75
<b>Kosten-Wirksamkeit:</b>	$\frac{46.900}{4,75 \times 350} = 28^*$ (sehr gut)

**Bewertung\*:**

Mäßig	> 150 [(EUR)/fm]ΔSGK
Mittel	150 – 100 [(EUR)/fm]ΔSGK
Gut	100 – 50 [(EUR)/fm]ΔSGK
Sehr gut	< 50 [(EUR)/fm]ΔSGK
<b>28</b>	<b>sehr gut</b>

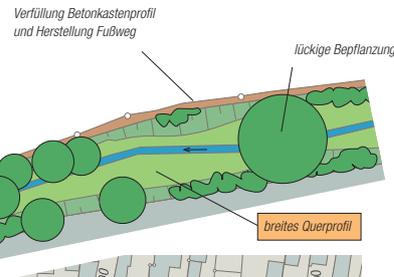
\* nach Hillenbrand et al.



**MASSNAHMEN:**

- Herstellung eines flachen, unregelmäßig gestalteten Querprofils mit einem Niedrig- und Mittelwasserbett zur Erweiterung des Retentionsraums
- Vorgabe einer schlängelnden Linienführung ohne Ufer- und Sohlbefestigungen zur Förderung einer mäßigen eigendynamischen Weiterentwicklung des Gewässers
- Verfüllung des ursprünglichen Betonkastenprofils und Umgestaltung zum bachbegleitenden Fußweg
- Beseitigung der Betonstege und Errichtung von drei Holzbrücken
- Lückige Bepflanzung der Gewässerufer mit einheimischen Bäumen und Sträuchern

**Lage:** Vorderpfälzisches Tiefland  
**Projekträger:** Stadt Kandel  
**Planer:** Institut für Umweltstudien, Kandel  
**Abschnittslänge:** 0,29 km  
**Bauzeit:** 1992-1995  
**Defizite:** Gewässerausbau (Betonkastenprofil, teilverrohrt), Fehlen einer gewässertypischen Ufervegetation  
**Leitbild:** Vielgestaltiges Längsprofil, breites u. flaches Querprofil, gewässertypischer Ufergehölzsaum  
**Entwicklungsziele:** Wiederherstellung eines naturnahen und ästhetisch ansprechenden Gewässerzustandes im Neubaugebiet „Stadtnahes Wohnen“ in einem begrenzten Korridor von 12 m Breite, Gewährleistung der Hochwassersicherheit der angrenzenden Wohnbebauung, eingeschränkte eigen-dynamische Entwicklung (Zulassen kleiner Auskolkungen und Anlandungen)



Renaturierungsabschnitt (Maßstab 1:2000)



Bild 3 (links): Der Dierbach oberhalb der Renaturierungsstrecke

Bild 4 (rechts): Der Dierbach nach der Renaturierung 2002

**ZWISCHENBEWERTUNG**

Mit dem Beispiel des Dierbaches wird gezeigt, dass auch in Restriktionslagen eine naturnahe Gewässerentwicklung möglich ist. Durch die Neuprofilierung wurde der Zustand des Gewässers nicht nur unter wasserwirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten positiv verändert. Auch die Wohnqualität des angrenzenden Neubaugebiets konnte durch die Maß-

nahme erhöht werden. Insbesondere für Kinder bietet der Dierbach heute eine gute Möglichkeit zur Naturerkundung. Auf diese Weise kann bei den nachfolgenden Generationen ein stärkeres Bewusstsein für die Notwendigkeit naturnaher Gewässerentwicklung geschaffen werden.

**Gewässerstrukturgütekartierung (Kartierung alt: 1994, neu: 2002)**

Gewässer: Dierbach, Gemarkung Kandel													
von bis Abschnitt	Hauptparameter:								Gesamtwertung				
	Laufentwicl.		Längsprofil		Querprofil		Sohlstruktur			Uferstruktur		Gew.Umfeld	
	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	
0+000-0+100	7	5	7	2	7	2	7	1	7	3	7	7	4
0+100-0+200	7	5	7	3	7	2	7	1	7	3	7	7	4
0+200-0+300	7	5	7	3	7	2	7	1	7	3	7	7	4

Kosten (gerundet)	EUR
1. Erd- und Wasserbau- und Abbrucharbeiten	65.200
2. Bepflanzung, Aussaat	35.600
<b>Summe</b>	<b>100.800</b>

(Anm.: Es entstanden keine Kosten für Grunderwerb, da Flächen im Rahmen der Bodenordnung der Stadt Kandel zur Verfügung gestellt wurden)

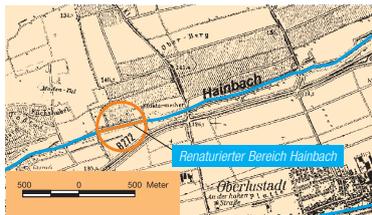
**Ermittlung Kosten-Wirksamkeit**

Gesamtkosten:	100.800 EUR
Renaturierungsbereich:	290 m
<b>Strukturgütegewinn:</b>	
Zustand vor Renaturierung (1994)	(7+7+7):3=7,00
aktueller Zustand (2002)	(3+3+3):3=3,00
Differenz (vorher - nachher = Strukturgütegewinn):	4,00
<b>Kosten-Wirksamkeit:</b>	$\frac{100.800}{4,00 \times 290} = 87^* \text{ (gut)}$

Bewertung*	
Mäßig	> 150 [(EUR/lfm)ΔSGK]
Mittel	150 – 100 [(EUR/lfm)ΔSGK]
Gut	100 – 50 [(EUR/lfm)ΔSGK]
Sehr gut	< 50 [(EUR/lfm)ΔSGK]

**87 gut**

\* nach Hillenbrand et al.



<b>Lage:</b>	Vorderpfälzisches Tiefland, Gemarkung Zeiskam
<b>Projekträger:</b>	VG Bellheim
<b>Planer:</b>	1.BA: H.P.Schmitt, Landschaftsarchitekt, Anweiler; 2.BA: Ing.-Büro Dipl.-Ing. G.Nied, Schwegenheim
<b>Abschnittslänge:</b>	0,44 km
<b>Bauzeit:</b>	1996-2001
<b>Defizite:</b>	Gewässerabau im Trapezprofil (Begräbung, Tieferlegung: 1-1,5 m, Böschungsneigung 1:2 bis senkrecht), Sohlsubstrat: Faulschlamm, Uferverwallung (0,2-0,4 m), geringer Abstand (0,5-1,0 m) zwischen Gewässer und seitlich angrenzender Ackernutzung
<b>Leitbild:</b>	Vielgestaltiges Längsprofil, breites und flaches Querprofil, gewässertypischer Ufergehölzsaum, Auevermessung in Teilbereichen, Hochwasserabfluss flächig in der Aue
<b>Entwicklungsziele:</b>	Zulassen der eigendynamischen Gewässerumgestaltung (Uferabrüche, Anlandungen, Sohlumlagerungen, Mäandrierung, Laufverlegung) nach Vorgabe von Grobstrukturen

**MASSNAHMEN:**

- Grobvorgabe eines naturnahen geschwungenen Gewässerverlaufs im Taltiefsten (Sohlbreite ca. 2,5 m, Böschungsneigungen: 1:3 bis 1:5) und Zulassen weiterer eigendynamischer Gestaltung des Gewässers
- Aufhöhung der Schnittpunkte zwischen neuem und altem Bachbett mit Bodenaushub bzw. Sohlenschwellen aus Baumstämmen, Aufweitung und Abflachung des alten Bachbetts zur Bereitstellung von Retentionsraum und Stillwasserbiotopen, Verteilung überschüssigen Bodenmaterials im Umfeld
- Erweiterung bestehender Schilfbestände durch örtliche Modellierung von Muldenstrukturen und Bereitstellung von Sukzessionsflächen auf der nördlichen Uferseite des vorhandenen Gewässers
- Punktuelle Initialbepflanzung vor allem im Bereich der Prallufer und der Übergangsbereiche zum bestehenden Gewässerverlauf, 30-40 cm über der Mittelwasserlinie



Bild 5 (links): Hainbach vor der Renaturierung (1998)

Bild 6 (rechts): Hainbach nach der Renaturierung (2002)

**ZWISCHENBEWERTUNG**

Durch die Maßnahmen zur Entwicklung des Hainbaches hat sich die Strukturgröße deutlich verbessert. Im nun wesentlich flacheren Querprofil hat das Gewässer eigendynamisch schon nach kurzer Zeit eine große Vielfalt an neuen Gewässerstrukturen (z. B. Bänke, Inselbildung, Kehr- und Flachwasser) aufgebaut. Deutlich ist noch der Unterschied zwischen der Strukturgröße im 1. Bauabschnitt (1998) und dem 2. Bauabschnitt (2001) zu erkennen. Besonders der Bereich

Ufer ist im älteren Bauabschnitt besser entwickelt. Jedoch schreitet die Sukzession der Aue rasch voran, und auch die nicht beplanten Ufer des jüngeren Bauabschnitts begrünen sich langsam und bilden zum Vorteil für Flora und Fauna zunehmend differenzierte Strukturen und damit wertvolle Lebensräume. Durch die Bereitstellung von Retentionsraum wurde der Hochwasserrückhalt und die Hochwassersicherheit angrenzender Nutzungen verbessert.

**Gewässerstrukturgütekartierung (Kartierung alt: 1998, neu: 2002)**

von Abschnitt	Hauptparameter:													
	Laufentw.		Längsprofil		Querprofil		Sohlstruktur		Uferstruktur		Gew.Umfeld		Gesamtwertung	
alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	
0+000-0+100	7	3	7	3	7	3	7	3	6	5	7	2	7	3
0+100-0+200	7	3	7	3	7	3	7	3	6	5	7	2	7	4
0+200-0+300	7	2	7	3	7	2	7	3	6	2	7	2	7	2
0+300-0+400	7	2	7	3	7	2	7	3	6	2	7	2	7	2
0+400-0+500	7	3	7	2	7	3	7	3	5	4	7	3	7	3

Kosten (gerundet)	EUR
1. Erd- und Wasserbauarbeiten	60.600
2. Wegebauarbeiten	4.200
3. Grunderwerb (ca. 2,2 ha à 1,06 EUR/m <sup>2</sup> )	23.800
<b>Summe</b>	<b>88.600</b>



**Ermittlung Kosten-Wirksamkeit**

Gesamtkosten:	88.600 EUR
Renaturierungsbereich:	440 m
<b>Strukturgütegewinn:</b>	
Zustand vor Renaturierung (1998)	(7+7+7+7):4=7,00
aktueller Zustand (2002)	(3+4+2+2):4=2,75
Differenz (vorher - nachher = Strukturgütegewinn):	4,25
<b>Kosten-Wirksamkeit:</b>	$\frac{88.600}{4,25 \times 440} = 47^*$ (sehr gut)

**Bewertung\***

Mäßig	> 150 ((EUR)/l/m)ΔSGK
Mittel	150 – 100 ((EUR)/l/m)ΔSGK
Gut	100 – 50 ((EUR)/l/m)ΔSGK
Sehr gut	< 50 ((EUR)/l/m)ΔSGK
<b>47</b>	<b>sehr gut</b>

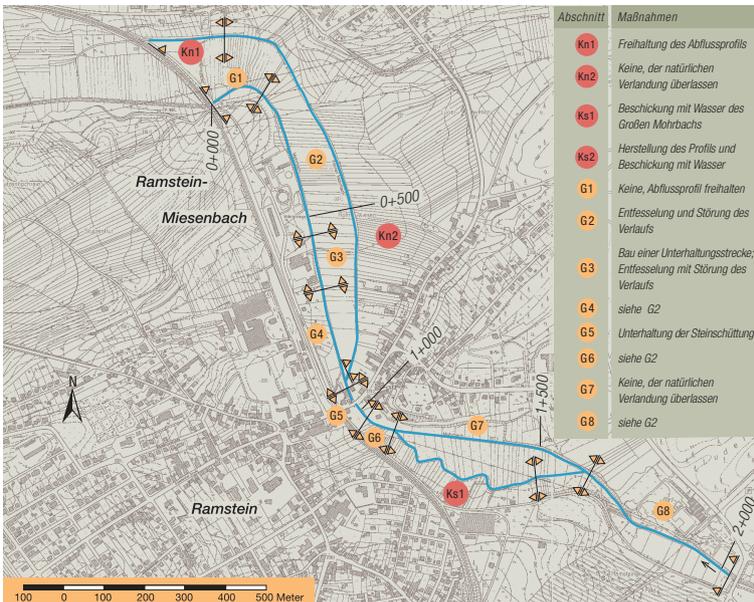
\* nach Hillenbrand et al.

Lage:	Westpfalz
Projekträger:	VG Ramstein-Miesenbach
Abschnittslänge:	2 km (Ortslage)
Planer:	Planungsgemeinschaft iPr, Neustadt, L.A.U.B. Kaiserslautern
Bauzeit:	1996-1998
Defizite:	Gewässerausbau: Regelprofil, Tieferlegung, teilweise Sohl- und Uferbefestigung, Begrädigung (ca. 1930), Fehlen einer gewässertypischen Ufervegetation, Schädigung des Talraums durch Auffüllungen und Intensivnutzungen
Leitbild:	Auetalgewässer mit breitem, flachem Mittelwasserbett, Erosions- und Akkumulationsbereichen und flächigem Hochwasserabfluss in der Aue, mäandrierender Gewässerlauf mit ausgeprägten Quer- und Längsbänken und abgeschnürten Altarmen
Entwicklungsziele:	Entfesselung des Gewässers durch Initialmaßnahmen zur Anregung der eigendynamischen Umgestaltung unter Beachtung örtlicher Restriktionen: (Brückenbauwerke, Einläufe der Mischwasserkanalisation); ökologische Aufwertung der angrenzenden Aue (Reaktivierung des Gewässer-Aue-Systems) unter Steigerung der natürlichen Retentionswirkung



**MASSNAHMEN:**

- › Abschnittsweise Entnahme der Ufersicherung (Wasserbausteine) auf ca. 5 m Länge und Einbau am gegenüberliegenden Ufer (Bereich mit Bindungen) zur Auslösung der Entwicklung
- › Wechselseitige Entfesselung auf 15-20 m Länge mit unveränderten Zwischenbereichen von 5-10 m Länge; Einbau des Steinmaterials am jeweils entgegengesetzten Ufer in Form von Störelementen
- › Einseitiges Schieben des Uferverbau in das Bachbett im Abstand von ca. 40 m; dazwischen Herstellung einer ca. 5 m breiten Mulde für Abflussmengen > MQ parallel zum Bachbett
- › Einseitiges oder wechselseitiges Schieben des vorhandenen Uferverbau (Abschnittslänge 40 bis 45 m) in das vorhandene Bachbett zur Anregung der Laufänderung



- › Umleitung des Mohrbachs in das frühere Bett eines alten Entwässerungsgrabens, Verschluss des bisherigen Bachbetts mittels Querriegel und Umwandlung der nicht mehr durchflossenen Bereiche in Sukzessionsflächen
- › Initialbepflanzung, Rodung standortfremder Gehölze, Schließung von Entwässerungsgräben, Entfernen von Auffüllungen und Aufschüttungen sowie Extensivierung angrenzender Nutzungen

ökologisch gut strukturierten Talraum deutlich aufgewertet werden. Insbesondere die Lebensraumbedingungen im Austausch zwischen Gewässer und Umfeld wurden durch Aufhöhung der Sohle, teilweise Verlegung und das Abrücken des Gewässers von angrenzenden Nutzungen im Auerandbereich nachhaltig gestärkt. Der renaturierte Gewässerabschnitt weist mit einer Vielfalt an Kraut- und Gehölzsaumen, Sandbänken und Ansätzen eigendynamischer Entwicklung bereits jetzt eine nachweisbare Verbesserung der Strukturgüte auf.

**ZWISCHENBEWERTUNG**

Durch die initiierten Maßnahmen konnte der bislang z. T. stark veränderte Mohrbach in einem bereits



Bild 7 (links): Mohrbach vor der Renaturierung (1998)

Bild 8 (rechts): Mohrbach nach der Renaturierung (2002)

**Gewässerstrukturgütekartierung (Kartierung alt: 1996, neu: 2002)**

Gewässer: Mohrbach, Gemarkung Ramstein-Miesenbach

Kartierung von Abschnitt	Hauptparameter:													
	Laufenwickl.		Längsprofil		Querprofil		Sohlstruktur		Uferstruktur		Gew.Umfeld		Gesamtwertung	
	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu
0+000-0+100	7	3	4	3	5	2	4	2	4	2	1	1	4	2
0+100-0+200	6	3	7	3	5	2	6	2	6	2	1	1	5	2
0+200-0+300	6	3	7	3	5	2	6	2	6	2	1	1	5	2
0+300-0+400	6	3	7	3	5	2	6	2	6	2	5	1	6	2
0+400-0+500	6	3	7	2	5	3	6	2	5	3	5	3	6	2
0+500-0+600	7	5	6	5	5	4	6	5	5	5	5	4	6	4
0+600-0+700	6	5	5	5	4	4	5	5	5	5	6	4	5	4
0+700-0+800	7	6	5	5	5	6	5	5	5	3	6	4	6	5
0+800-0+900	6	6	5	5	5	6	5	5	5	3	5	4	5	5
0+900-1+000	7	7	5	5	5	7	5	6	6	7	6	7	6	7
1+000-1+100	4	3	5	4	5	3	5	3	6	3	6	1	5	3
1+100-1+200	6	3	6	4	5	3	6	3	5	3	5	1	6	3
1+200-1+300	6	3	6	4	5	3	6	3	5	3	5	1	6	3
1+300-1+400	6	3	6	4	5	3	6	3	5	3	5	1	6	3
1+400-1+500	7	2	6	5	5	3	5	3	5	3	5	2	6	3
1+500-1+600	7	2	6	5	5	3	5	3	6	3	5	2	6	3
1+600-1+700	7	2	4	5	4	3	5	3	6	3	5	2	5	3
1+700-1+800	7	2	4	5	4	3	5	3	5	3	5	2	5	3
1+800-1+900	7	4	7	5	5	3	6	3	5	2	4	2	6	3
1+900-2+000	7	4	7	5	5	3	6	3	5	2	4	2	6	3

**Kosten (gerundet)**

EUR

1. Erd- und Wasserbauarbeiten	80.000
2. Bepflanzung	3.600
3. Grundenwerb* (11,3 ha à 0,82 EUR/m² i. D.)	92.700
<b>Summe</b>	<b>176.300</b>

\*Aufläachen z. T. schon vor Beginn der Maßnahme in Besitz des Vorhabensträgers (Tausch und Arrondierung im Rahmen des Flurbereinigungsverfahrens)

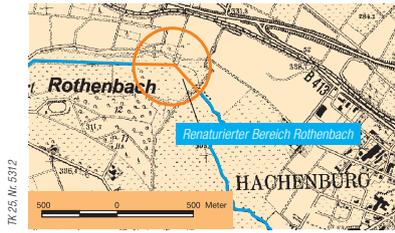
**Bewertung\***

Mäßig	> 150 [(EUR)/l/m]ΔSGK
Mittel	150 - 100 [(EUR)/l/m]ΔSGK
Gut	100 - 50 [(EUR)/l/m]ΔSGK
Sehr gut	< 50 [(EUR)/l/m]ΔSGK
<b>38</b>	<b>sehr gut</b>

\* nach Hillenbrand et al.

**Ermittlung Kosten-Wirksamkeit**

Gesamtkosten:	176.300 EUR
Renaturierungsbereich:	2.000 m
<b>Strukturgütegewinn:</b>	
Zustand vor Renaturierung (1998)	(2x7+7x6+11x5):20=5,55
aktueller Zustand (2002)	(1x7+2x5+2x4+10x3+5x2):20=3,25
Differenz (vorher - nachher = Strukturgütegewinn):	2,30
<b>Kosten-Wirksamkeit:</b>	$\frac{176.300}{2,30 \times 2.000} = 38^*$ (sehr gut)



**Lage:** Westerwald  
**Projekträger:** Stadt Hachenburg  
**Planer:** IU-Plan, Hachenburg  
**Abschnittslänge:** 0,6 km (Flächenerweiterung: 2,0 km)  
**Bauzeit:** 1996-1997  
**Defizite:** Gewässerabbau: Verlegung an den Rand der Aue, Begrädnung und Teilausbau des Bachlaufes sowie die Errichtung von Stauanlagen zur Wiesenbewässerung; Tiefenerosion (bis 2,5 m); Störung des Kontaktes zwischen Gewässer und Aue (Überflutungen der Talaua nur bei extremen Abflüssen); intensive Grünlandnutzung in unmittelbarer Gewässernähe; Fehlen der potentiell natürlichen Ufer- und Auenvegetation  
**Leitbild:** Flaches und breites, gekrümmtes Gewässerbett mit ständigen Laufverlagerungen, Hochwasserabfluss breitflächig in der ganzen Aue, oberflächennaher Grundwasserspiegel mit ganzjähriger Vernässung der Talaua, Talbereiche mit auenwaldtypischen Gehölzen (Eschen und Erlen)

**Entwicklungsziele:** Langfristige Wiederherstellung des ursprünglichen Gewässersystems (stabiles System von Gewässer und Aue), Initiierung der eigendynamischen Entwicklung

**MASSNAHMEN:**

- Herstellung eines neuen flachen Bachbettes (Breite: 8-12 m, Tiefe ca. 0,6 m) mit wechselnden Krümmungen und Neigungen und Auskleidung mit heterogen gekörntem Geschiebe (Basalt, Korngröße 0-200 mm, D=15 cm)
- Bereitstellung von Entwicklungsräumen innerhalb der Aue im Rahmen des Flurbereinigerungsverfahrens
- Verdämmung des alten Bachlaufes durch Erdaufschüttung auf einer Strecke von etwa 20 Metern
- Einrichten von Geschiebedepots zur Sohlstabilisierung bei eintretendem Geschiebemangel
- Herstellung einer lückigen Uferbepflanzung mit standorttypischen Erlenheistern zur Ufersicherung in erosionsgefährdeten Bereichen und zur Verbesserung der Uferstruktur

**ZWISCHENBEWERTUNG:**

Mit den beschriebenen Maßnahmen zur Gewässerrenaturierung wurden die Voraussetzungen für eine gewässertypenspezifische eigendynamische Entwicklung des Rothenbachs und seiner Aue geschaffen. Die flächige Ableitung des Hochwassers in der Aue hat wertvollen Retentionsraum entstehen lassen, den Grundwasserstand in der Aue erhöht und innerhalb kurzer Zeit zu einer morphologischen Veränderung von Bachbett und Aue geführt. Angeschwemmtes Totholz hat neue Bänke und Inseln entstehen lassen. Auf Grund der Ufervegetation und des flach angelegten Bachbettes haben die Hochwässer nur eine schwache Tiefenerosion hervorgerufen, die durch regelmäßige Zugabe von Geschiebe behoben werden kann. Die temporäre Überflutung des alten Gewässerverlaufs und einer Zuleitung aus dem heutigen Rothenbach gewährleisten den Erhalt wertvoller Altwasserbiotope. Insgesamt hat sich die Gewässer-

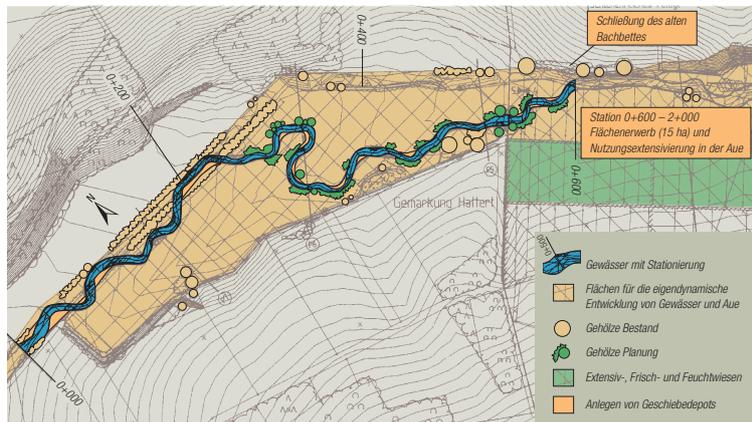
strukturgüte im betrachteten Abschnitt erheblich verbessert. Dennoch wird es lange dauern, bis ein mäandrierender, mit Ufergehölzen bewachsener Bachlauf, mit Feucht- und Sumpfflächen in einem standorttypischen Auenwald entsteht. Der Mensch greift in diesen Prozess nur noch steuernd ein. Die Verlegung eines Gewässers, im Normalfall eine eher kostenintensive Maßnahme, war im Falle des Rothenbachs relativ preiswert, da der Planungsaufwand gering gehalten werden konnte und wegen des flächigen Wiedereinbaus des Aushubmaterials keine Deponierungskosten entstanden. Die Bachpatenschaft des BUND gewährleistet durch regelmäßige Betreuung (z. B. durch Initialpflanzung von Weidensteckhölzern, die erfolgreiche Bekämpfung der Herkulesstaude im Oberlauf und einen jährlichen schriftlichen Bericht) eine effiziente Kontrolle und Pflege des Renaturierungsbereichs.



Bild 9 (links): Rothenbach vor der Renaturierung

Bild 10 (rechts): Rothenbach nach der Renaturierung

Renaturierungsabschnitt (Maßstab 1:4500)



Gewässerstrukturgütekartierung (Kartierung alt: 1996, neu: 2002)

von Abschnitt bis Abschnitt	Hauptparameter:													
	Laufentw.		Längsprofil		Querprofil		Sohlstruktur		Uferstruktur		Gew.Umfeld		Gesamtwertung	
	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu
0+000-0+100	5	2	4	1	4	1	4	1	6	3	5	1	5	1
0+100-0+200	6	2	5	1	5	1	5	1	6	3	5	1	5	1
0+200-0+300	6	1	5	1	5	1	5	1	5	3	4	1	5	1
0+300-0+400	6	1	5	1	5	1	5	1	6	3	5	1	5	1
0+400-0+500	6	2	5	2	5	2	5	1	6	3	5	1	5	2
0+500-0+600	5	3	4	3	4	2	4	3	4	2	5	1	4	2

Kosten (gerundet)	EUR
1. Erd- und Wasserbauarbeiten	32.200
2. Brückenbauwerk	8.900
3. Bepflanzung (bis Herbst 2002)	2.800
4. Sonstiges	9.300
5. Grunderwerb (ca. 3 ha à 1,28 EUR/m²)	38.400
<b>Summe</b>	<b>91.600</b>

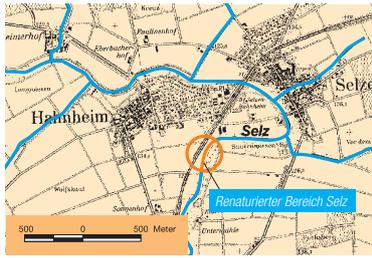
**Ermittlung Kosten-Wirksamkeit**

Gesamtkosten:	91.600 EUR
Renaturierungsbereich:	600 m
<b>Strukturgütegewinn:</b>	
Zustand vor Abschluss der Renaturierung (1998)	(5+5+5+5+5+4):6=4,83
aktueller Zustand (2002)	(1+1+1+1+2+2):6=1,33
Differenz (vorher - nachher = Strukturgütegewinn):	3,50
<b>Kosten-Wirksamkeit:</b>	$\frac{91.600}{3,5 \times 600} = 44$ (sehr gut)

**Bewertung\***

Mäßig	> 150 [(EUR)/l/m]ΔSGK
Mittel	150 – 100 [(EUR)/l/m]ΔSGK
Gut	100 – 50 [(EUR)/l/m]ΔSGK
Sehr gut	< 50 [(EUR)/l/m]ΔSGK
<b>44</b>	<b>sehr gut</b>

\* nach Hillenbrand et al.



TK 25 Nr. 6115

<b>Lage:</b>	Rheinessen, Gemeinde Hahnheim
<b>Projekträger:</b>	VG Nierstein-Oppenheim, Ortsgemeinde Hahnheim
<b>Planer:</b>	GMN Gesellschaft Mensch und Natur mbH, Mainz
<b>Abschnittslänge:</b>	0,33 km
<b>Bauzeit:</b>	2001-2002
<b>Defizite:</b>	Laufverkürzung, Tiefenerosion, intensive landwirtschaftliche Nutzung der Aue, mangelhafte Gewässerstruktur
<b>Leitbild:</b>	Vielgestaltiges Längsprofil, breites u. flaches Querprofil, gewässertypischer Ufergehölzsaum, Hochwasserabfluss in der Aue
<b>Entwicklungsziele:</b>	Wiederherstellung eines naturnahen Gewässerzustandes, Wiederherstellung des Gewässer-Auekontaktes unter Steigerung der natürlichen Retentionswirkung, Zulassen der eigendynamischen Gewässerumgestaltung nach initiierten Maßnahmen



**MASSNAHMEN:**

- Einseitige Abflachung und erhebliche Aufweitung des Gewässers
- Herstellung von Geländemulden im Vorland mit Gewässeranschluss und Zulauf oberhalb des Mittelwasserabflusses zur Verbesserung der Retentionsfähigkeit und ökologischen Vielfalt, Einbau des Erdaushubs in der Fläche außerhalb des Überschwemmungsgebietes
- Einbringen von Grundswellen aus Totholz zum Schutz der Sohle vor Erosion und zur Anhebung des Wasserspiegels
- Reaktivierung eines Nebenarmes der Selz durch Einstau bei Hochwasser
- Spärliche Bepflanzung der Uferbereiche mit Weidensetzstangen, keine Raseneinsaat
- Anlage einer ausgedehnten Streuobstwiese außerhalb der Überschwemmungsflächen auf den an die Aue angrenzenden Aufschüttungsflächen
- Verbesserung der Nutzungsmöglichkeit der ortsnahen Gewässerbereiche für die stille Naherholung und Naturerkundung des Biotops durch Bereitstellung der Infrastruktur unmittelbar am vielbefahrenen Selztal-Radweg: Sitzgruppen, Info-tafel, Bau unbefestigter Fußwege, einer Holzbrücke und eines Steges, Nutzung der Wasserflächen im Winter als Schlittschuhbahn
- Einbuchung der Eigenanteile der Gemeinde Hahnheim auf das Ökokonto



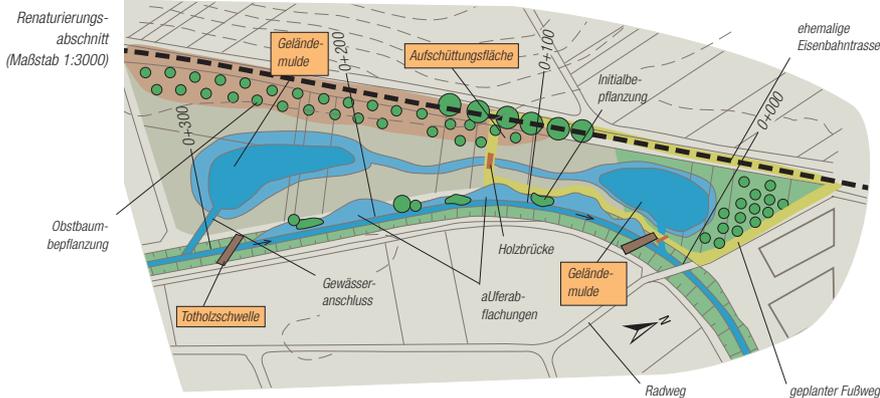
Bild 11 (links): Nicht renaturierter Bereich der Selz 2001

Bild 12 (rechts): Renaturierter Selzabschnitt 2002

**ZWISCHENBEWERTUNG**

Durch die vorgenannten Maßnahmen konnte die Strukturgröße der Selz deutlich verbessert werden. Das zuvor durch Ausbau und Erosion stark eingetiefte Gewässerprofil wurde einseitig unregelmäßig abgeflacht und das anfallende Material zur Anhebung der Gewässersohle verwendet. Um das neue Niveau der Sohle gegen Erosion zu sichern, wurden Totholzswellen aus vor Ort geschlagenen Gehölzen eingebaut. Bereits kurz nach der Bauphase hat durch die großflächige Wiedervernässung der Aue und die dauernde Bespannung einer Geländemulde mit zwei

großen und mehreren Kleingewässern eine faunistisch attraktive Flächenentwicklung (Eisvogelrevier, erstmals Brut eines Graureihers in der Nähe, Wechselkröte, Wasserfrosch, Schwarzkiehlchen, mind. 9 Libellenarten) und eine dynamische Vegetationsentwicklung (ausgedehnte Schilfröhrichte, aufkommender Weiden- und Erlengaleriewald durch auflaufendes Saatgut und angetriebene ausschlagfähige Gehölze) begonnen. Auf Grund der Ortsnähe und der Lage in Rheinessen sind die Grunderwerbskosten relativ hoch.



**Gewässerstrukturgütekartierung** (Kartierung alt: 1997, neu: 2002)

von Abschnitt	Hauptparameter:													
	Laufentwickl.		Längsprofil		Querprofil		Sohlstruktur		Uferstruktur		Gew.Umfeld		Gesamtwertung	
alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt		neu
0+000-0+100	7	3	6	2	5	3	7	3	6	2	7	2	6	3
0+100-0+200	7	3	6	3	5	1	7	3	5	2	6	1	6	2
0+200-0+300	7	3	7	3	7	1	6	3	6	2	6	1	6	2
0+300-0+400	7	3	7	3	7	1	6	3	6	2	6	1	7	2

Kosten (gerundet)	EUR
1. Erd- und Wasserbauarbeiten	54.500
2. Bepflanzung	10.700
3. Grunderwerb (ca. 3,3 ha à 1,32 EUR/ m <sup>2</sup> )	43.700
<b>Summe</b>	<b>108.900</b>

**Ermittlung Kosten-Wirksamkeit**

Gesamtkosten:	108.900 EUR
Renaturierungsbereich:	330 m
<b>Strukturgütegewinn:</b>	
Zustand vor Renaturierung (1997)	(6+6+6):3=6,00
aktueller Zustand (2002)	(3+2+2):3=2,33
Differenz (vorher - nachher = Strukturgütegewinn):	3,67
<b>Kosten-Wirksamkeit:</b>	$\frac{108.900}{3,67 \times 330} = 90$ (gut)

**Bewertung\***

Mäßig	> 150 [(EUR)/l/m]ΔSGK
Mittel	150 – 100 [(EUR)/l/m]ΔSGK
Gut	100 – 50 [(EUR)/l/m]ΔSGK
Sehr gut	< 50 [(EUR)/l/m]ΔSGK
<b>90 gut</b>	

\* nach Hillenbrand et al.

#### 4. EMPFEHLENSWERTE EINZELMASSNAHMEN

Ist das Entwicklungsziel für einen Gewässerlauf oder -abschnitt festgelegt, ist zu überlegen, welche Maßnahmen geeignet sind, um die Defizite zu beseitigen und den definierten Zustand zu erreichen. Neben der Wirksamkeit der Maßnahmen ist es wichtig, die Kosten gering zu halten.

Auf den folgenden Seiten sind Gewässerentwicklungsmaßnahmen dargestellt, die sich in durchgeführten Projekten als wirksam und kostengünstig erwiesen haben.

Die Auswahl von empfehlenswerten Einzelmaßnahmen erfolgte anhand von Erkenntnissen der Vor-Ort-Recherche und basierend auf der Auswertung der Beispielprojekte. Im Rahmen der Projekt- und Literaturrecherche fanden zusätzlich weitere effiziente und kostengünstige Maßnahmen aus anderen Bundesländern sowie Maßgaben des DVWK zur Gewässerentwicklung [6] Berücksichtigung.

Ein besonders günstiges Kosten-Wirksamkeitsverhältnis zeigte sich bei Beispielprojekten zur Initiierung der eigendynamischen Gewässerentwicklung durch einfache wasserbauliche Maßnahmen (z. B. Einbringen von Störelementen in die Gewässersohle, Initialpflanzungen). Ebenso erwiesen sich initiiierende Maßnahmen unter Verwendung von Totholz [7] als kostengünstig und wirkungsvoll.

Einzelmaßnahmen, die größere Erdbewegungen und Umbaumaßnahmen erfordern (z. B. Neuherstellung von Gewässerläufen, Rückbau ausgebauter Profile), sind dagegen vergleichsweise teuer. Sie sind jedoch in Abhängigkeit vom Ausbauzustand und unter Berücksichtigung angrenzender Nutzungen (Verkehrsflächen, Siedlungslagen) oft die einzige Möglichkeit für eine naturnahe Veränderung. Eine erhebliche Kosteneinsparung kann durch maßnahmennahen Wiedereinbau des Erdaushubmaterials und bei einem

möglichen Verzicht auf Wasserbausteine durch die Verwendung von örtlich oder regional vorhandenem Steinmaterial erzielt werden.

Unter dem Aspekt der Kostenminimierung wurden fast ausschließlich solche Einzelmaßnahmen ausgewählt, die zur einmaligen Initiierung der Gewässerentwicklung konzipiert wurden und in denen weitere Folgemaßnahmen nicht vorgesehen sind.

Je nachdem, welche Ausgangslage vorhanden ist, werden folgende Maßnahmenkategorien unterschieden:

- Rückbau von künstlichen Entwicklungshindernissen,
- Auslösung der Gewässerentwicklung,
- Stabilisierung und Verbesserung von Tiefenerosionsgewässern

In der folgenden Tabelle 2 sind den einzelnen dargestellten Maßnahmen die beeinflussbaren Hauptparameter der Strukturgröße zugeordnet:



	Einzelmaßnahmen	Verbesserung der Hauptparameter					
		Laufentwicklung	Längsprofil	Sohlenstruktur	Querprofil	Uferstruktur	Gewässerumfeld
		Sohle			Ufer		Land
<b>1</b>	<b>Rückbau von künstlichen Entwicklungshindernissen</b>						
1.1	Einseitiges komplettes Entfernen des Ufer- und Sohlenverbaus	●	●	●	●	●	
1.2	Punktuales Entfernen der Ufer- und Böschungsfußsicherung	●	●	●	●	●	
1.3	Punktuales Aufbrechen der Ufersicherung und Einbringen von Weidensteckpflöcken			●		●	
<b>2</b>	<b>Auslösung von Gewässerentwicklung</b>						
2.1	Einbringen von Störelementen in die Gewässersohle	●	●	●	●		
2.2	Belassen von Totholz	●	●	●	●	●	
2.3	Einbau von Strömungslenkern	●	●	●	●	●	
2.4	Aufweitung des Querprofils	●			●		
2.5	Punktuale Initialbepflanzung	●			●	●	●
2.6	Einbringen von Weidensteckholz und -setzstangen zur Auslösung einer Gewässerverlagerung	●			●		
2.7	Gewässerverlegung ins Tal tiefste	●	●	●	●	●	●
2.8	Rohmodellierung von Muldenstrukturen zur Schaffung von Überschwemmungsflächen und Rohbodenstandorten			●	●	●	●
2.9	Anlegen von Gewässergabelungen zur Wiederbespannung von Flutmulden zur Reaktivierung der Aue					●	●
2.10	Herstellung von Geländemulden und Entfesselung der Verbindungsstellen	●	●	●	●	●	●
2.11	Pflanzung von Prallbäumen			●	●	●	
2.12	Naturnahe Sicherung durch Weidenstecklage bei Gefährdung öffentlicher Infrastruktur	●			●	●	
<b>3</b>	<b>Stabilisierung und Verbesserung von Tiefenerosionsgewässern</b>						
3.1	Sohlanhebung durch Anlegen von Geschiebedepots	●	●	●	●	●	
3.2	Einbringen von Grundschnellen		●	●	●		
3.3	Mehrmaliges Einbringen von Grundschnellen		●	●	●		
3.4	Herstellen von Sohlengleiten		●	●	●		
3.5	Herstellung eines neuen Gewässerlaufs mit Laufverlängerung	●	●	●	●	●	●

Tab. 2: Zuordnung der Einzelmaßnahmen zu den jeweils verbesserten Hauptparametern.

Zu jeder Einzelmaßnahme im Katalog sind größenordnungsmäßig die Baukosten angegeben. Die Angaben haben in Anlehnung an HILLENBRAND et al. [3] folgende Bedeutung:

Hohe Baukosten	> 150 EUR/lfdm
Mittelhohe Baukosten	150 - 100 EUR/lfdm
Niedrige Baukosten	100 - 50 EUR/lfdm
Sehr niedrige Baukosten	< 50 EUR/lfdm

Die angegebene Kostenzuordnung basiert auf Einheitspreisen aus Gewässerentwicklungsprojekten der letzten Jahre in Rheinland-Pfalz.

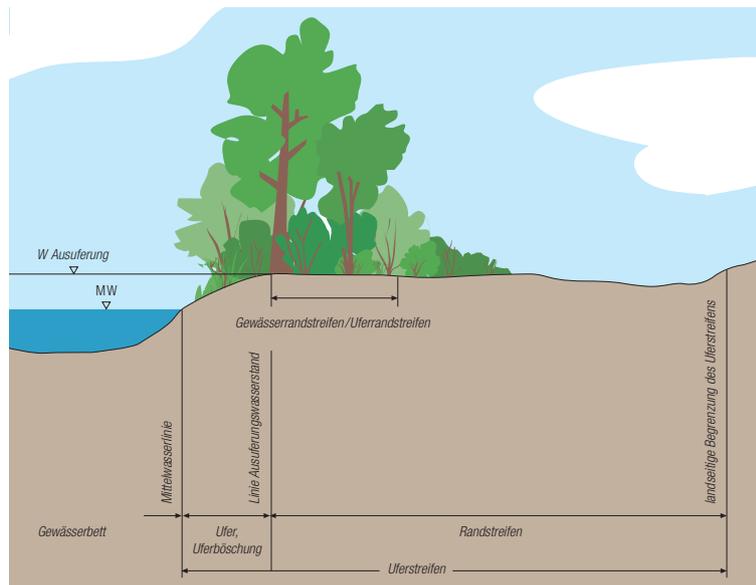
Bei der Handhabung der Broschüre ist zu beachten, dass als Voraussetzung für die Umsetzung fast aller Einzelmaßnahmen des Rückbaus von künstlichen Entwicklungshindernissen und der Auslösung der Gewässerentwicklung die Bereitstellung eines genügend breiten Uferstreifens [8] erforderlich ist. Dieser sollte von baulicher und landwirtschaft-

licher Nutzung frei sein, damit die angestrebte naturraumtypische Gewässerentwicklung dort ohne Einschränkungen stattfinden kann.

Ebenso ist im Vorfeld der vorgesehenen Gewässerentwicklungsprojekte zu prüfen, ob nicht ergänzend zu den dargestellten Einzelmaßnahmen zur Stabilisierung und Verbesserung von Tiefenerosionsgewässern Maßnahmen im Einzugsgebiet des Gewässers vorzunehmen sind, wie zum Beispiel: Hochwasserrückhalt durch wasserwirtschaftliche Maßnahmen, Niederschlagswasserversickerung und schonende Bewirtschaftung von sensiblen Niederschlagsflächen und Bachauen [9] in Zusammenarbeit mit Land- und Forstwirtschaft.

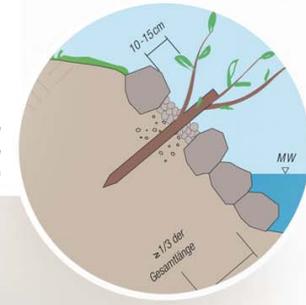
Die vorliegende Broschüre beschränkt sich auf die Themen Rückbau von künstlichen Entwicklungshindernissen, Auslösung von Gewässerentwicklung sowie Stabilisierung und Verbesserung von Tiefenerosionsgewässern. Aspekte der ökologischen Durchgängigkeit sind hier nicht dargestellt, aber natürlich auch zu berücksichtigen.

Bestandteile eines Uferstreifens [8]



## DIE EINZELMASSNAHMEN

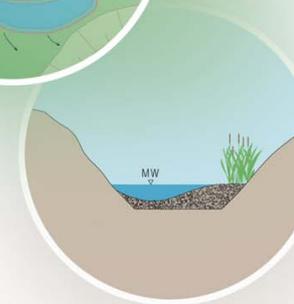
Rückbau von künstlichen Entwicklungshindernissen (ab Seite 26)



Auslösung von Gewässerentwicklung (ab Seite 32)



Stabilisierung und Verbesserung von Tiefenerosionsgewässern (ab Seite 58)

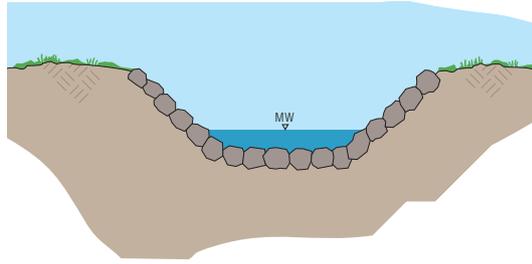


- 1.1 Einseitiges komplettes Entfernen des Ufer- und Sohlenverbau und punktuelles Anhäufen des Materials am gegenüberliegenden Ufer sowie in der Sohle

**QUERSCHNITT**

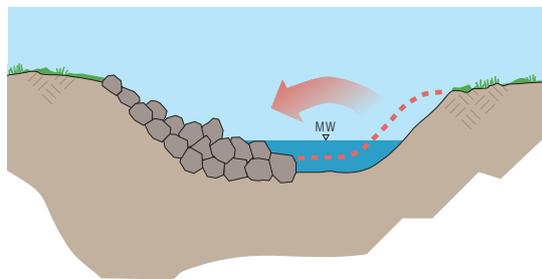
Bestand:

Durch Steinsatz gesichertes Gerinne (ohne Entwicklungsmöglichkeiten)



Maßnahme:

Einseitiges Entfernen des Uferverbau und punktuell-les Anhäufen des Materials am gegenüberliegenden Ufer und in der Sohle



**BESCHREIBUNG DER MASSNAHME**

Zur Anregung der Gewässerentwicklung wird der Uferverbau einseitig aufgebrochen und nach eventuell erforderlicher Zerkleinerung des Verbaumaterials vor Ort so auf dem gegenüberliegenden Ufer und der Sohle angehäuft, dass ein buchtiger Gewässersaum entsteht. Das hinter dem Uferverbau anstehende Bodenmaterial wird nicht entnommen, sondern kann im Laufe der Zeit bis zur Wiederherstellung eines Gleichgewichtszustandes im Gewässerschnitt durch das Gewässer abgetragen werden.

**WIRKUNG**

Durch das einseitige Entfernen des Uferverbau wird dieses Ufer anfällig für Seitenerosion, die durch das punktuell Einbringen des zerkleinerten Verbaumaterials am gegenüberliegenden Ufer und in der Sohle weiter verstärkt wird. Die Materialanhäufung führt zu einer Ablenkung des Stromstriches, so dass die Strömung an das nun freigestellte Ufer geleitet wird, wo verstärkte Ufererosion zu erwarten ist. Auf diese Weise wird sich längerfristig die Laufkrümmung erhöhen. Damit einher gehen vielfältige andere Strukturparameter, die sich verbessern (s. o.).

**LAGEPLAN**

Entwicklung:

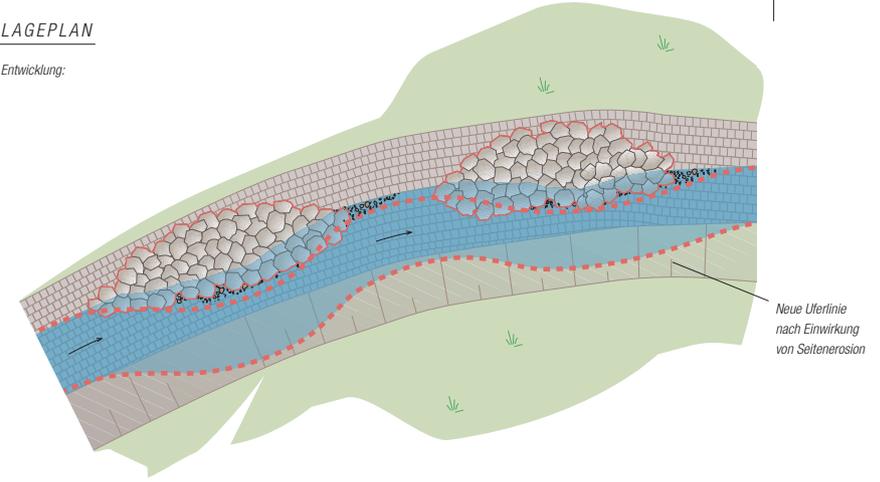


Bild 13  
Einseitige Entnahme und unregelmäßiger Wiedereinbau des Uferverbau (Pflimm)

Daneben kann sich am befreiten Ufer sowie in den Ablagerungsbereichen des Verbaumaterials eine standortgemäße Vegetation ansiedeln.

**ZU BEACHTEN**

- Flächenbedarf auf der freigestellten Gewässerseite beachten
- Einsatz schweren Geräts (Bagger) erforderlich, Zufahrtmöglichkeit bereitstellen
- Beste Bauzeit (Fischartenschutz): Juni – September

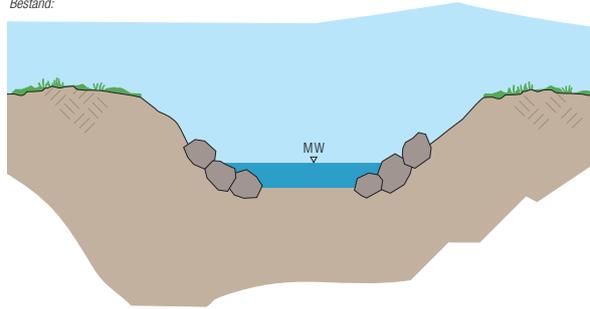
- Beste Einbauzeit der Weidensteckstangen: vor dem Blattaustrieb März bis April (Frostfreiheit beachten)
- Geringere Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser
- Unwesentliche Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- Niedrige Baukosten
- Niedrige Grunderwerbskosten (bei Zunahme der Krümmungserosion in Pralluferbereichen ggf. Grunderwerb auf der freigestellten Gewässerseite erforderlich)

- ▷ 1.2 Punktueller Entfern der Ufer- und Fußsicherung und punktueller Anhäufen des Materials am gegenüberliegenden Ufer und in der Sohle

**QUERSCHNITT**

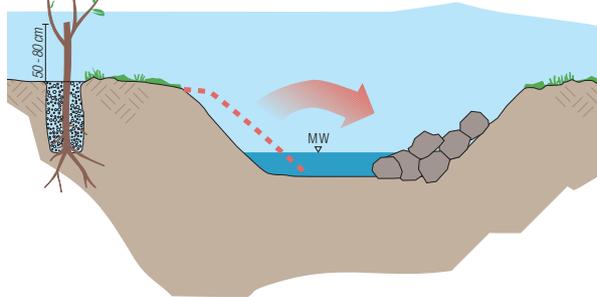
Bestand:

Beidseitig durch Steinsatz ausgebauten Querschnitt ohne Entwicklungsmöglichkeiten



Maßnahme:

Punktuelle Entnahme des Uferverbau und Anhäufung des Materials am gegenüberliegenden Ufer



**BESCHREIBUNG DER MASSNAHME**

Zur Anregung der Gewässerentwicklung wird der Uferverbau punktuell wechselseitig entnommen und gegenüber der Entnahmestelle auf Ufer und Sohle als Störellement aufgebracht. Hierdurch wird am freigestellten Ufer eine Gewässerentwicklung angeregt. Zur Begrenzung der Seitenerosion in Restriktionslagen (z. B. Straßen) werden Setzstangen in vorgebohrte Pflanzlöcher eingebracht. Die Setzstangen werden so tief in den Boden eingebracht, damit eine Mittelwasserbepflanzung entsteht, wenn sich durch Seitenerosion eine neue Uferlinie gebildet hat. Die Pflanzlöcher sind hierzu bis zur Höhe des Mittelwasserspiegels abzuteufen. Die bis zu zwei Meter langen Setzstangen werden so tief in den Boden gesteckt, dass sie noch

50-80 cm über das Gelände hinausragen. Wichtig ist, dass das dickere Ende unten ist, d. h. die Stangen in Wuchsrichtung eingebracht werden und somit die Knospen nach oben zeigen. Die Pflanzlöcher werden lageweise mit dem Aushub verfüllt und während des Einbaus eingeschlamm, damit keine Hohlräume verbleiben. Für den Besatz mit Setzstangen ist hiebfrisches Holz einheimischer, regionaltypischer Weidenarten zu nutzen, die auf der gesamten Länge Rindenwurzeln bei Bodenberührung ausbilden. Dies sind vor allem Purpurweide (*salix purpurea*), Ohrweide (*s. aurita*), Grauweide (*s. cinerea*), Korbweide (*s. viminalis*), Mandelweide (*s. triandra*), Silberweide (*s. alba*) und Lorbeerweide (*s. pentandra*).

**LAGEPLAN**

Entwicklung:

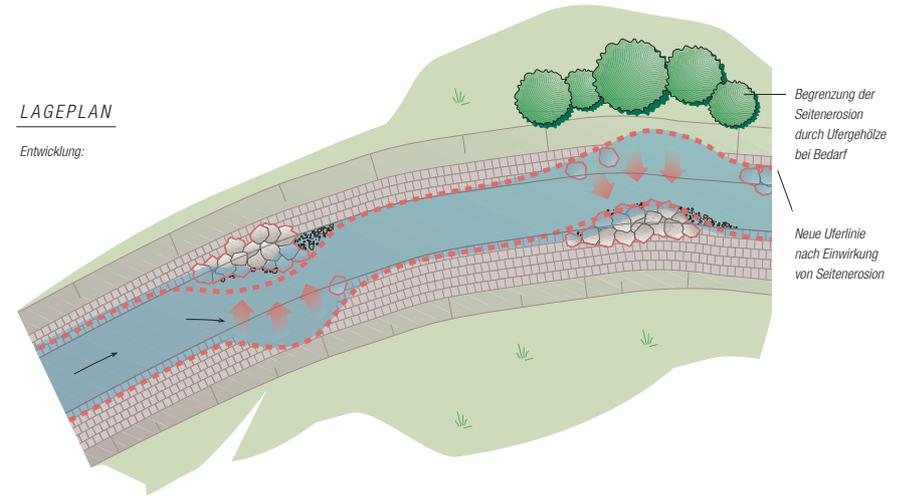


Bild 14  
Punktuelle Entnahme und unregelmäßiger Wiedereinbau des Uferverbau (Pfirrim)

**WIRKUNG**

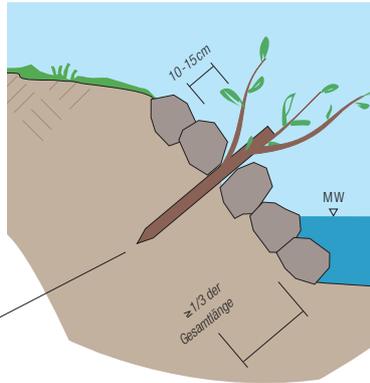
Das punktuelle Entfernen des Uferverbau und das Einbringen in Sohle und Ufer führt zur Verlagerung des Stromstriches. Dadurch werden die vom Verbau befreiten Ufer stärker von der Krümmungserosion angegriffen. Die bereits entwickelten Gehölze begrenzen mit ihrem Wurzelwerk die weitere Seitenerosion. Auch die angrenzenden befestigten Bereiche des Ufers werden angeströmt, so dass sich Teile des Verbau lösen können. An den gegenüberliegenden Ufern kann sich auf Grund verringerter Strömungsgeschwindigkeit Material ablagern.

**ZU BEACHTEN**

- Einsatz schweren Geräts (Bagger) erforderlich, Zufahrtsmöglichkeit bereitstellen
- Beste Bauzeit (Fischartenschutz): Juni – September
- Beste Einbauzeit der Weidensteckstangen: vor dem Blattaustrieb März bis April (Frostfreiheit beachten)
- Niedrige Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser
- Unwesentliche Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- Niedrige Baukosten
- Niedrige Grunderwerbskosten (bei Zunahme der Krümmungserosion in Pralluferbereichen ggf. Grunderwerb erforderlich)

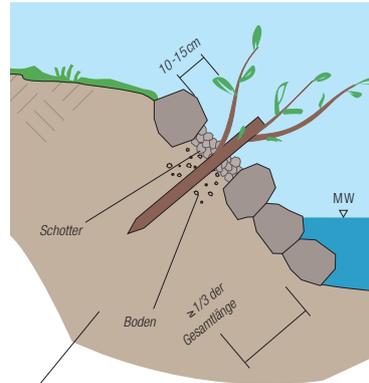
▷ 1.3 Punktuellles Aufbrechen der Ufersicherung und Einbringen von Weidensetzpflocken

SCHNITT a)



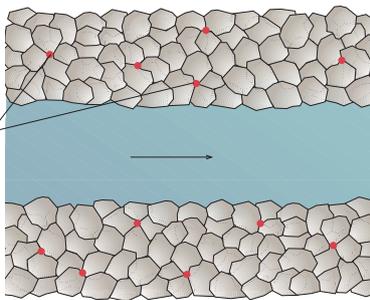
Einbringen von Weidensetzpflocken (Länge: 70-80 cm, Zopfdicke 3-5 cm) in vorgepresste Löcher des Steinsatzes

SCHNITT b)



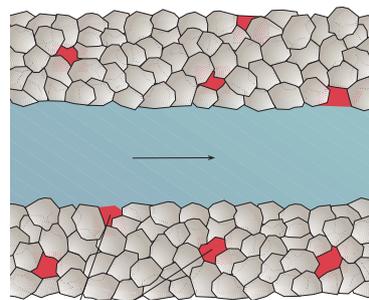
Entnahme von einzelnen Steinen des Steinsatzes und Einbringen von Weidensetzpflocken in die Lücken

LAGEPLAN a)



Herstellung von Stecklöchern mit Presslufthammer oder Lochseisen

LAGEPLAN b)



Entnahme einzelner Steine

BESCHREIBUNG DER MASSNAHME

Vor dem Einbringen der Weidensteckhölzer werden die Stecklöcher durch Aufschlagen von Lücken des Steinsatzes (a) oder nach Entnahme einzelner Wasserbausteine (b) hergestellt. Die Steckhölzer sind immer senkrecht zur Böschungsoberfläche einzubringen, um eine größtmögliche Tiefe zu erreichen. Zu einem Drittel ihrer Gesamtlänge sind die Steckhölzer in den Boden einzubinden. Zur Vermeidung von Verdunstung und Austrocknen verbleibt nach dem Einschlagen nur eine Handbreite des Steckholzes über der Oberfläche sichtbar. Der Zopfdurchmesser beträgt bei einem ca. 70 cm langen Steckholz 3-5 cm. Die Steckhölzer werden gemäß ihrer Wuchsrichtung eingebaut. Ein Überstauen der Weidensteckhölzer vor dem Ausschlag ist auf Grund der Empfindlichkeit der Pflanzen zu vermeiden. Es sind nur Weidenarten zu verwenden, die auf ihrer gesamten Länge Rindenwurzeln bei Bodenberührung ausbilden (siehe 1.2).

WIRKUNG

Nach dem Anwachsen schlagen die Steckhölzer schnell aus. Mit steigendem Stammdurchmesser nimmt auch die Kraft des Baumes zu, den Verbau aufzusprengen und zu lockern. Weiterhin führen die Weiden mit ihrem dichten Wurzelwerk zu einer strukturreicheren Uferzone mit Unterständen für Wasserorganismen. Auch der standortgerechte Bewuchs oberhalb der Mittelwasserlinie kann sich besser entwickeln, da die Weiden Geschwemmel und Totholz festhalten. Zusätzlich mit der eigenen Streu kann so ein Substrat geschaffen werden, auf dem bis zu einem gewissen Grade standortgerechter Bewuchs möglich ist.



Bild 15 Aufbruch der Ufersicherung durch ausgeschlagene Weidensetzpflocke (Ahr)

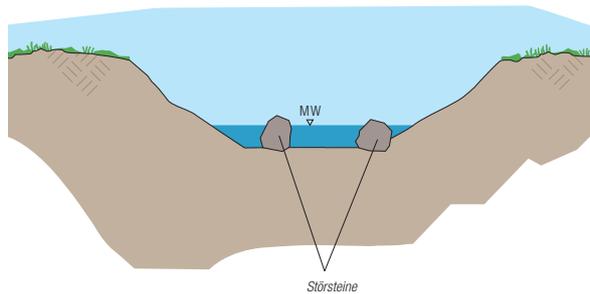
ZU BEACHTEN

- › Stecklöcher zum Schutz der Steckhölzer mit Lochseisen oder Erdbohrer bis zur vollen Tiefe herstellen
- › Zur Vermeidung von Schimmelbefall Pflanzloch mit einer fließfähigen Paste aus einem Wasser-Erdgemisch unter Zugabe von Torf oder Sand (ca. 8 l pro Setzpflock) auffüllen
- › Keine Zufahrtsmöglichkeit für Baufahrzeuge erforderlich
- › Beste Einbauzeit der Weidensetzpflocke: vor dem Austrieb (Frostfreiheit beachten)
- › Mittlere Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser
- › Unwesentliche Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- › Sehr niedrige Baukosten
- › Keine Grunderwerbskosten

2.1 Einbringen von Störelementen in die Gewässersohle

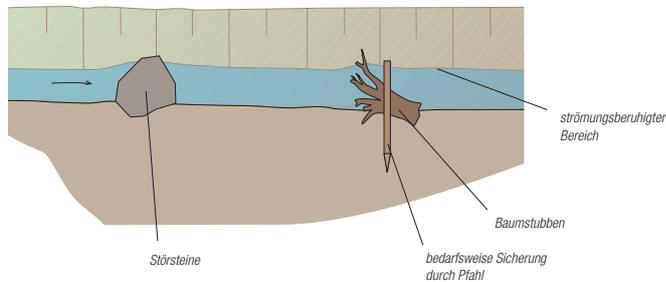
QUERSCHNITT

Maßnahme:



LÄNGSSCHNITT

Maßnahme:



BESCHREIBUNG DER MASSNAHME

Störsteine werden als grobe Bruchsteine in aufgelockerter Form an geeigneter Stelle in die Sohle versetzt. Ihre Kantenlänge sollte 25-30 cm nicht unterschreiten. Bevorzugt sollten solche Steine genutzt werden, die dem örtlich oder regional vorhandenen Gestein entsprechen. Dieselbe Wirkung lässt sich auch mit Baumstüben erzielen, etwa in Sandgebieten, wo Steine von Natur aus fehlen. Bei stärkerem Gefälle und in größeren Gewässern sind die Baumstüben wegen des geringen Eigengewichts durch Pfähle und Stahlseile zu verankern (Pfähle: Lärche, Eiche L=1,75 m)

WIRKUNG

Störsteine oder andere in die Gewässersohle eingebrachte Störelemente verändern den gleichmäßigen Fließzustand an der Gewässersohle, indem der Stromstrich abgelenkt wird. Auf diese Weise entstehen Bereiche mit höherer Fließgeschwindigkeit, in denen Sohl- oder Ufermaterial erodiert wird. Wird der Stromstrich bis ans Ufer verlegt, kann die Ufererosion intensiviert werden, sogar die Laufkrümmung kann sich erhöhen. Hinter den Störsteinen entstehen strömungsberuhigte Zonen, in denen Material abgelagert wird. Diese Bereiche dienen vielen Organismen als Rückzugsbereich. Weiterhin findet eine Sauerstoffanreicherung des Wassers statt.

LAGEPLAN

Entwicklung:

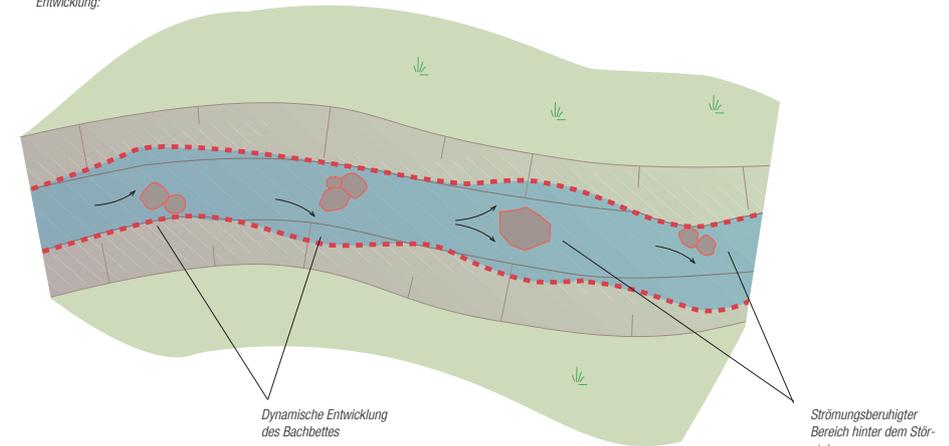


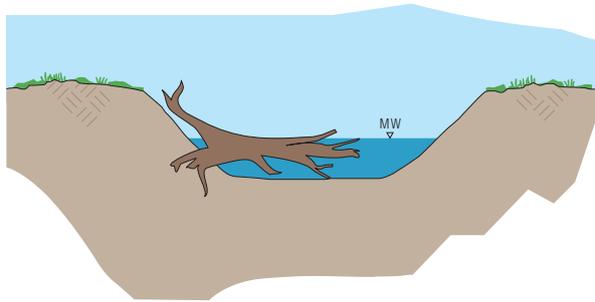
Bild 16  
Störstein zur Ablenkung des Stromstrichs (Bieberbach)

ZU BEACHTEN

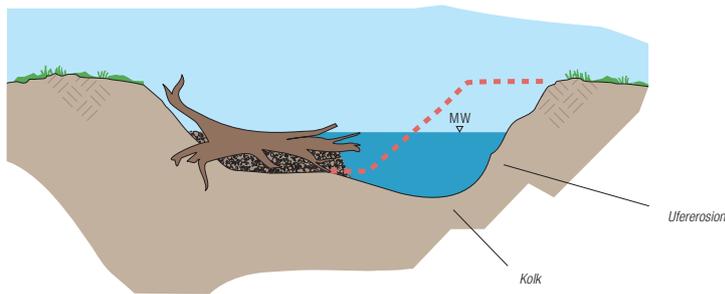
- › Kostenminimierung durch Verwendung örtlich vorhandenen Materials (z. B. Baumstüben bei Rodungen, Lesesteine) und Verzicht auf Wasserbausteine
- › Kein schweres Gerät erforderlich (Einsatz von Minibagger oder Radlader), bei fehlender Zufahrtsmöglichkeit Durchführung nur bei trockener Witterung
- › Bauausführung wegen relativ geringer Eingriffe in den Naturhaushalt ganzjährig möglich
- › Sehr niedrige Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser (kurze Bauzeit und Arbeiten außerhalb des Fließquerschnittes)
- › Unwesentliche Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- › Sehr niedrige Baukosten
- › Sehr niedrige bis keine Grunderwerbskosten

**QUERSCHNITT**

Bestand:



Entwicklung:



**BESCHREIBUNG DER MASSNAHME**

Der Begriff Totholz umfasst alle abgestorbenen Gehölze und deren Teile. Totholz kann durch Wind- und Schneebruch, Hangrutschungen und Ufererosion in das Gewässer gelangen und danach vor allem durch Hochwassertransport verfrachtet werden. Sind im Uferstreifen keine Bäume einer gewissen Größe vorhanden, so wird in solchen Abschnitten auf absehbare Zeit kein Totholz anfallen. Zur Initiierung der Eigenentwicklung ist hier das Einbringen von Totholz zu empfehlen. Detailliertere Beschreibungen zum Umgang mit Totholz sind einer Broschüre zu entnehmen [7].

**WIRKUNG**

Das Belassen von Totholz im Gewässer beeinflusst die Strömung und den Geschiebetransport und unter-

stützt dadurch die eigendynamische Gewässerentwicklung. Je nach Struktur und Lage der Totholzansammlung kann die Entstehung unterschiedlicher morphologischer Strukturen verursacht bzw. unterstützt werden:

- Sohlanhebung bzw. Sohlstufen
- Sturzkolke und Strömungskolke
- Uferbänke, Mittelbänke und Inseln
- Steilufer
- Laufkrümmungen bzw. Laufverlagerungen

Totholz und die hieraus resultierenden Sohl- und Uferstrukturen führen insgesamt zu einer Verminderung der Strömungskräfte und zur Stabilisierung der Gewässersohle, auch wenn kleinräumig zusätzliche Kolke entstehen.

**LAGEPLAN**

Entwicklung:

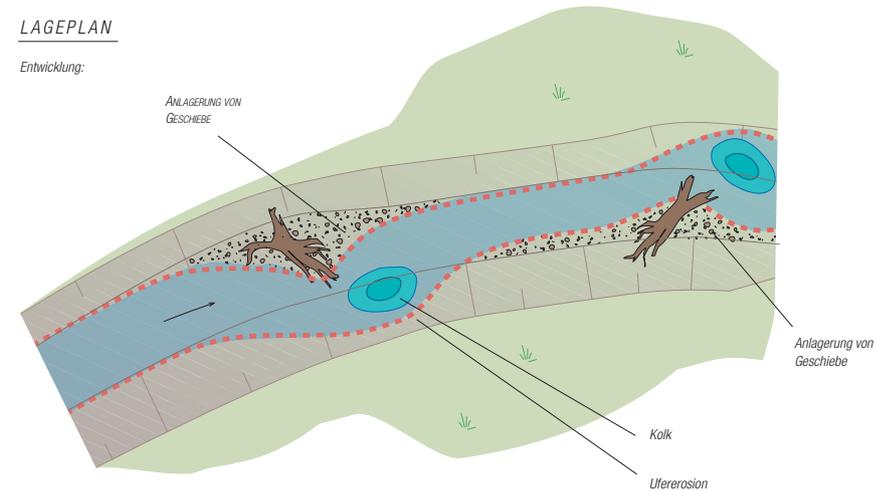


Bild 17-19  
Totholzanslandung und Verlagerung des Stromstrichs (Rothenbach)

Bei Totholzverklauungen, die den gesamten Querschnitt des Gewässers einnehmen, können verstärkt Auflandungen durch Geschieberückhalt entstehen.

**ZU BEACHTEN**

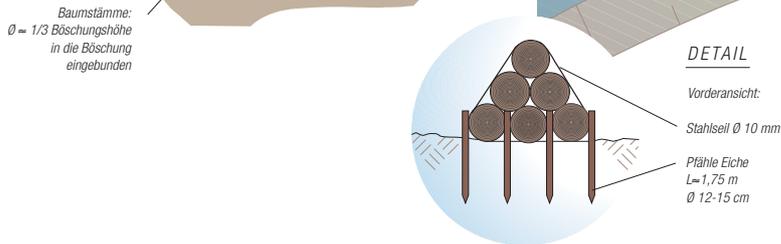
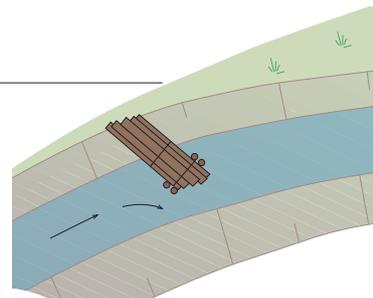
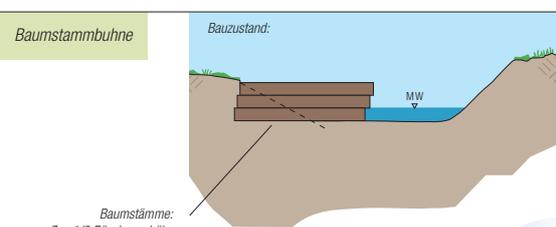
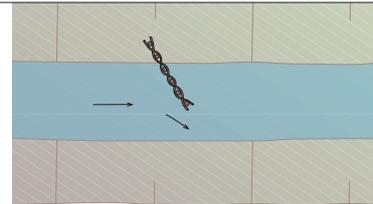
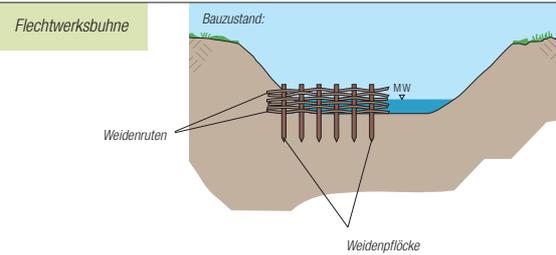
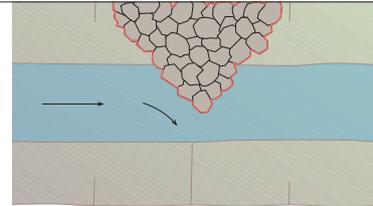
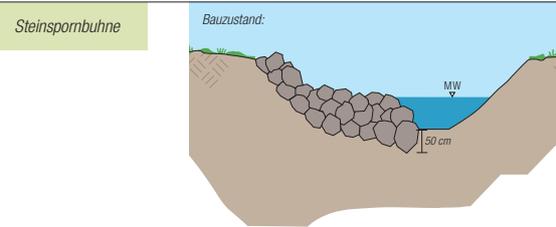
- Relativ schnelle strukturelle Verbesserung in begrädeten, ausgebauten Gewässerabschnitten durch Belassen von Totholz möglich
- Totholz, das mit der Strömung transportiert wird, kann Brücken, Durchlässe und Verrohrungen einengen, beschädigen und zu Überschwemmungen führen.

- Voraussetzung für Belassen von Totholz (unter kritischer Betrachtung des Verhaltens des Gewässerbereichs bei Hochwasserereignissen):
  - Flächenverfügbarkeit (ausreichend breiter Entwicklungsraum)
  - Nichtgefährdung baulicher Anlagen und angrenzender Nutzungen
- Überwachung der weiteren Gewässerentwicklung durch regelmäßige Gewässerschauen
- Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- Sehr niedrige Baukosten
- Niedrige Grunderwerbskosten (Gewässerrandstreifen wegen der evtl. größeren Ausuferungshäufigkeit erforderlich)

Für den Einbau von Strömungskern kommen verschiedene geometrische Formen und verschiedene Materialien infrage. Im Folgenden sind die Steinsporn-, die Flechtwerks-, die Baumstammuhne, die Dreiecksbuhne aus Holz und die Wurzelstockuhne zeichnerisch dargestellt. Die textliche Beschreibung folgt auf den nächsten Seiten.

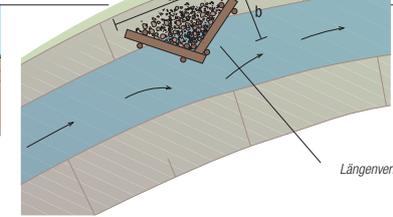
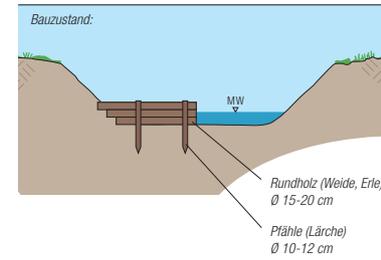
QUERSCHNITTE

LAGEPLÄNE

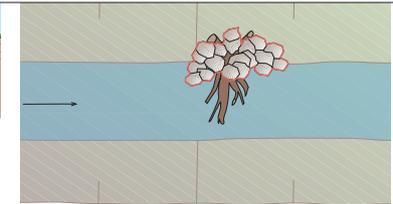
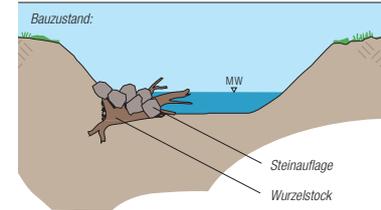


QUERSCHNITTE

LAGEPLÄNE



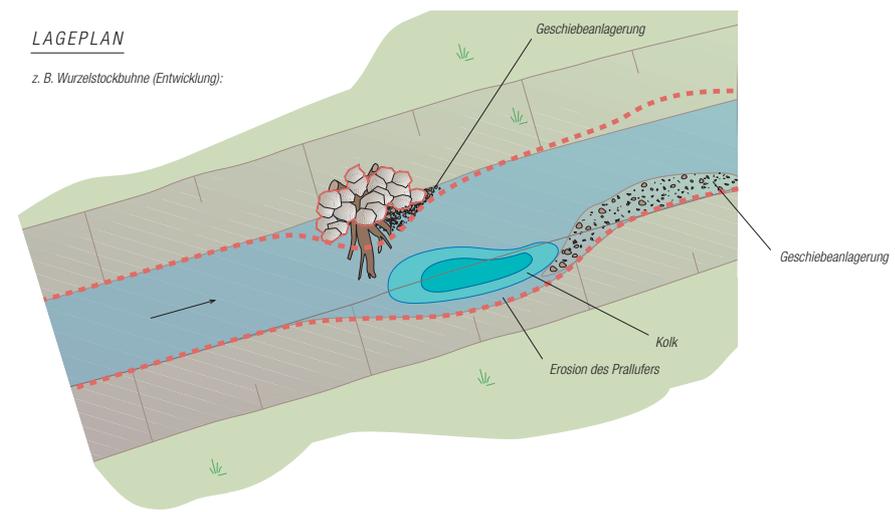
Dreiecksbuhne aus Holz



Wurzelstockbuhne

LAGEPLAN

z. B. Wurzelstockbuhne (Entwicklung):



**BESCHREIBUNG DER MASSNAHMEN**

**Steinspornbühne** Die Steine werden in Dreiecksform, wobei das Verhältnis Länge in den Fluss zu Breite entlang der Uferlinie zwischen 1:1 bis 2:1 betragen kann, etwa 30 cm in die Sohle und das Ufer eingebunden. Der Bühnenkopf wird auf Grund der hier auftretenden höheren Fließgeschwindigkeiten tiefer (ca. 50 cm) in die Sohle eingebunden. Beim Einbau ist wegen der besseren Stabilität auf eine gute Verteilung der Steine untereinander zu achten.

Auf die Verwendung von Wasserbausteinen nach DIN 19657 kann bei zu erwartender schneller eigendynamischer Umgestaltung des Gewässers nach Einbau des Strömungsenkers verzichtet und örtlich vorhandenes Steinmaterial (z. B. Grauwacke, Schiefer) eingebaut werden.

**Flechtwerksbühne** Für die Herstellung der Flechtwerksbühne werden ca. 1,0 m lange und ca. 10-12 cm dicke lebende, ausschlagfähige Weidepflocke in Abständen von 40-50 cm so tief in die Gewässersohle und das Ufer eingeschlagen, dass sie ca. 30 cm über den Mittelwasserspiegel hinausragen. Die Einbindetiefe in den Boden beträgt mindestens 1/3 der Gesamtlänge. Anschließend werden mindestens 150 cm lange Weidenruten vom Wasser her in Richtung Uferböschung um die Pflocke geflochten. Das Flechtwerk wird in stumpfem Winkel (deklinant) zum Ufer angelegt. Die Flechtwerksbühne wird bis mindestens zur Mittelwasserspiegelhöhe in die Uferböschung eingebunden. Nach Fertigstellung der Bühne wird der Uferbereich wieder gegen die Flechtwerksbühne verfüllt.

**Baumstambühne** Vor Einbau der Baumstämme (ausschlagfähige Weiden und Erlen) wird der angrenzende Uferbereich bis auf Sohlenniveau abgetragen. Die Baumstämme werden mit leichter Neigung zur Gewässermitte entweder rechtwinklig oder in stumpfem Winkel (deklinant) zum Ufer eingebaut und derart übereinander gelagert, dass sich ein pyramidenförmiger Aufbau ergibt. Die untere Baumlage wird mittels Eichenpfählen Ø 12-15 cm, L=1,75 m im Gewässer fixiert, die oberen Lagen werden mittels Stahlseilen mit der unteren Baumlage verbunden. Anschließend wird das böschungsseitige Ende des Strömungsenkers mit Aushubmaterial be-

deckt und die Böschung wiederhergestellt. Größe und zu wählende Position der Baumstämme ist in Abhängigkeit von den einzelfallspezifischen Gegebenheiten (Profiltiefe, Durchflussmenge usw.) festzulegen.

**Dreiecksbühne aus Holz** Für die Herstellung der Dreiecksbühnen werden ausschlagfähige, hiebfrische Rundhölzer (Weide, Erle) mit einem Durchmesser von etwa 15-20 cm verwendet. Die Länge der Hölzer richtet sich nach der vorhandenen Gewässerbite und dem gewünschten Effekt der Strömungsauslenkung. Die Rundhölzer werden in die Böschung eingebunden und an Pfählen (z. B. Lärche, Ø 10-12 cm, L=150-175 cm), die mindestens zu einem Drittel ihrer Länge in den Gewässergrund eingeschlagen werden, mittels Drahtschlaufen fixiert. Das Bühnenfeld wird mit grobem Steinmaterial bis zur Oberkante des Bühnenkörpers aufgefüllt. Die Oberkante der Bühne sollte ca. 30 cm über dem Mittelwasserspiegel liegen.

**Wurzelstockbühne** Vor Einbau des Wurzelstockes werden die Gewässersohle und der untere Bereich der Böschung ca. 30-50 cm tief aufgedigelt. Der Wurzelstock mit dem Wurzelwerk zur Gewässermitte und dem Stammansatz zum Ufer hin eingebaut. Zur Vermeidung der Abdriftung bei Hochwasser wird der Wurzelstock im Bereich der Uferböschung mit großformatigem örtlich oder regional vorhandenem Steinmaterial Kantenlänge ca. 20-40 cm beschwert und böschungsseitig mit Erdreich abgedeckt. Bei höherer hydraulischer Belastung müssen die Wurzelstöcke mit Pflocken (z. B. Lärche, Eiche Ø 10-12 cm, L=1,50-1,75 m) und Anbindung mittels Stahlseil gesichert werden.

**WIRKUNG DER MASSNAHMEN**

Strömungsenker verringern die Breite des Bachquerschnittes und führen bereichsweise zu einer Erhöhung der Fließgeschwindigkeit. Der Stromstrich wird zum gegenüberliegenden Ufer gelenkt und verursacht an dieser Stelle punktuelle Erosion sowie die Bildung eines Kolkes. Es entsteht ein Prallufer. Unterhalb des Strömungsenkers reduziert sich die Strömungsgeschwindigkeit. Es sammelt sich Material an. Auf diese Weise entsteht langfristig eine stärkere

Laufkrümmung, Strömungsdiversität und Vielfalt der Uferstrukturen.

Wie weit die Bühnen in den Bachquerschnitt reichen sollen, hängt von den einzelfallspezifischen Gegebenheiten ab (Profiltiefe, Durchflussmenge usw.). Je weiter sie in den Bachquerschnitt reichen, desto stärker wird die gewünschte Seitenerosion ausfallen, desto eher kommt es aber auch zu einem unerwünschten Rückstau und punktuell verstärkter Tiefenerosion. Zur Erzielung einer natürlichen Längsentwicklung des Gewässerlaufs werden die Strömungsenker wechselseitig angeordnet. Der Abstand der Strömungsenker richtet sich nach dem gewässertypischen, ursprünglichen Schwingungsverhalten. Als Anhaltswert für Aue- und Muldentalgewässer kann ein Abstand des 5-10 fachen der mittleren Gewässerbite angegeben werden. Soll wegen Restriktionen nur an einem Ufer eine Entwicklung initiiert werden, so können die Bauwerke alle am gleichen Ufer angelegt werden. Die Bauwerke bieten einen hervorragenden Unterstand und Zufluchtsort für viele Wassertiere. Die Ablagerung von Geschwemmeln, Totholz und Laub schafft die Voraussetzung für die Ansiedlung von Pionierpflanzen. Die flussmorphologische Wirkung sämtlicher hier beschriebener Strömungsenker ist weitgehend gleich.

**ZU BEACHTEN**

- ▷ Je nach beabsichtigter Entwicklung, kann zur Herstellung der aus Holz bestehenden Strömungsenker ausschlagfähiges oder nicht ausschlagfähiges Holz verwendet werden.
- ▷ Bei Verwendung ausschlagfähigen Materials z. B. von hiebfrischem Weiden- und Erlenholz oder von Wurzelstöcken dieser Gehölze, kann sich ein Gehölzsaum entwickeln, sodass die Bühne nach einigen Jahren nicht mehr als Bauwerk zu erkennen ist. Soll z. B. aus hydraulischen Gründen kein Gehölzausschlag erfolgen, wird bereits abgelagertes, trockenes Holz verwendet.
- ▷ Die eingeschlagenen Pflocke können dann wieder ausschlagen, wenn hinter den Strömungsenkern rasch Sedimentation eintritt. Ständig submerse Weiden schlagen selten aus.

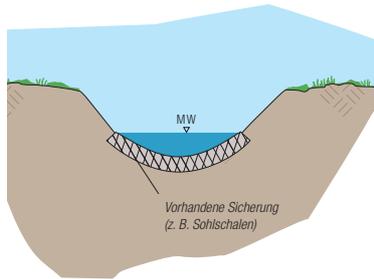


Bild 20  
Dreiecksbühne aus Holz zur  
Strömungsenkung (Etz)

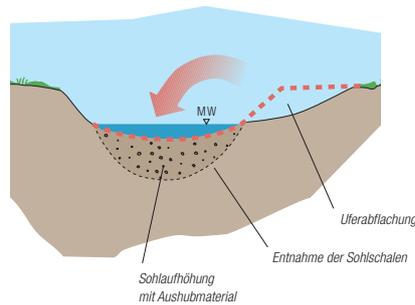
- ▷ Bei Einsatz von ausschlagfähigem Holz werden keine Wasserbausteine sondern örtlich oder regional vorhandenes Steinmaterial zur Sicherung der Wurzelstockbühne verwendet, da bis zum Anwachsen des Wurzelstockes nur eine temporäre Sicherung erforderlich ist.
- ▷ Auf Grund des geringen Gewichts des Baumaterials und der einfachen Herstellbarkeit ohne Maschineneinsatz, ist die Flechtwerksbühne auch in schwer zugänglichem Gelände gut zu realisieren. Die Flechtwerksbühne ist jedoch nur bei geringer hydraulischer Belastung zu verwenden.
- ▷ Zur Auffüllung der Dreiecksbühne aus Holz kann unsortiertes, in ausgebauten Gewässerabschnitten aus dem gegenüberliegenden Ufer entnommenes, steiniges Sohl- und Böschungssicherungsmaterial verwendet werden.
- ▷ In Bereichen, in denen die Ufererosion ausschließlich am gegenüberliegenden Ufer ermöglicht werden soll, ist zu kontrollieren, ob bei Überströmung des Strömungsenkers im Hochwasserfall auch am zugehörigen Ufer Erosion verursacht wird.
- ▷ Für den Aufbau der Bühne ist regional und ortsnah vorhandenes Material zu verwenden.
- ▷ Im Rahmen der Gewässerunterhaltung sind zur Kontrolle der Strömungsenker und zur Entwicklung des zugehörigen Gewässerbereichs regelmäßige Gewässerschauen, insbesondere nach Hochwasserereignissen erforderlich.
- ▷ Durch die Strömungsenker wird die hydraulische Leistungsfähigkeit verringert.
- ▷ Es entstehen niedrige Baukosten.
- ▷ Es entstehen niedrige Grunderwerbskosten.

**QUERSCHNITT**

Bestand:

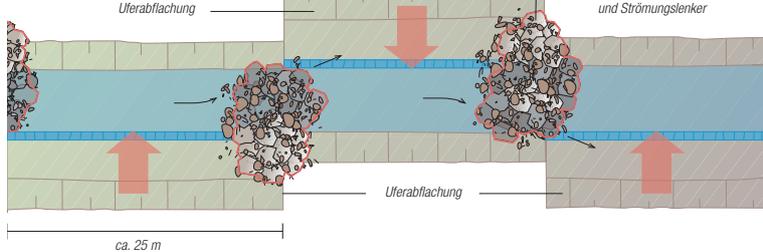


Maßnahme:



**LAGEPLAN**

Bauphase:



**BESCHREIBUNG DER MASSNAHME**

Zur Einleitung einer Gewässerentwicklung werden in Gewässerabschnitten mit verengten oder tief eingeschnittenen und mit Sohlsicherung ausgestatteten Querprofilen durch wechselseitige Abgrabungen der steilwandigen Uferböschungen auf einer Länge von jeweils ca. 25 m flache und unregelmäßige Böschungen mit Neigungsflächen zwischen 1:1 und 1:3 geschaffen. Das Abgrabungsmaterial wird zur Auffüllung der Gewässersohle verwendet. Das vorhandene Sohlsicherungsmaterial wird entnommen, gegebenenfalls vor Ort zerkleinert und zum Aufbau von

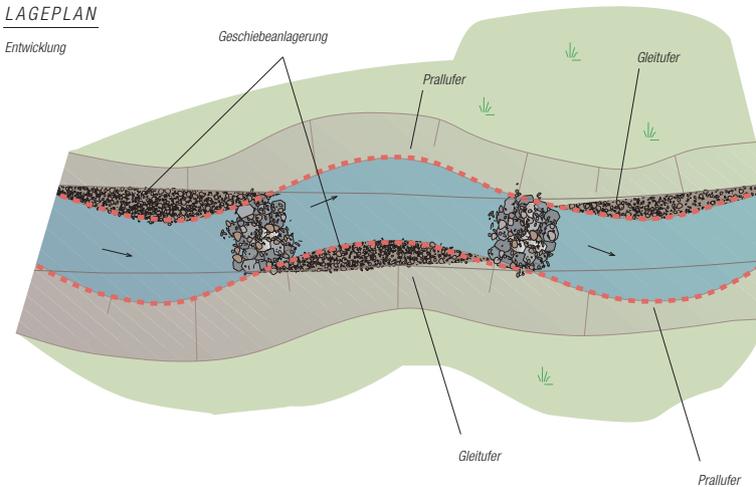
Grundschwellen (s. Maßnahmen 3.2) und Strömungslenkern (s. Maßnahme 2.3) am Ende der Aufweitungen verwendet. Gegenüber den Aufweitungen bleiben steilere Böschungen unverändert bestehen und dem natürlichen Abtrag überlassen.

**WIRKUNG**

Das wechselseitige Abflachen des Ufers führt im Verbund mit dem Einbau von Strömungslenkern zum Pendeln des Stromstrichs. Dadurch entstehen neue

**LAGEPLAN**

Entwicklung



Zonierungen mit Prall- und Gleitufeln. Durch das Einbringen des Materials in die Gewässersohle und den Einbau von Grundschwellen wird die Gewässersohle durch Geschieberückhalt aufgehöhht, sodass je nach Tiefenlage des Gewässers eine kurz- bis mittelfristige Verbesserung des Kontaktes zwischen Gewässer und Aue ermöglicht wird. Die durch Strömungslenkung vergrößerte Eigendynamik des Gewässers lässt innerhalb kurzer Zeit unterschiedliche morphologische Zonierungen (Kolke, Uferbänke, Steilufer) entstehen. Einher mit der morphologischen Vielfalt geht ein sich einstellender artenreicher Uferbewuchs.



Bild 21 Uferabflachung und seitliche Aufweitung des Querprofils (Bleibach)

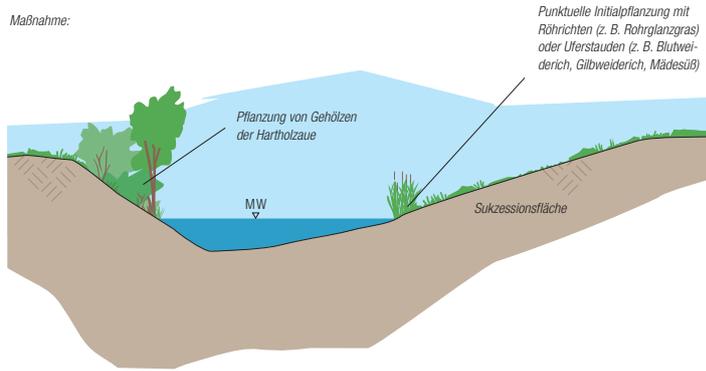
**ZU BEACHTEN**

- › Aufweitung des Querprofils auch wirkungsvolle Maßnahme gegen Tiefenerosion, da Schlepptensionen an der Sohle gesenkt werden
- › Einsatz schweren Geräts (Bagger, LKW) erforderlich, Zufahrtsmöglichkeit bereitstellen
- › Beste Bauzeit (Fischartenschutz): Juni – September
- › Mittlere Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser
- › Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- › Mittelhohe Baukosten
- › Mittelhohe Grunderwerbskosten

2.5 Punktuelle Initialbepflanzung

QUERSCHNITT

Maßnahme:



BESCHREIBUNG DER MASSNAHME

Die natürliche Ansiedlung von Gehölzen und Stauden dauert oft sehr lange, insbesondere nach vorherigem Brennesselbewuchs. Durch eine kostengünstige Initialpflanzung kann dies erheblich beschleunigt werden. Es ist darauf zu achten, dass Initialbepflanzungen unregelmäßig und in ausreichendem Abstand (Pflanzabstand mindestens 1 m) erfolgen, so dass die eigendynamische Sukzession und Uferentwicklung nicht behindert wird. Das Ziel muss ein Nebeneinander von dicht bewachsenen, schütter bewachsenen und unbewachsenen Böschungsf lächen sein, also einem Nebeneinander der unterschiedlichsten Sukzessionsstadien der Ufervegetation. Die Pflanzungen sollten in kleinen Gruppen erfolgen. Der größte Bereich der Uferböschungen sollte einer natürlichen Sukzession überlassen werden. Bei Sicherungsbedarf der Ufer sind die Pflanzungen auf das Prallufer zu konzentrieren.

Als Initialbepflanzungen an Fließgewässern sind heimische und standortgerechte Bäume und Sträucher zu pflanzen. Dabei ist zwischen der Weich- und der Hartholzauze zu unterscheiden, die durch die Mittelwasserlinie getrennt werden.

Als Pflanzgut sind Heister oder leichte Sträucher in der Größenordnung von 60-80, 80-100 oder 100-

125 cm zu empfehlen, damit die Gehölze sich besser gegen konkurrierenden Gras- oder Brennesselbewuchs durchsetzen können. Weiterhin können als Initialbepflanzungen punktuelle Röhrichte und Uferstauden eingepflanzt werden. Vor der Pflanzung sollte bei schweren Böden der Boden (Tiefe der Lockerung > Tiefe des Pflanzloches) gelockert werden, da ansonsten das Pflanzloch mit Wasser voll laufen würde. Die Pflanzlöcher müssen ausreichend dimensioniert werden, damit die Wurzelballen nicht eingeeengt werden. Die Verfüllung erfolgt mit dem Material, das dem bisherigen Standort der Pflanzen entspricht. Danach sind die verfüllten Pflanzlöcher festzutreten und zu wässern. Die beste Pflanzzeit ist im Winterhalbjahr, jedoch nicht während Frostperioden.

WIRKUNG

Ufergehölze schützen bereits nach 3-5 Jahren mit ihren Wurzeln die Ufer vor Erosionsschäden. Standortgerechte Ufergehölze bilden mit ihrem Wurzelsystem einen wichtigen Strukturbestandteil der Gewässerufer. Wichtige Formelemente sind z. B. Unterstände und Baumumläufe. Gleichzeitig unterbindet der Schatten der Gehölze eine zu starke sommerliche

LAGEPLAN

Maßnahme:

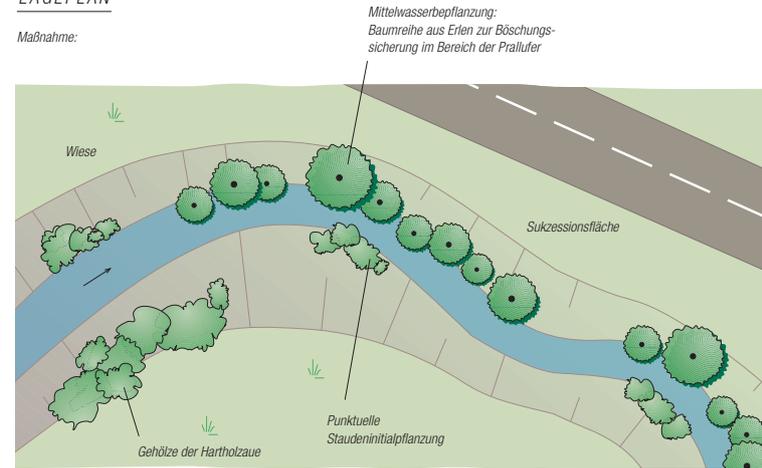


Bild 22 (links)  
Initialbepflanzung mit Weidenseitstangen (Ergersborner Graben)

Bild 23 (rechts)  
Initialbepflanzung am Prallufer (Hainbach)

Erwärmung, was die Lebensbedingungen für die Gewässerfauna verbessert. Mit Gehölzen bewachsene Gewässer bieten Nahrungs- und Brutplätze für zahlreiche Vögel und andere Organismen. Ufergehölze bewirken durch Beschattung eine Begrenzung der Bodenvegetation. Deshalb schaffen sie wieder die Voraussetzungen für eine natürliche eigendynamische Laufentwicklung.

- > Schutz der Gehölze vor Wildverbiss ggf. durch Fegemanschetten
- > Freisetzen der Gehölze von konkurrierendem Unterwuchs in den ersten Jahren
- > Beste Pflanzzeit Spätherbst nach dem Laubfall (Frostfreiheit beachten)
- > Niedrige Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser (kurze Dauer der Pflanzung)
- > Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- > Sehr niedrige Baukosten
- > Sehr niedrige Grunderwerbskosten

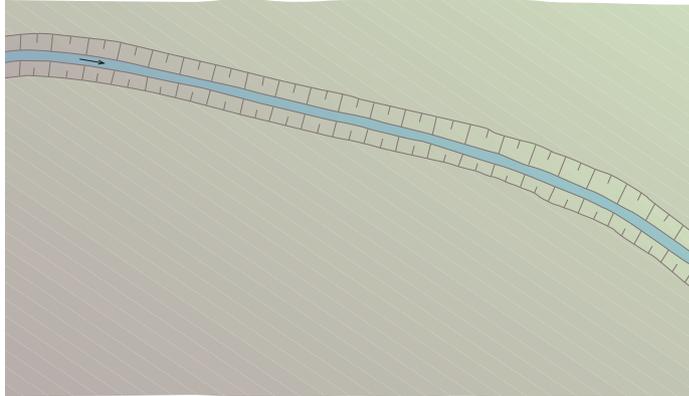
ZU BEACHTEN

- > Einbau von Setzstangen (s. Maßnahme 2.6) zur Kostenersparnis

2.6 Einbringen von Weidensteckholz und -setzstangen zur Auslösung einer Gewässerverlagerung

LAGEPLAN

Bestand:



BESCHREIBUNG DER MASSNAHME

Bei der Gewässerverlegung in Auebereichen ohne Restriktionslagen kann besonders bei kleinen Fließgewässern auf eine Profilierung des Bachbettes verzichtet werden. Zur Initiierung einer naturnahen Entwicklung werden seitlich eines ausgebauten Gewässers nach Abpflockung der Talachse Weidensteckstangen bzw. Weidensteckholz und Weidenstämme so in die Aue eingebracht, dass sie nach Auslenkung des Gewässers mittels Erdaufschüttung und Uferabflachung an der Ableitungsstelle für das Gewässer Strömungshindernisse und Leitwerke darstellen, die einen unregelmäßigen Lauf provozieren.

Der ursprüngliche Gewässerverlauf wird durch weitere Erdaufschüttungen, die annähernd bis zur Böschungsoberkante reichen, verdämmt. Der Abstand zwischen den Aufschüttungen beträgt ca. 50 m. Die Verdämmung am Ausleitbereich erhält zur Erosionssicherung eine ca. 25 cm starke Vorschüttung aus örtlich vorhandenem Steinmaterial, Größe 10-20 cm. Für den Besatz mit Setzstangen und Steckhölzern sind hiebfrische Hölzer einheimischer, regionaltypischer Strauchweidenarten zu nutzen. Die 25 cm bis 40 cm langen Steckhölzer werden so tief in den Boden gesteckt, dass sie mit ein bis vier Knospen aus dem Boden herausragen. Es sollten mehrere parallele und versetzte Reihen gebildet werden. Zwischen die im Abstand von ca. 50 cm zu setzenden Weidensteck-

stangen sollen jeweils mehrere Weidensteckhölzer eingebracht werden. Der Austrieb der Steckhölzer und Setzstangen führt zunächst zu einem sehr dichten unnatürlichen Weichholzbewuchs. Um diesen zu einem späteren Zeitpunkt, wenn die Ufer sich stabilisiert haben, auszudünnen, können standortgemäße Baumarten (z. B. Erlen) gepflanzt werden, was zu einer stärkeren Beschattung der Weidenbüsche führt. Hiebfrische, ausschlagfähige Weiden- oder Erlenstämme (Ø 30 cm) werden liegend als Leitwerke eingebracht.

WIRKUNG

Durch den dichten Bestand austriebfähiger Weidensteckhölzer und -setzstangen am Gewässerrand wird angeschwemmtes Totholz, Laub und Substrat festgehalten und dadurch eine Laufverlagerung des Gewässers hervorgerufen. Mehrere kombinierte Reihen mit Weidensteckhölzern und -setzstangen können auf diese Weise zu einer naturgemäßen Mäandrierung des Gewässers führen. Auch quer zur Fließrichtung eingebrachte Weidenstämme im Uferbereich können zu einer Umleitung des Gewässers führen. Durch die beschattende Wirkung des Weidenbewuchses wird die Verkräutung der Gewässersohle vermindert. Die verbleibenden Geländemulden im ursprünglichen Ge-

LAGEPLAN

Entwicklung:

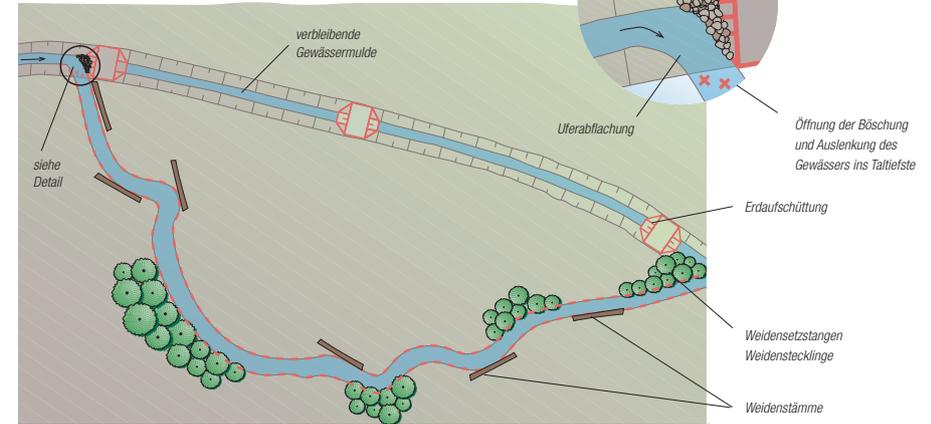


Bild 24 (links) Weidensteckhölzer quer zur Fließrichtung (Ergersborner Graben)

Bild 25 (rechts) Ausgeschlagene Setzstange am Gewässerrufer (Ergersborner Graben)

wässerbett sind auf Grund des Eintrags von Grund- und Regenwasser Lebensraum für eine wechselfeuchte Flora und Fauna der Stillgewässer.

ZU BEACHTEN

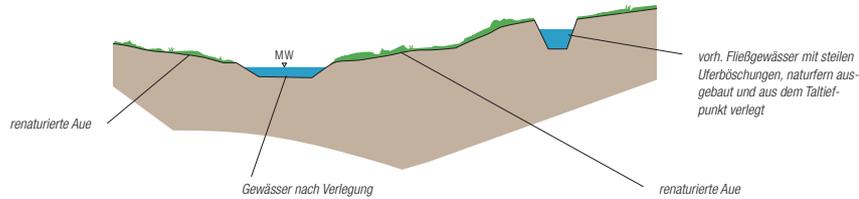
- Maßnahme nur für kleine Gewässer bis ca. 2 m Mittelwasserspiegelbreite mit geringer Reliefenergie durchführbar
- Gewässerausleitung erst nach Ausschlag der Steckhölzer und Setzstangen (Unterwuchs im Bereich der Gehölze ausmähen)
- Beobachtung der Sohlentwicklung im Rahmen der Gewässerunterhaltung

- Kein schweres Gerät erforderlich, punktuelle Erdarbeiten mit Minibagger
- Bauausführung der erdbaulichen Maßnahmen wegen relativ geringer Eingriffe in den Naturhaushalt ganzjährig möglich
- Beste Pflanzzeit der Steckhölzer und Setzstangen im Spätherbst nach dem Laubfall (Frostfreiheit beachten)
- Sehr niedrige Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser (nur bei Herstellung der Gewässerausleitung potenzielle Gefährdung)
- Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- Niedrige Baukosten
- Hohe Grunderwerbskosten

2.7 Gewässerverlegung ins Tal tiefste

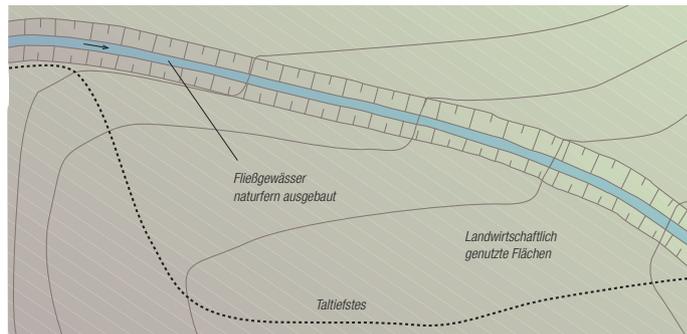
QUERSCHNITT

Bestand:



LAGEPLAN

Bestand:



BESCHREIBUNG DER MASSNAHME

Zur Rückverlegung von Gewässern in die ehemalige Aue wird zunächst eine flache, unregelmäßig und naturgerecht gekrümmte Mulde von dreifacher Breite des ursprünglich vorhandenen Bachbettes geschaffen. Im Normalfall wird der Verlauf des Bachbettes und die Profilierung desselben nur grob vorgegeben, so dass die natürliche Eigenentwicklung gewährleistet wird. Nur bei entwicklungsträgen Gewässern soll der Verlauf detaillierter vorprofiliert werden. Hier wird das Bett im Mittelwasserbereich mit einer Sohltragschicht aus naturgemäß gekörnter Schotterung ausgekleidet, die nur wenig gröber als das Geschiebe des Gewässers ist. Es werden keine Wasserbausteine verwendet. Bei Tendenz zur Tiefenerosion können an den Prallufern Geschiebedepots angelegt werden (s. Maßnahme 3.1). Das alte Bachbett wird am Beginn der neuen Mulde durch eine Erdaufschüttung abgetrennt, die zum Beispiel durch Einbau eines Weidenflechtzauns

gesichert werden kann, so dass auch bei Hochwasser kein Durchfluss möglich ist. Schützenswerte Feuchtbiotope an dem alten Bachlauf können erhalten werden, indem auf eine vollständige Abdichtung der Erdaufschüttung verzichtet wird, so dass ein gewisser Wasseraustausch weiterhin gewährleistet wird. Wird im weiteren Verlauf das neu angelegte Bachbett wieder dem vorhandenen Verlauf zugeführt, sollte die Möglichkeit genutzt werden, die Verbindung zu dem alten Bachbett, vergleichbar einem Altarm zu erhalten, um die ökologische Vielfalt des Gewässers zu erhöhen. Die weitere Form- und Strukturentwicklung des neuen Bachbettes sowie des „Altarms“ bleibt der natürlichen Sukzession überlassen. Zur Verminderung von Nassbaggerarbeiten erfolgt der obere Gewässeranschluss erst nach Abschluss aller übrigen Baumaßnahmen.

LAGEPLAN

Entwicklung:

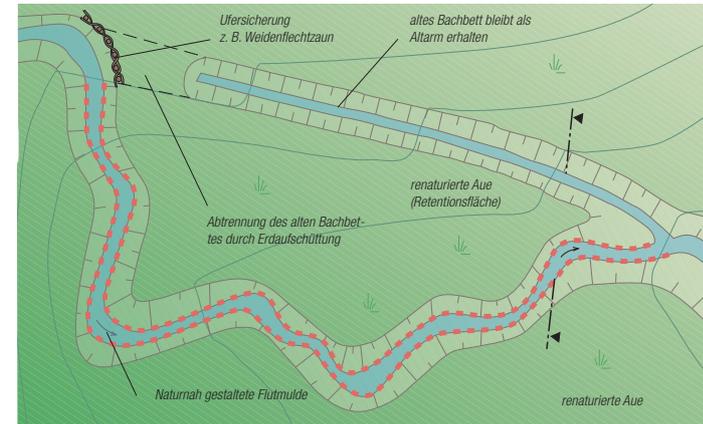


Bild 26 (links)  
Weidenflechtzaun als Uferschutz an der Ausleitungsstelle (Ergersborner Graben)

Bild 27 (rechts)  
Gewässerverlegung ins Taltiefste (Ergersborner Graben)

WIRKUNG

Durch die Verlegung von Gewässerabschnitten aus dem tiefsten Talpunkt in höher gelegene Bereiche hat das Fließgewässer mit seinen weitreichenden Auen seinen Kontakt zur natürlichen Aue und damit seine Kapazität zur Aufnahme von Hochwassern verloren. Durch die Umlegung des Fließgewässers in das Taltiefste wird eine eigendynamische Entwicklung des Gewässers und der ganzen Aue eingeleitet und so eine engere Verzahnung der Land- und Wasserökosysteme herbeigeführt. Im neu angelegten flacheren Querprofil kann sich auch kurzfristig die Strukturwerte deutlich erhöhen.

- › Überwachung der weiteren Gewässerentwicklung durch regelmäßige Gewässerschauen
- › Einsatz schweren Geräts (Bagger, LKW) erforderlich, Zufahrtmöglichkeit bereitstellen
- › Beste Bauzeit (Fischartenschutz): Juni – September, Erosionsgefährdung der Böschungen bei Bauausführung außerhalb der Vegetationsperiode
- › Sehr niedrige Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser (nur bei Umschluss potenzielle Gefährdung)
- › Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- › Niedrige bis mittelhohe Baukosten (mittelhoch bei erforderlicher Sohltragschicht)
- › Hohe Grunderwerbskosten

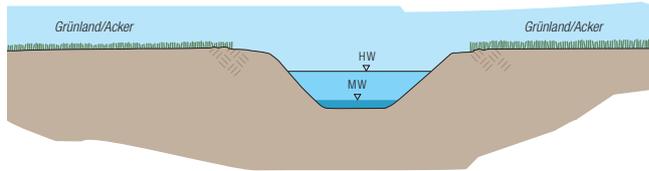
ZU BEACHTEN

- › Hinweise zur Gestaltung des neuen Gewässerlaufs aus evtl. vorhandenem historischem Kartenmaterial entnehmen

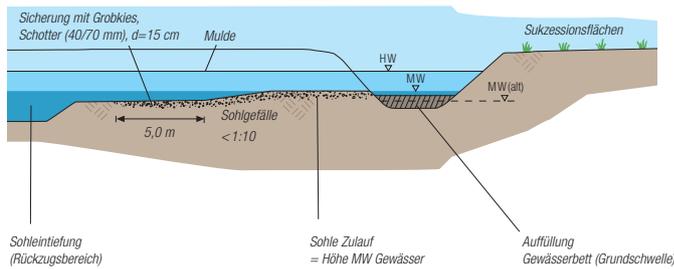
2.8 Rohmodellierung von Muldenstrukturen zur Schaffung von Überschwemmungsflächen und Rohbodenstandorten

QUERSCHNITT A-A

Bestand:



Maßnahme:



BESCHREIBUNG DER MASSNAHME

Zur Wiederherstellung autotypischer Überschwemmungsflächen werden seitlich des Gewässers, je nach Flächenverfügbarkeit, flache Mulden bis auf Höhe des vorhandenen Mittelwasserspiegels des Gewässers ausgehoben. Das Aushubmaterial wird im landseitigen Umfeld der Mulde unter unregelmäßiger Gestaltung des Reliefs eingebaut. Vor Herstellung des oberwasserseitigen Anschlussbereichs wird die Sohle des Gewässers unmittelbar unterhalb der Ableitung durch Einbau einer Grundschwelle (z. B. Grundschwelle mit Natursteinen, siehe Einzelmaßnahme 3.2) um ca. 20 cm angehoben. Ist eine stärkere Anhebung des Mittelwasserspiegels erforderlich, kann dies z. B. mittels einer Sohlgleite in aufgelöster Beckenstruktur (siehe Einzelmaßnahme 3.4) erreicht werden. Die Mulden werden anschließend ober- und unterwasserseitig durch ca. 5 m breite Anschlussbereiche,

die gegen Erosion mit Grobkies oder Schotter (40/70, d=15 cm) bis ca. 5 m in die Mulde bzw. das Gewässer hinein zu sichern sind, mit dem Gewässer verbunden. Die Anschlussbereiche erhalten eine Sohlhöhe, die einige Zentimeter oberhalb der neuen Mittelwasserspiegelhöhe des Gewässers liegt. Dadurch verbleibt der Mittelwasserabfluss im Gewässer. Zur Erhöhung der Strukturvielfalt ist auf eine unregelmäßige und buchtige Gestaltung der Mulden besonderes Gewicht zu legen. Zum Schutz der aquatischen Flora und Fauna vor temporärem Trockenfallen wird die Sohle der Mulden an einer oder an mehreren Stellen um zusätzlich ca. 1 m eingetieft. Beim Modellieren der Flutmulden sowie der Uferbereiche ist der Oberboden teilweise abzuschleifen, so dass Rohbodenstandorte entstehen.

LAGEPLAN

Entwicklung:

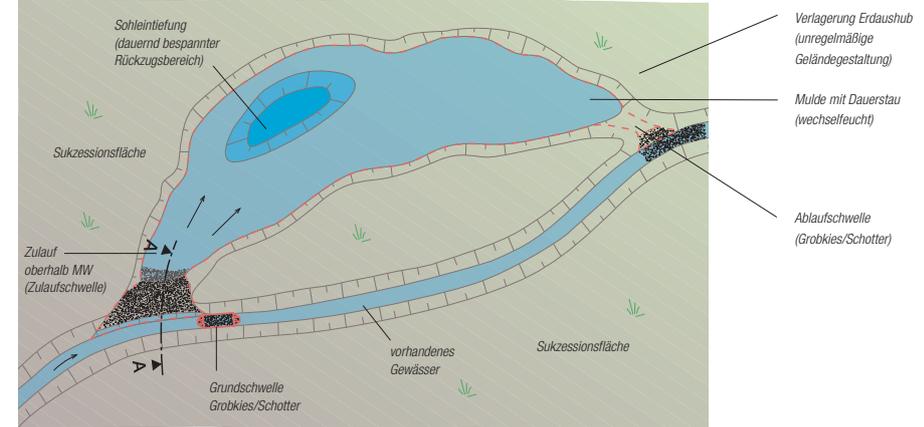


Bild 28 (links) Einseitige Gewässeraufweitung und Uferabflachung (Selz)

Bild 29 (rechts) Bespannte Mulde mit Gewässeranschluss (Selz)

WIRKUNG

Durch das Schaffen von Flutmulden seitlich des Gewässers sowie unregelmäßiger Gewässerrufer wird die Verzahnung von Land- und Wasserökosystemen verbessert. Es entstehen unterschiedliche Lebensräume für eine Vielzahl von Lebewesen. Durch die punktuelle Anhebung der Gewässersohle werden Ausuferungen in die Aue begünstigt. Die Flutmulden bilden darüber hinaus einen wertvollen Retentionsraum. Durch die Schaffung von Rohbodenstandorten kann sich eine standortgemäße Vegetation ausbilden. Die bisherige nährstoffliebende Vegetation (z. B. Brennnesseln *urtica dioica*) wird zurückgedrängt.

- Einsatz schweren Geräts (Bagger, LKW) erforderlich, Zufahrtsmöglichkeit bereitstellen
- Beste Bauzeit (Fischartenschutz): Juni – September
- Hohe Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser (Arbeiten im Überschwemmungsbereich)
- Unwesentliche Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- Mittelhohe Baukosten
- Hohe Grunderwerbskosten

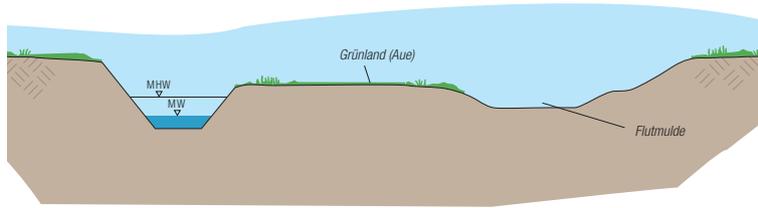
ZU BEACHTEN

- Hinweise zur Gestaltung der Geländemulden aus evtl. vorh. historischem Kartenmaterial entnehmen

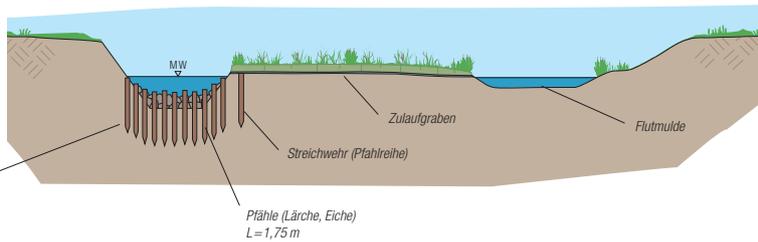
2.9 Anlegen von Gewässergabelungen zur Wiederbespannung von Flutmulden und Reaktivierung der Aue

QUERSCHNITT

Bestand (Prinzipkizze):



Maßnahme:



Grundschwelle zur MW-Aufhöhung

Pfähle (Lärche, Eiche)  
L = 1,75 m

BESCHREIBUNG DER MASSNAHME

Zur Dämpfung von Abflussspitzen und zur Verbesserung der ökologischen Bedingungen ist es von großer Bedeutung, Überschwemmungsgebiete zu erhalten und, wo immer möglich, neu auszuweisen. Vielfach sind Auen durch Gewässerausbaumaßnahmen von der natürlichen Überflutungsdynamik abgeschnitten, sodass vorhandene Flutmulden nur noch bei höchsten Hochwasserabflüssen bespannt werden. Durch punktuelle Anhebung des Mittelwasserspiegels eines zu stark eingetieften Gerinnes mittels Grundschwelle (z. B. Grundschwelle aus Naturstein, siehe Einzelmaßnahme 3.2) und durch Einbau eines Streichwehres am Beginn des neu anzulegenden Zulaufgrabens, wird ein Teil des Gesamtabflusses (oberhalb MW) in die Sekundärrinnen in der Aue geleitet. Das Streichwehr besteht aus ca. 1,50 m langen, dicht an dicht gesetzten Lärchenholzpfählen (Ø 10-12 cm),

die seitlich in die Böschung einzubinden sind und annähernd sohlgleich mit dem Zulaufgraben abschließen. Die Wehrschwelle liegt einige cm oberhalb des nach Einbau der Grundschwelle sich einstellenden neuen Mittelwasserspiegels. Weitere Flutmulden können bei Bedarf durch flache Zulaufgräben miteinander verbunden werden. Der Rücklauf ins Gewässer geschieht über die belebte Bodenzone und sorgt für eine breitflächige Vernässung der Aue.

WIRKUNG

Durch die Ableitung aus dem Gewässer werden ehemalige Flutmulden wiederbespannt. Dies verbessert die Gewässer-Land-Verzahnung. Es entstehen vielfältige neue Lebensräume und Retentionsbereiche zur Aufnahme von Hochwasserabflüssen.

LAGEPLAN

Entwicklung:

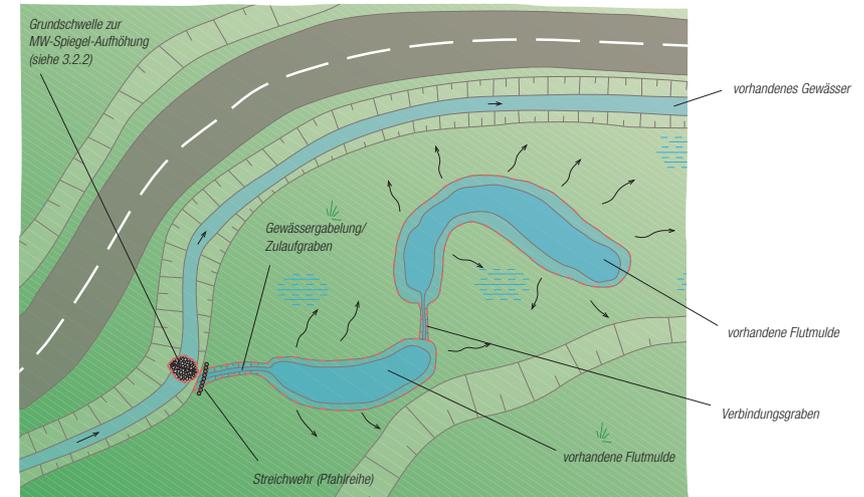


Bild 30 (links)  
Einbau einer Grundschwelle und Anlegen eines Zulaufgrabens (Bleibach)

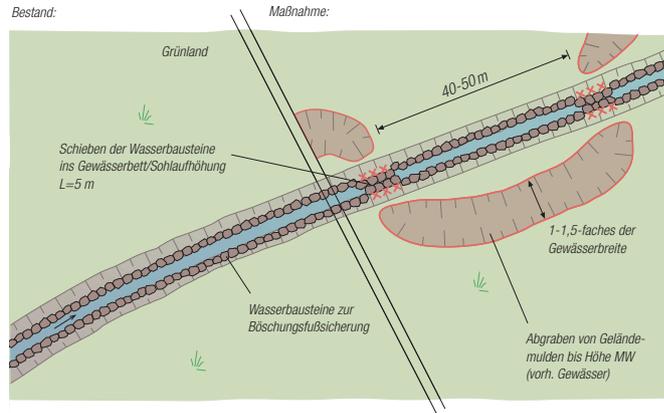
Bild 31 (rechts)  
Wiedervernässung von Auebereichen (Bleibach)

ZU BEACHTEN

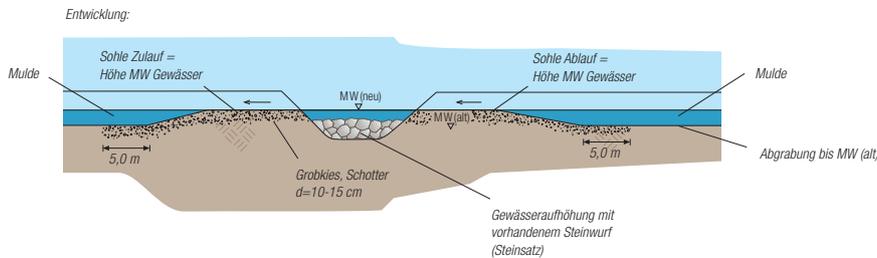
- › Festlegung der potenziellen Überschwemmungsbereiche vor Ort unter Berücksichtigung des Pflanzenbewuchses (Nässezeiger) und bestehender Nutzungen
- › Sicherung der Grundschwelle durch Pfähle nur bei starkem Gefälle und größeren Gewässern erforderlich
- › Kein schweres Gerät erforderlich, punktuelle Erdarbeiten mit Minibagger
- › Bauausführung wegen relativ geringer Eingriffe in den Naturhaushalt ganzjährig möglich
- › Sehr niedrige Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser (nur bei Anschluss des Zulaufgrabens potenzielle Gefährdung)
- › Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- › Niedrige Baukosten
- › Hohe Grunderwerbskosten

2.10 Herstellung von Geländemulden und Entfesselung der Verbindungsstellen

LAGEPLAN



SNITT A-A



BESCHREIBUNG DER MASSNAHME

Ausgangspunkt ist ein naturfern ausgebautes und begradigtes Gewässer mit einseitig oder beidseitig angrenzenden Brach- oder Extensivnutzungen. Parallel und im Abstand von 5-10 m zum Gewässer werden ca. 40-50 m lange flache Mulden mit dem 1-1,5 fachen der Gewässerbreite auf Höhe des Mittelwasserspiegels abgegraben. Das Aushubmaterial ist in der Umgebung zu verteilen. Die Sohle der Mulden wird je nach Erfordernis mit einer ca. 10-15 cm starken Sohldeckschicht (Schotter oder Kies) ausgekleidet. An den Anschlusspunkten mit dem vorhandenen Gewässer wird die vorhandene Böschungs- und/oder Sohlssicherung aufgebrochen und in das Gewässer geschoben, wodurch der Mittelwasserspiegel ange-

hoben wird. Die Uferböschung zwischen der Aufschüttung und der Mulde wird daraufhin bis auf die Höhe des neuen Mittelwasserspiegels aufgegraben, so dass bei Abflussmengen > MQ ein Zulauf zur Mulde stattfindet. Die Sohle der Anschlussbereiche wird im Zu- und Ablauf mit einer Neigung < 1:10 hergestellt und mit Grobkies oder Schotter (d=10-15 cm) bis ca. 5 m in die Mulde bzw. das Gewässerbett hinein gesichert. Die Mulden, die je nach Flächenverfügbarkeit ein- oder beidseitig des Gewässers hergestellt werden können, werden nur grob und unregelmäßig vorprofiliert.

LAGEPLAN

Entwicklung:

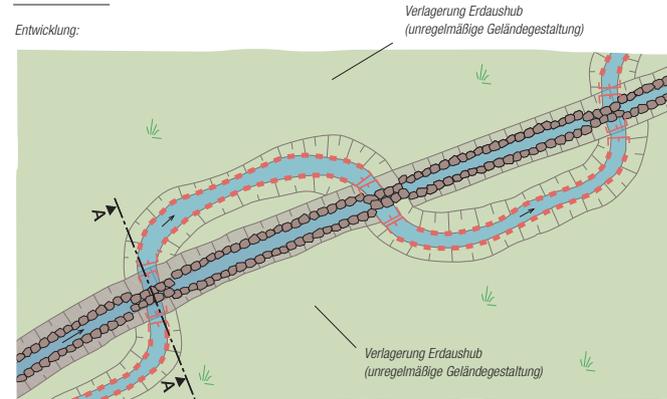


Bild 32 Uferabflachung und Zulauf in Geländemulde (Bieberbach)

WIRKUNG

Das bisherige Gewässerbett wird durch den Einbau des Sicherungsmaterials und oberwasserseitige Ablagerung von Geschiebe allmählich aufgehöhht. Nach und nach fließt mehr und mehr Wasser durch die grob profilierten Mulden, es entstehen erste Ansätze von Mäandern. Es stellt sich ein vielfältiges Gewässersystem mit Mäandern, Altarmen und stark differenziertem Längs- und Querprofil ein. Weiterhin erfolgt eine Reaktivierung des Gewässer-Aue-Systems. Es kann sich eine standorttypische Feuchvegetation bilden.

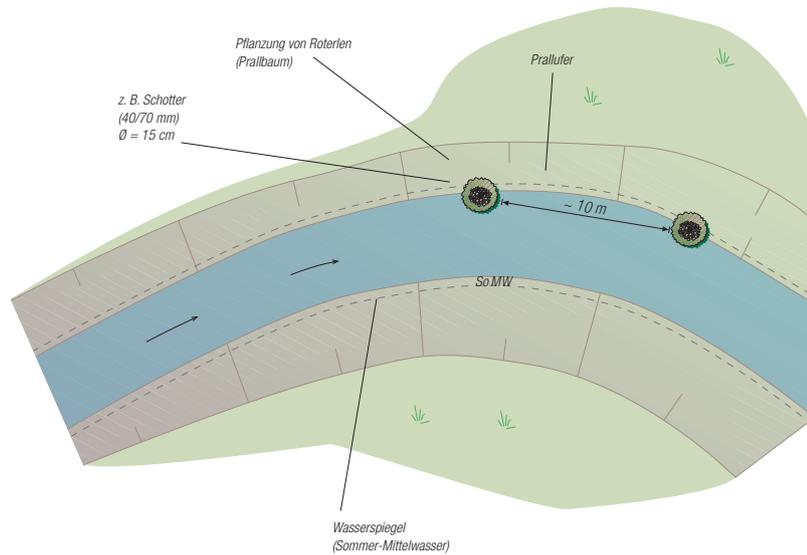
- Gestaltung aus evtl. vorhandenem historischem Kartenmaterial entnehmen
- Einsatz schweren Geräts (Bagger, LKW) erforderlich, Zufahrtsmöglichkeit bereitstellen
- Beste Bauzeit (Fischartenschutz): Juni – September, Erosionsgefährdung der Böschungen bei Bauausführung außerhalb der Vegetationsperiode
- Sehr niedrige Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser (nur bei Herstellung der Verbindungsstellen potenzielle Gefährdung)
- Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- Mittelhohe Baukosten
- Hohe Grunderwerbskosten

ZU BEACHTEN

- Variation des Muldenverlaufs je nach gewässertypischem Schwingungsverhalten. Hinweise zur

LAGEPLAN

Maßnahme:

BESCHREIBUNG DER MASSNAHME

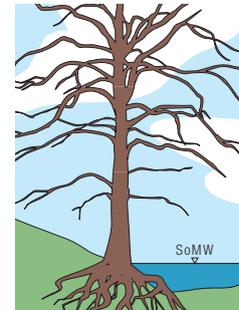
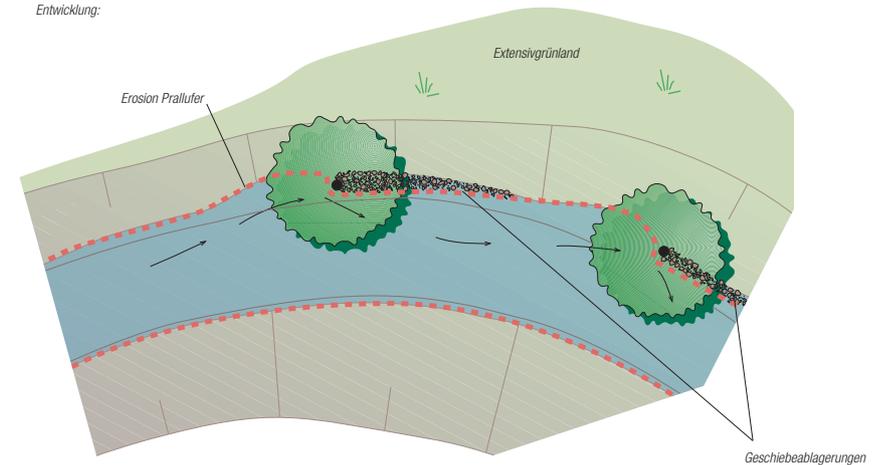
Durch die Maßnahme werden Erosion und Sedimentation im Pralluferbereich gezielt hervorgerufen, sodass gegenüber dem Ausgangszustand kleinräumig reich strukturierte Sohl- und Uferbereiche entstehen.

Zur Förderung der naturnahen Entwicklung werden strukturarmer Pralluferbereiche kurz oberhalb der Sommermittelwasserlinie mit Roterlen (Heister, 2x verpflanzt, Höhe: 150-175 cm) im Abstand von ca. 10 m bepflanzt. Die Pflanzen werden in Pflanzgruben gesetzt, die mit örtlich gewonnenem Oberboden ver-

füllt werden. Als temporärer Erosionsschutz für die Neupflanzung wird örtlich oder regional vorhandenes Steinmaterial (z. B. Schotter 40/70 mm) in einer Stärke von ca. 15 cm auf die Pflanzscheibe aufgetragen. Die Größe der zu wählenden Schüttung richtet sich nach den örtlich auftretenden Schleppspannungen. Auf die Verwendung von Wasserbausteinen kann jedoch verzichtet werden, da die Sicherungsfunktion der Schüttung nur bis zum Anwachsen der Gehölze gewährleistet sein muss.

LAGEPLAN

Entwicklung:

Bild 33 (Mitte)  
Pflanzung von Prallbäumen (Ergersborner Graben)Bild 34 (rechts)  
Durch Prallbäume strukturierter Uferbereich (Bieberbach)WIRKUNG

Die Pflanzung am Böschungsfuß der Prallufer verursacht eine Anhebung des Wasserspiegels und Prallufererosion oberwasserseitig, eine Ablenkung des Stromstrichs zur Gewässermitte, eine Verminderung der Pralluferanströmung und Geschiebeablagerungen unterhalb des Prallbaumes. Das unter den Wasserspiegel reichende Wurzelsystem der Erlen bietet eine Vielzahl an Lebensräumen für die aquatische Fauna. Durch Beeinflussung der Strömung und der Ablagerungsvorgänge tragen Prallbäume zur Entwicklung eines naturnahen Bachbetts bei.

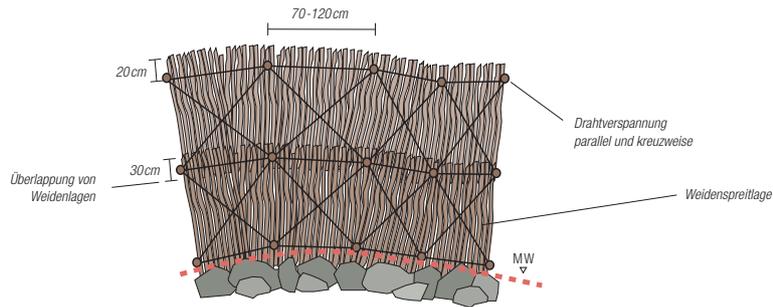
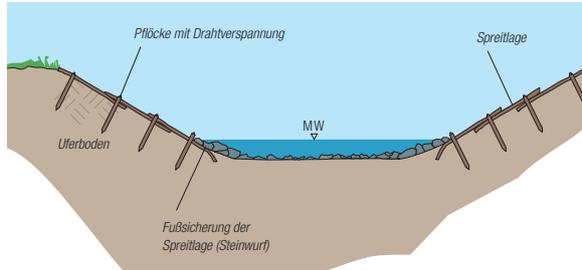
ZU BEACHTEN

- Die Erle ist für die Funktion als Prallbaum gut geeignet, da sie Staunässe, sehr hohe Grundwasserstände und längere Überflutungen erträgt.
- Der beste Zeitpunkt zur Pflanzung ist im Spätwinter/frühes Frühjahr vor Beginn der Vegetationsperiode (Frostfreiheit beachten).
- Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- Sehr niedrige Baukosten
- Sehr niedrige bis keine Grunderwerbskosten (bei vorhandenen Gewässerrandstreifen)

- ▷ 2.12 Naturnahe Sicherung durch Weidenspreitlage bei Gefährdung von öffentlicher Infrastruktur (z. B. Straßen, Eisenbahn)

### QUERSCHNITT

Maßnahme:



### BESCHREIBUNG DER MASSNAHME

Weidenspreitlagen wirken an Ufern von Fließgewässern als lebende Deckbauwerke, die sofort nach Fertigstellung in der Lage sind, Schubspannungen von  $50 \text{ N/m}^2$  aufzunehmen. Die Maßnahme ist nur in Bereichen anzuwenden, in denen auf Grund bestehender Restriktionen (Schutz baulicher Anlagen) eine eigendynamische Gewässerentwicklung nicht möglich ist und mit naturnahen Mitteln eine Böschungssicherung erfolgen soll. Zur Befestigung der Weidenruten werden in Reihen 60-100 cm lange Holzpflocke in den Boden geschlagen. Der Abstand der Pflocke liegt zwischen 70-100 cm. Anzahl und Abstand der Reihen sind von der Länge der Weidenruten und der Zahl der Lagen abhängig. Der Abstand ist so zu wählen, dass die oberen und unteren Rutenenden etwa 20 cm über das Pflockende hinausragen. Zwischen den Pflockereihen werden Weidenruten von etwa 100 bis 200 cm

Länge in Abständen von max. 3-5 cm parallel zueinander und senkrecht zur Uferlinie gelegt. Zur Sicherung der Spreitlage sind die Rutenenden in den Uferboden zu stecken oder in flache Rinnen zu legen, die anschließend mit Boden verfüllt werden. Die Rutenenden der untersten Lage sollten ca. 30 cm unter SoMW liegen. Die Rutenspitzen der unteren Lage sollten die Rutenenden der oberen Lage um ca. 30 cm überdecken. Anschließend wird zwischen den Pflocken parallel und kreuzweise Draht gespannt und die Pflocke so tief eingeschlagen, dass die Ruten fest an den Boden gedrückt werden. Die Spreitlage wird nach ihrer Fertigstellung mit einer Bodenschicht abgedeckt, so dass die Weidenruten in Erde eingebettet, jedoch höchstens 1 cm übererdet sind. Im Böschungsbereich wird die Spreitlage durch Steinwurf aus örtlich oder regional vorhandenem Steinmaterial (Kantenlän-

### QUERSCHNITT

Maßnahme:

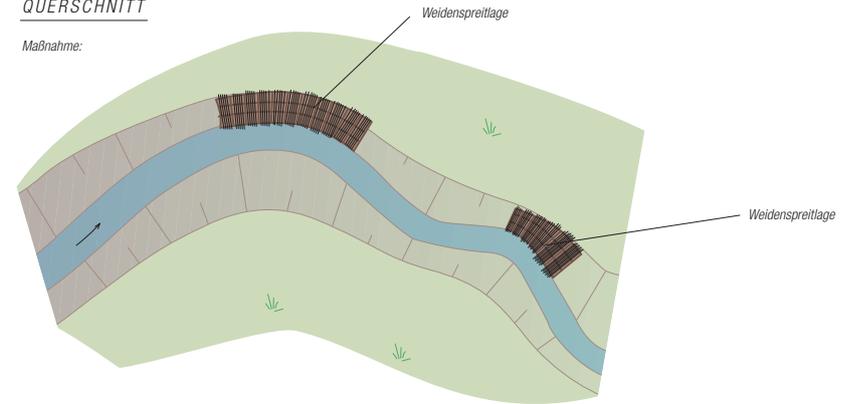


Bild 35 (links)  
Weidenspreitlage als Böschungsschutz – Befestigung mit Ruten anstatt mit Drähten

Bild 36 (rechts)  
Weidenspreitlage nach dem Blattaustrieb (Gaybach im Juni 1986)

ge 10-20 cm,  $d=25 \text{ cm}$ ) gesichert. Es werden keine Wasserbausteine verwendet, da die Steinschüttung nur bis zum Anwachsen der Weiden erforderlich ist. Neben dem Einschlagen der Ruten können zur Böschungsbefestigung an unbefestigten Ufern auch Faschinen, Drahtsenkwalzen, Röhrichtwalzen oder Vegetationsfaschinen eingesetzt werden. Es sind nur Weidenarten zu verwenden, die auf die gesamte Länge Rindenwurzeln bei Bodenberührung ausbilden (z. B. Großblättrige Weide, Ohrweide, Grau-, Reif-, Glanz-, Lavendel-, Lorbeer-, Purpur-, Mandel- und Korbweide).

### WIRKUNG

Durch die rasche Rindenwurzelbildung und das gute Ausschlagvermögen der Weidenspreitlage werden erosionsgefährdete Uferbereiche innerhalb kurzer Zeit gesichert. Im Gegensatz zu klassischen Ufersicherungen mit Totverbau (Parallelbauwerke) fördert die naturnahe Sicherung mit Lebendverbau die Vernetzung von aquatischen, semiaquatischen und terrestrischen Ökosystemen am Gewässer.

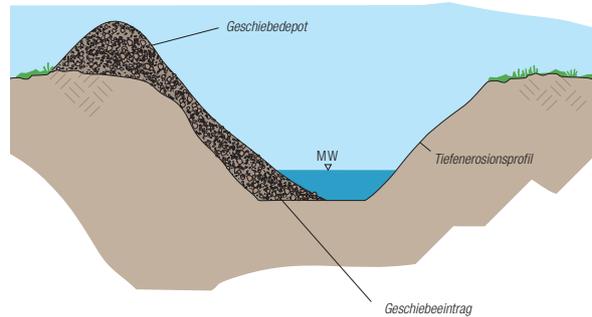
### ZU BEACHTEN

- ▶ Werbung der Weidenruten unmittelbar vor dem Einbau
- ▶ Zur Vermeidung von Monokultur Einbau anderer Gehölze (z. B. Roterlen) in zu schaffende Lücken einige dm oberhalb des Mittelwasserspiegels
- ▶ Vergrößerung des Abstandes der Weidenruten bei südexponierten Ufern auf ca. 10 cm
- ▶ Maximale Böschungsneigung = 1:1 (Standfestigkeit der Böschung = begrenzender Faktor für Anlegen der Weidenspreitlage)
- ▶ Beste Einbauzeit der Weidenspreitlage: vor dem Austrieb im Frühjahr (Frostfreiheit beachten)
- ▶ Mittlere Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser
- ▶ Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit (Rutenausschlag engt Fließquerschnitt ein)
- ▶ Mittelhohe Baukosten (viel Handarbeit, wenig Maschineneinsatz)
- ▶ Keine Grunderwerbskosten

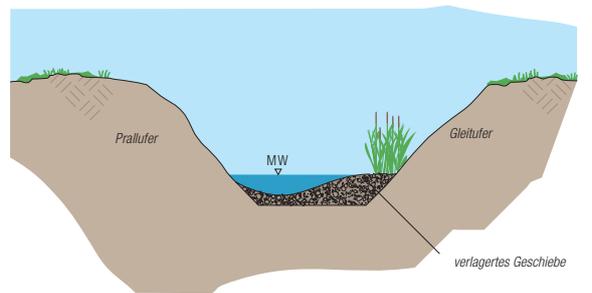
3.1 Sohlanhebung durch Anlegen von Geschiebedepots

**QUERSCHNITT**

Maßnahme:



Entwicklung:



**BESCHREIBUNG DER MASSNAHME**

Bei geringer Geschiebeführung kann einer Eintiefung des Gewässers durch Anlegen von Geschiebedepots begegnet werden. Die Depots werden oberhalb von Tiefenerosionsbereichen auf den strömungsexponierten Uferseiten angelegt. Die Schüttung mit breiter Kornmischung (30%iger Grobkornanteil, der bis zum Bemessungshochwasser nicht verfrachtet wird) wird am Gewässerrand, vornehmlich im Pralluferbereich, oder in geraden bzw. ausgebauten Gewässerabschnitten auch unmittelbar auf die Sohle geschüttet. Die rechnerische Bemessung des erforderlichen Korndurchmessers nach hydraulischen Kennwerten führt leicht zu einer Überdimensionierung, da die gegenseitige Verklammerung der Steine in der Deckschicht nicht berücksichtigt wird. Die Bemessung sollte daher nach Möglichkeit auch an vorhandenen

Deckschichten ausgerichtet werden. Die Depots müssen nach jedem Hochwasser kontrolliert und gegebenenfalls nachgefüllt werden[10]. Es ist darauf zu achten, dass der Gewässerquerschnitt nicht komplett verfüllt wird und es zu unbeabsichtigtem Aufstau kommt. Als Material für die Depots werden keine Wasserbausteine, sondern möglichst örtlich vorhandenes Steinmaterial oder Schotter aus der Gewässerunterhaltung verwendet.

**WIRKUNG**

Durch regelmäßige Geschiebezugabe kann das Gewässer selbst das Material entsprechend den Strömungsbedingungen in sein Bett einbauen und so langfristig der Tiefenerosion entgegen wirken, indem

**LAGEPLAN**

Maßnahme:

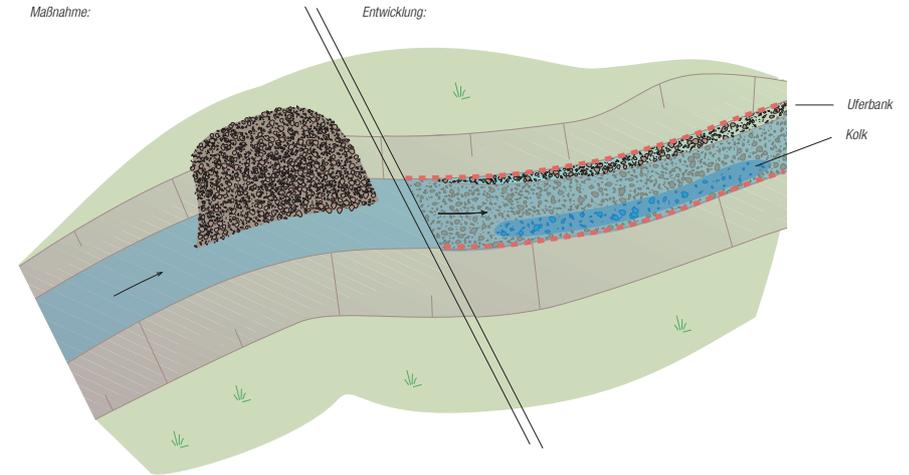


Bild 37 (links)  
Geschiebedepot in Ufernähe

Bild 38 (rechts)  
Geschiebezugabe im neu angelegten Pioniergerinne

die Sohle aufgehöhht wird. Das breit gestufte Korngemisch soll dazu führen, dass sich eine schützende Deckschicht ausbilden kann. Weiterhin soll sich das Gewässer durch eine differenzierte Verteilung der verschiedenen Korngrößen vielfältige Lebensräume für die Gewässerflora und -fauna schaffen.

**ZU BEACHTEN**

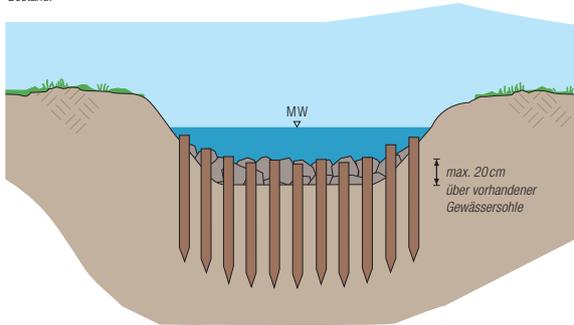
- Geschiebezugabe bei Tiefenerosionsgewässern: im Böschungsbereich oder direkt in die Gewässersohle. Bei Gewässern mit geringer oder keiner Tiefenerosion: Anlegen von Geschiebedepots bis in einer Entfernung von 5 m zum Gewässer
- Regelmäßige Überwachung und Nachfüllung der Depots nach Hochwasserereignissen bei Bedarf

- Verbesserung der Wirksamkeit der Maßnahme durch Kombination mit Maßnahmen des Geschieberückhalts (s. Maßnahme 3.2 u. 3.3)
- Zufahrtsmöglichkeit für LKW erforderlich
- Bauausführung wegen relativ geringer Eingriffe in den Naturhaushalt ganzjährig möglich
- Sehr niedrige Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser (kurze Bauzeit, Arbeiten außerhalb des Fließquerschnitts)
- Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit (Beobachtung der Maßnahme über einen längeren Zeitraum)
- Sehr niedrige Baukosten
- Sehr niedrige Grunderwerbskosten
- Bitte auch die Hinweise aus dem Heft Sohlenerosion und Auenauflandung beachten [13] (s. 31 f.)

3.2.1 Einbringen von Grundswellen – Schwellen aus Naturstein

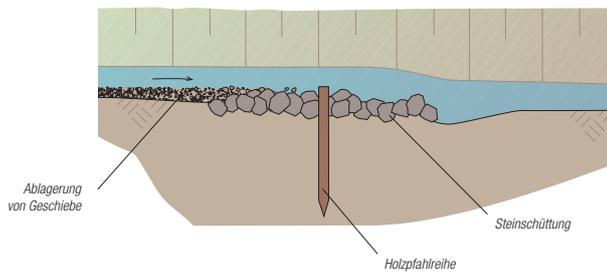
**QUERSCHNITT**

Bestand:



**LÄNGSSCHNITT**

Entwicklung:



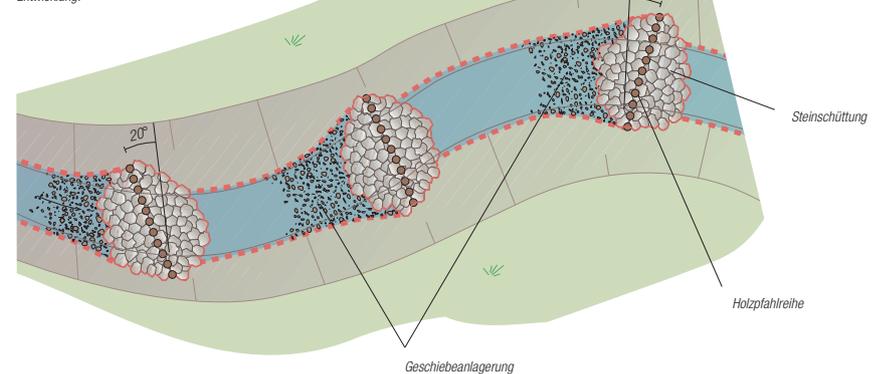
**BESCHREIBUNG DER MASSNAHME**

Grundswellen sind Querbauwerke, d. h. sie werden quer zur Gewässerachse in der Sohle angelegt. Sie queren in der Regel das ganze Flussbett und ragen nur wenig über die Gewässersohle hinaus. Der Abstand der Schwellen voneinander steht in Abhängigkeit zum Gefälle, der Gewässerbreite und dem anstehenden Sohlenmaterial. Je breiter das Gewässer, je grober das Sohlmaterial und je kleiner das Gefälle, desto weiter sollte der Bauwerksabstand sein. Eine Verringerung des Schwellenabstands wirkt einer Kolkbildung entgegen. An schon vorhandenen Erosionsstufen sollten zur Fixierung auf jeden Fall Grundswellen angelegt werden. Die Grundswellen sind in gekrümmten Strecken um 20° gegen die Fließrichtung so zu verschwenken, dass die Strömung vom

Außenufer abgelenkt wird, d. h. das Bauwerk beginnt am Außenufer gegenüber dem Innenufer weiter unterstrom. Zur Herstellung der Grundswellen wird eine unregelmäßige Pfahlreihe aus Rundhölzern (Kiefer, Lärche, Douglasie oder Robinie, L=1,5 m), senkrecht in die Sohle getrieben, so dass ca. 20 cm aus der Sohle ragen. Anschließend wird beidseitig der Pfahlreihe eine Steinschüttung aus möglichst örtlich vorhandenem Steinmaterial (keine Wasserbausteine) eingebracht, die durch die Pfahlreihe eine Fixierung erhält. Der Abstand der Pfähle unterschreitet die minimale Größe des gewählten Steinwurfs, so dass die Steine eine ausreichende Fixierung erhalten, die lineare Durchgängigkeit im Gewässer jedoch gewahrt bleibt.

**LAGEPLAN**

Entwicklung:



Die Krone der Grundschwelle ist zur Gewässermittve-förmig geneigt, um den Niedrigwasserabfluss zu bündeln. Aus Gründen der Durchgängigkeit und um größere Auskolkungen unterhalb der Grundschwelle zu vermeiden, darf eine Schwellenhöhe von 20 cm nicht überschritten werden. Da Sohlenerosion ein sich selbst verstärkender Prozess ist, sind die Erosionsstufen so rasch wie möglich mit geeigneten Mitteln zu fixieren, um weitere Erosionsschäden zu vermeiden.



Bild 39 Grundschwelle aus Naturstein mit Sicherung durch Holzpfähle

**WIRKUNG**

Die Verminderung der Schleppspannung oberhalb der Grundschwelle führt zu einer Entlastung der Gewässersohle und zu einer Einschränkung weiterer Tiefenerosion. Oberhalb kommt es zur Ablagerung von Sedimenten und Geschiebe unter Anhebung der erodierten Gewässersohle. Das Fließverhalten im Gewässer wird derart beeinflusst, dass Bereiche geringerer Fließbewegung mit solchen schnellerer Strömung abwechseln. Im Unterwasser der Grundschwelle können kleinere Auskolkungen entstehen, die Fischen als Ruhezone und Unterschlupf dienen.

Strecken), bei starker Sohlerosion siehe Maßnahme 3.4

- Wasserspiegelsprünge von mehr als 20 cm zwischen Ober- und Unterwasser vermeiden (Gefahr vermehrter Erosionstätigkeit)
- Die Stabilität der Maßnahme ist für das Bemessungshochwasser nachzuweisen
- Zufahrtsmöglichkeit für Radlader oder Minibagger erforderlich
- Bauausführung wegen relativ geringer Eingriffe in den Naturhaushalt ganzjährig möglich
- Niedrige Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser (kurze Bauzeit)
- Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- Mittelhohe Baukosten
- Sehr niedrige bis keine Grunderwerbskosten

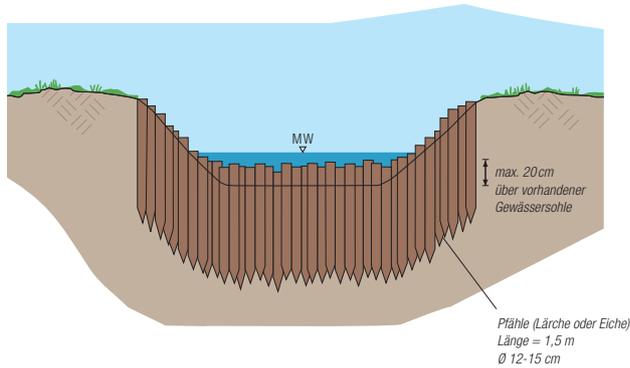
**ZU BEACHTEN**

- Grundswellenart nicht zur flächigen Sohlsicherung geeignet (Verwendung nur auf kurzen

3.2.2 Einbringen von Grundswellen – Pfahlreihen

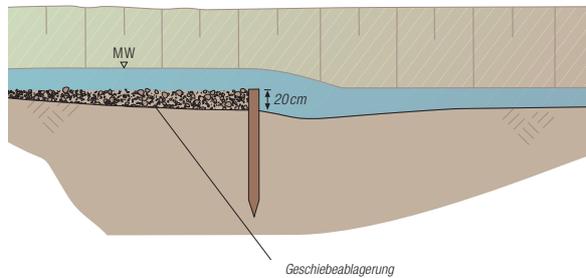
**QUERSCHNITT**

Maßnahme:



**LÄNGSSCHNITT**

Entwicklung:



**BESCHREIBUNG DER MASSNAHME**

Zur Herstellung dieser Grundschwelle werden Pfahlreihen aus gespitzten Rundhölzern (z. B. Lärche, l= 1,5 m, Ø ca. 12 cm) dicht an dicht jedoch in unregelmäßiger geschlängelter Reihenanordnung zur Differenzierung des Abflussverhaltens durch hydraulisches Rammgerät soweit in die Sohle eingebaut, dass ca. 20 cm der Pfahlreihe mit leichten Höhenversatz der Pfähle untereinander (±2 cm) aus der Sohle ragen. Die Pfahlreihe wird in geraden Abschnitten zur Gewässermitte, in Kurven im Bereich des Außenufers um ca. 10 cm eingetieft, um den Niedrigwasserabfluss zu konzentrieren. Zur Vermeidung von Umläufigkeit wird die Pfahlreihe bis mindestens 30 cm oberhalb der Höhe des Mittel-

wasserspiegels (MW) in die Böschung eingebunden. Der Abstand der Schwellen ist abhängig vom Gefälle, von der Gewässbreite und vom anstehenden Sohlmaterial. Je breiter das Gewässer, je grober das Sohlmaterial und je kleiner das Gefälle, desto weiter sollte der Bauwerksabstand sein. Da Sohlenerosion ein sich selbst verstärkender Prozess ist, sind die Erosionsstufen so rasch wie möglich mit geeigneten Mitteln zu fixieren, um weitere Erosionsschäden zu vermeiden.

**LAGEPLAN**

Entwicklung:

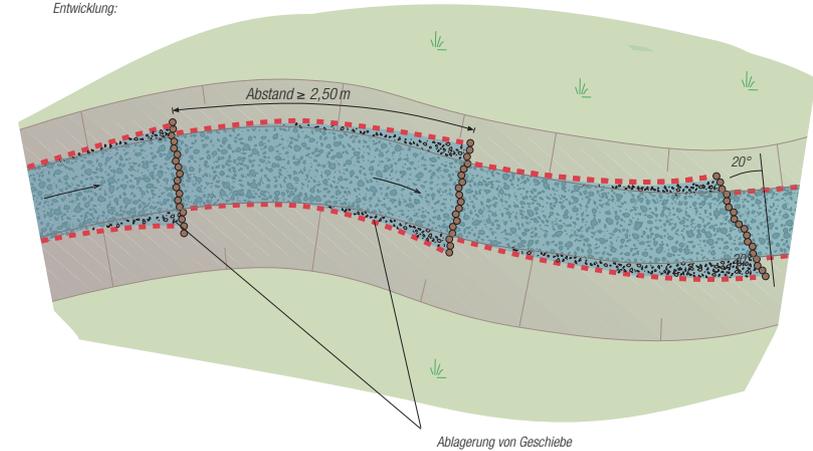


Bild 40 (links) Einbau von Pfahlreihen (Bauzustand) im Wäldersbach

Bild 41 (rechts) Abfolge von unregelmäßig angeordneten Pfahlreihen (Wäldersbach)

**WIRKUNG**

Durch den Einbau mehrerer Grundswellen wird die Schleppspannung reduziert, die Gewässersohle entlastet und der Tiefenerosion Einhalt geboten. Im Gewässer entsteht eine Abfolge von Bereichen geringerer Fließbewegung und schnellerer Strömung. Oberhalb der Grundschwelle kommt es zur Ablagerung von Sedimenten und Geschiebe. Dies führt zu einer Anhebung der erodierten Gewässersohle. Im Unterwasser der Grundschwelle können je nach Sohlbeschaffenheit kleinere Auskolkungen entstehen, die Fischen als Ruhezone und Unterschlupf dienen.

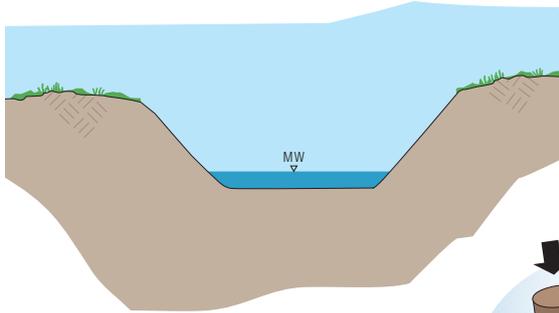
**ZU BEACHTEN**

- Auf Grund des hohen Harzgehaltes besonders gute Eignung von Kiefern-, Lärchen- und Douglasienpfählen für den Einsatz in Gewässern
- Nachweis der Stabilität der Maßnahme für Bemessungshochwasser
- Zufahrtsmöglichkeit bei maschinellem Einschlag der Pfähle erforderlich
- Bauausführung wegen relativ geringer Eingriffe in den Naturhaushalt ganzjährig möglich
- Niedrige Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser (kurze Bauzeit)
- Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- Niedrige Baukosten
- Sehr niedrige oder keine Grunderwerbskosten

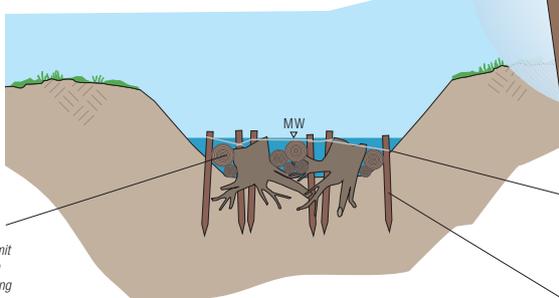
3.2.3 Einbringen von Grundswellen – Totholzschwelle

QUERSCHNITT

Bestand:



Maßnahme:



Wurzelstöcke mit Baumstämmen (in Längsrichtung aufgelagert)

DETAIL

Zur Erhöhung der Seilspannung Pfähle nach Anbringen der Stahlseile nachschlagen!



Fixierung Baumstämme/Wurzelstöcke mittels Stahlseilen

Pfähle (Eiche oder Lärche) Ø 12-15 cm, L=1,75

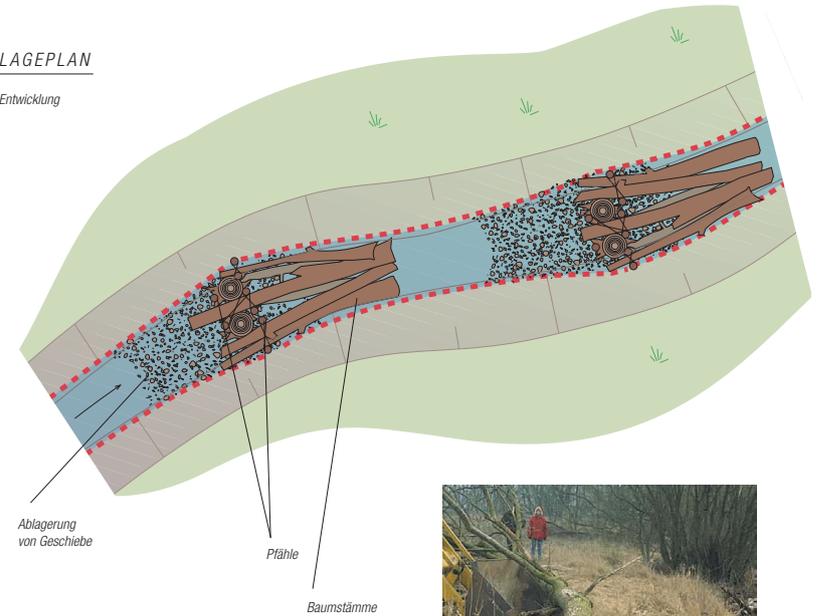
BESCHREIBUNG DER MASSNAHME

Zur Einschränkung der Tiefenerosion werden Wurzelstöcke in die Sohle eingebracht und mit schwerem Totholz (z. B. Baumstämme) in Längsrichtung beschwert, damit die Struktur auch höheren Hochwasserabflüssen standhalten kann. Als zusätzliche Sicherung gegen Verdriften der Totholzschwelle werden pro Wurzelstock je zwei Eichenpfähle (Ø 12-15 cm, L=1,75 m) ober- und unterwasserseitig eingeschlagen und die Wurzelstöcke sowie die auflagernden Baumstämme mittels Stahlseilen (Ø 10 mm) an den Eichenpfählen fixiert. Durch ein zusätzliches Nachschlagen der Pfähle nach Befestigung der Stahlseile erhöht

sich unter Zunahme der Seilspannung die Stabilität der Totholzschwelle. Zur Anordnung der Grundswellen s. Maßnahme „Schwelle aus Naturstein“. Da Sohlenerosion ein sich selbst verstärkender Prozess ist, sind die Erosionsstufen so rasch wie möglich mit geeigneten Mitteln zu fixieren um weitere Erosionsschäden zu vermeiden.

LAGEPLAN

Entwicklung



Ablagerung von Geschiebe

Pfähle

Baumstämme



Bild 42 (rechts) Antransport des Gehölzmaterials für die Totholzschwelle (Asphe)

WIRKUNG

Der Gewässerquerschnitt ist durch das Totholz so stark verengt, dass es trotz tiefer Gewässersohle zu früherer Ausuferung und damit zu Lateralbewegungen des Gewässers kommen kann. Sie verursacht weiterhin oberwasserseitig eine Ablagerung von Sedimenten und damit mittelfristig eine Anhebung der Gewässersohle. Dieser Prozess wird noch dadurch verstärkt, dass sich in der Struktur Geschwemmset und weiteres Totholz anlagert. Der besondere Vorteil dieser Maßnahme liegt darin, dass die eingebrachten Wurzeln als Rückzugsraum für Fische und andere Wasserbewohner dienen können.

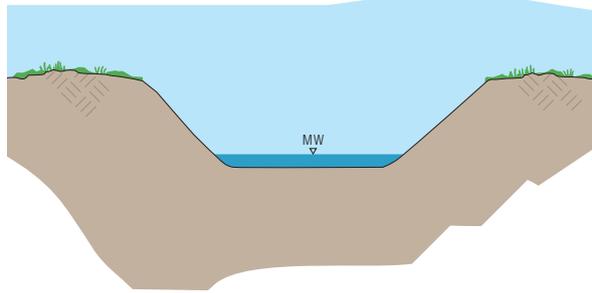
ZU BEACHTEN

- Nachweis der Stabilität der Maßnahme für Bemessungshochwasser
- Zufahrtsmöglichkeit für Baumtransport erforderlich
- Bauausführung wegen relativ geringer Eingriffe in den Naturhaushalt ganzjährig möglich
- Niedrige Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser (kurze Bauzeit)
- Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- Mittelhohe Baukosten
- Niedrige Grunderwerbskosten (Gewässerrandstreifen wegen der evtl. größeren Ausuferungshäufigkeit erforderlich)

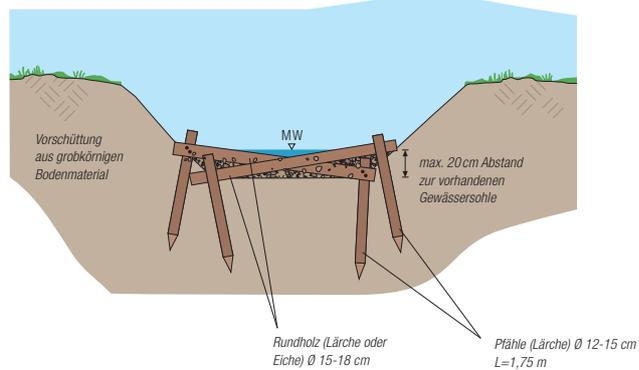
3.2.4 Einbringen von Grundswellen – v-förmig geneigte Holzschwellen aus verwitterungsbeständigen standorttypischen Holzstämmen

QUERSCHNITT

Bestand:



Maßnahme:



BESCHREIBUNG DER MASSNAHME

Zur Einschränkung der Tiefenerosion werden v-förmig, zur Gewässerachse geneigte Rundhölzer (Ø 15-18 cm) aus standorttypischen Gehölzen (z. B. Kiefer, Lärche, Douglasie) an im Gewässer verankerten Pfählen (Ø 12-15 cm, z. B. Lärche, L=1,75 m) befestigt und anschließend mit einer beidseitigen Vorschüttung aus örtlich oder regional vorhandenem, grobkörnigem Steinmaterial versehen. Die Ausrichtung der Rundhölzer ermöglicht einen zentrierten Abfluss über die Mitte der Schwelle auch bei Niedrigwasserführung. Aus Gründen der Durchgängigkeit ist eine Schwellenhöhe von 20 cm nicht zu überschreiten. Zur Erleichterung des Fischeaufstiegs und zur Dif-

ferenzierung der Strömung werden im abstromigen Bereich der Grundschwelle einige größere Störsteine (örtlich oder regional vorhandene Steine, Kantenlänge ca. 30-60 cm) eingebaut. Der erste Stein wird dabei in kurzer Entfernung (<1,0 m) zur Schwelle unmittelbar in den Stromstrich platziert. Zur Anordnung der Grundswellen siehe Maßnahme „Schwelle aus Naturstein“. Da Sohlenerosion ein sich selbst verstärkender Prozess ist, sind die Erosionsstufen so rasch wie möglich mit geeigneten Mitteln zu fixieren um weitere Erosionsschäden zu vermeiden.

LAGEPLAN

Entwicklung:

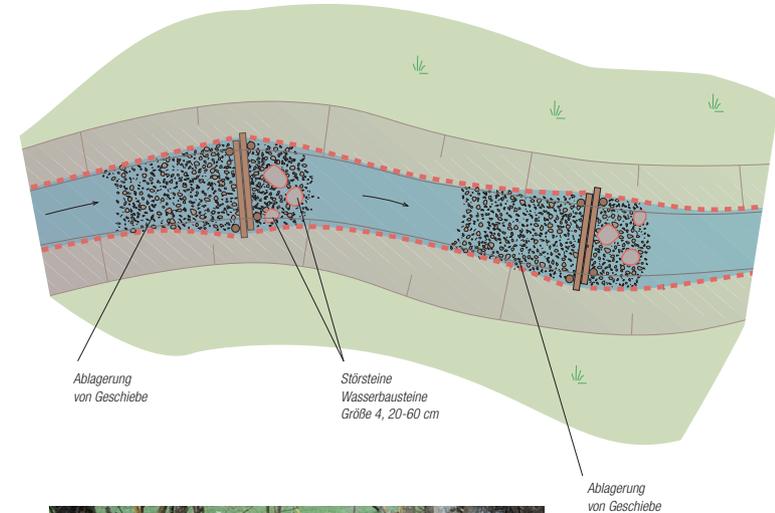


Bild 43  
Niedrigwasserbündelung durch v-förmig geneigte Holzschwelle (Radenbach)

WIRKUNG

Durch den Einbau mehrerer Grundswellen wird die Schleppspannung reduziert, die Gewässersohle entlastet und der Tiefenerosion Einhalt geboten. Im Gewässer entsteht eine Abfolge von Bereichen geringerer Fließbewegung und schnellerer Strömung. Oberhalb der Grundschwelle kommt es zur Ablagerung von Sedimenten und Geschiebe. Dies führt zu einer Anhebung der erodierten Gewässersohle. Durch den Einbau von Störsteinen entstehen strömungsberuhigte Bereiche, die Fischen als Ruhezone und Unterschlupf dienen.

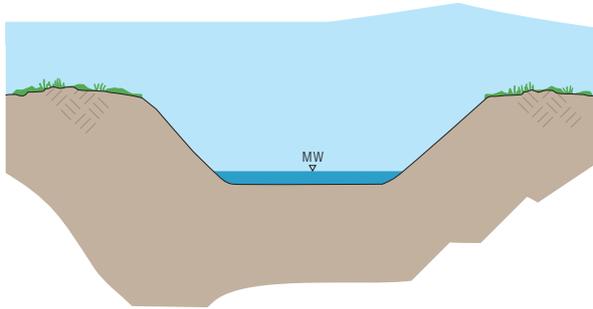
ZU BEACHTEN

- Die Stabilität der Maßnahme ist für das Bemessungshochwasser nachzuweisen
- Kein Maschineneinsatz für die Herstellung erforderlich
- Bauausführung wegen relativ geringer Eingriffe in den Naturhaushalt ganzjährig möglich
- Niedrige Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser (kurze Bauzeit)
- Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- Niedrige Baukosten
- Sehr niedrige bis keine Grunderwerbskosten

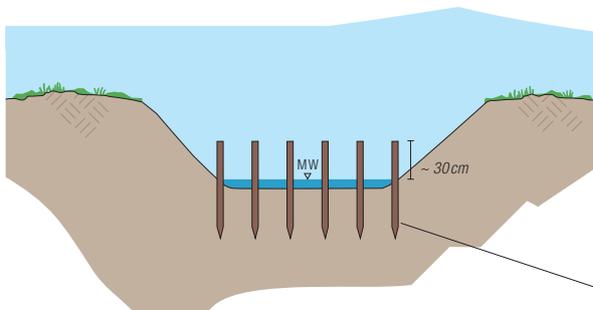
3.2.5 Einbringen von Grundswellen – Einbau von Pfahlfeldern

QUERSCHNITT

Bestand:



Maßnahme:



Pfähle (Eiche oder Lärche)

BESCHREIBUNG DER MASSNAHME

Die Holzpfähle (Lärche, Eiche etc.) mit einem Durchmesser von ca. 10 cm und einer Länge von ca. 1,50 m werden im Abstand von ca. 50 cm in Reihen senkrecht zum Ufer und auf Lücke eingeschlagen, so dass sich einzelne Pfahlfelder ergeben. Sie sollten ca. 30 cm über den Mittelwasserspiegel reichen. Die Einbindetiefe in die Sohle beträgt mindestens die Hälfte der Pfahlänge. Zur Anordnung der Grundswellen siehe Maßnahme „Schwelle aus Naturstein“. Da Sohlenerosion ein sich selbst verstärkender Prozess ist, sind die Erosionsstufen so rasch wie möglich

mit geeigneten Mitteln zu fixieren um weitere Erosionsschäden zu vermeiden.

WIRKUNG

In den Pfahlfeldern lagert sich vom Gewässer transportiertes Geschwemmel und Totholz an. Mit der Zeit kann durch diese Hindernisse wirkungsvoll die Fließgeschwindigkeit reduziert werden, sodass im Oberwasser auch Geschiebe abgelagert wird. Durch die Wiederholung der Maßnahme wird die Gewässersoh-

LAGEPLAN

Entwicklung:

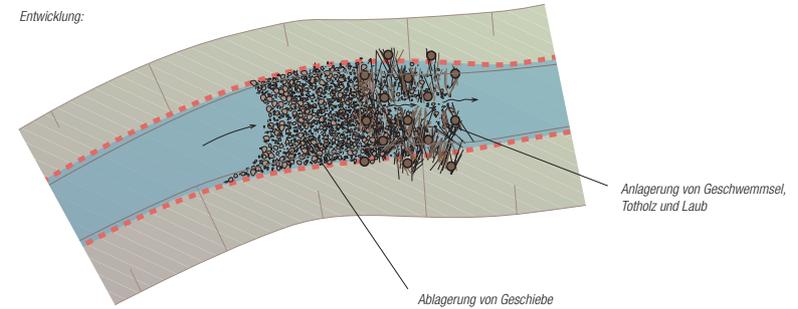


Bild 44  
Pfählfeld mit Anlagerung von Totholz und Geschwemmel (Brühlgraben)

le sukzessiv aufgehöhnt und je nach Tiefenlage des Gewässers die Ausuferungsfähigkeit verbessert. In den Pfahlfeldern können wichtige Rückzugsräume für die aquatische Fauna entstehen.

- Niedrige Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser (kurze Bauzeit)
- Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- Niedrige Baukosten
- Niedrige Grunderwerbskosten (Gewässerrandstreifen wegen der evtl. größeren Ausuferungshäufigkeit erforderlich)

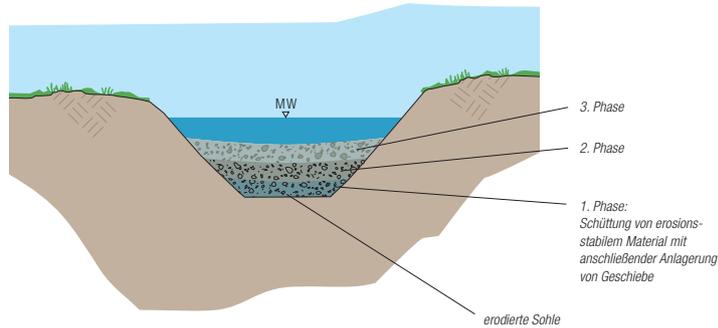
ZU BEACHTEN

- Kein Maschineneinsatz für die Herstellung erforderlich
- Bauausführung wegen relativ geringer Eingriffe in den Naturhaushalt ganzjährig möglich

3.3 Mehrmaliges Einbringen von Grundswellen

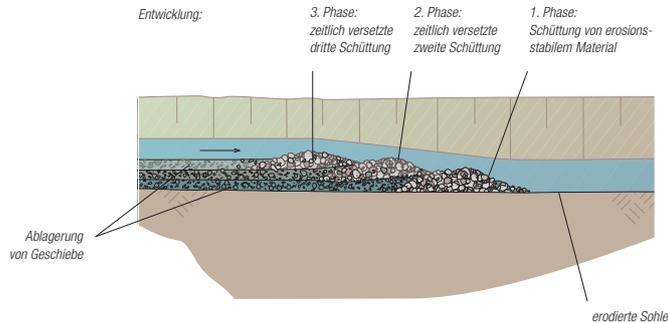
**QUERSCHNITT**

Maßnahme:



**LÄNGSSCHNITT**

Entwicklung:



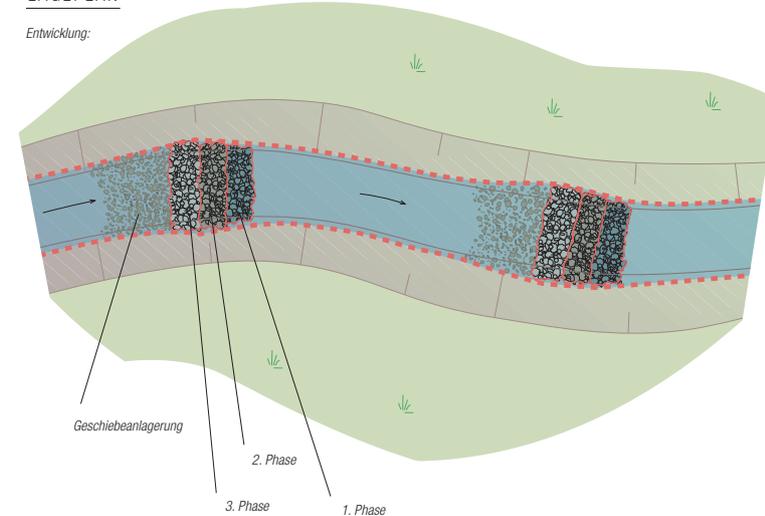
**BESCHREIBUNG DER MASSNAHME**

Zur Umsetzung dieser Maßnahme sind mehrere, zeitlich versetzte Arbeitsschritte notwendig, um die natürliche Entwicklung zur Anhebung der Gewässersohle einzuleiten. Zunächst wird eine Schüttung aus erosionsstabilem Material auf die erodierte Sohle eingebracht. Die gemischtkörnige Schüttung besteht zu mindestens 50% aus Grobkies oder Steinmaterial, das etwa den doppelten Durchmesser wie das gewässertypische Sohlsediment hat sowie aus feinkörnigerem kiesigen

Material, das bei höheren Abflüssen verfrachtet wird und zur Strukturierung der Sohle beiträgt. Es wird nur örtlich oder regional vorhandenes Steinmaterial (keine Wasserbausteine) verwendet. Oberhalb des eingebrachten Geschiebes kommt es im Laufe der Zeit zu Ablagerung von Sedimenten, vor der nach stattgefundenen Ablagerung eine weitere Schüttung eingebracht wird. Auch oberhalb der zweiten Schüttung des Geschiebes findet eine Sedimentation statt.

**LAGEPLAN**

Entwicklung:



**WIRKUNG**

Durch das wiederholte, zeitlich versetzte Einbringen von Geschiebe und die damit verbundenen Ablagerungen von Sedimenten wird im Laufe der Zeit die erodierte Sohle angehoben und durch die erosionsstabilisierende Wirkung des eingebrachten Materials geschützt. Die Sohl-anhebung ermöglicht in der Folge eine Zunahme der Breitenerosion und eine Verbesserung der Vernetzung zwischen Gewässern und Aue durch häufigeres Ausuferen.

Durch den räumlichen Wechsel von Schüttungen und Ablagerungen entsteht an der Bachsohle eine große Substratdiversität und morphologische Vielfalt, sodass das Spektrum an Sohlenbiotopen erweitert wird.

**ZU BEACHTEN**

- Bei größeren Gewässern Schleppspannungsnachweis zur Festlegung der Kornzusammensetzung der Schüttung erforderlich
- Einsatz schwerer Geräte (LKW) erforderlich, Zufahrtsmöglichkeit bereitstellen



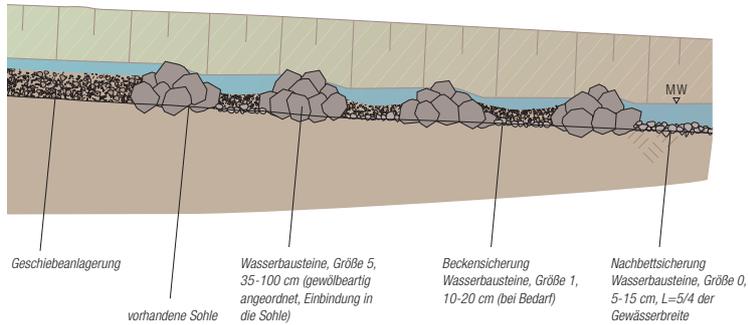
Bild 45  
Sohlaufröschung durch Geschiebeeintrag und -ablagerung (Almersbach)

- Bauausführung wegen relativ geringer Eingriffe in den Naturhaushalt ganzjährig möglich
- Sehr niedrige Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser (kurze Bauzeit und Arbeiten außerhalb des Fließquerschnittes)
- Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- Sehr niedrige Baukosten
- Sehr niedrige oder keine Grunderwerbskosten

3.4 Herstellen von Sohlgleiten

**QUERSCHNITT**

Entwicklung:



Geschiebeanlagerung  
 vorhandene Sohle  
 Wasserbausteine, Größe 5, 35-100 cm (gewölbeartig angeordnet, Einbindung in die Sohle)  
 Beckensicherung Wasserbausteine, Größe 1, 10-20 cm (bei Bedarf)  
 Nachbattsicherung Wasserbausteine, Größe 0, 5-15 cm, L=5/4 der Gewässerbite

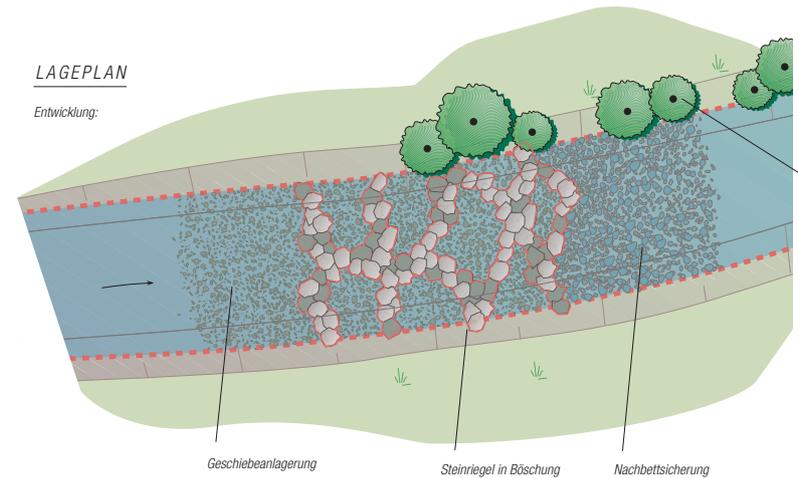
**BESCHREIBUNG DER MASSNAHME**

Für Sohlgleiten gibt es verschiedene Bauweisen. In diesem Zusammenhang soll lediglich auf die Riegelbauweise eingegangen werden. Der Vorteil dieser Bauweise besteht in den geringen Baukosten, der großen Strukturvielfalt und einem Mindestmaß an Eigendynamik. Sohlgleiten in Riegelbauweise setzen sich aus mehreren Steinriegeln zusammen, die in Abhängigkeit von der Gewässergröße im Abstand von 1-3 Meter angelegt werden. Die Wasserspiegelsprünge an den Riegeln sollten 20 cm und die Gesamthöhe der Gleite 2 Meter nicht überschreiten. Die Größe der Wasserbausteine ist entsprechend der maximalen Schleppspannung nachzuweisen. Auf Grund der starken hydraulischen Beanspruchung sind für die Steinriegel ausschließlich Wasserbausteine nach DIN 19657 zu verwenden. Bei kleineren Gewässern mit geringen Abflüssen reichen i. A. Steine mit einer max. Kantenlänge bis ca. 45 cm (Größenklasse 3). Hier können die Sohlgleiten von unterstrom beginnend geschüttet werden, nachdem das Rohplanum (Gefälle 1:25 – 1:30) der Sohle mit Radladern o. ä. hergestellt wurde. Bei größeren Gewässern müssen Wasserbausteine bis Größenklasse 5, (Kantenlänge 35-100 cm) von einem Greiferbagger einzeln versetzt werden. Dabei kann das Herstellen des Planums und das Setzen der Steine in einem Arbeitsgang erfolgen, indem die Steine mit dem Aushub unterfüttert und überfüllt werden. Um die Standfestigkeit zu erhöhen, werden die Riegel gewölbeartig angeordnet,

so dass sich die Steine gegenseitig abstützen können. Es ist darauf zu achten, dass die Riegel ausreichend tief in die Böschung eingebunden werden. Zwischen den Riegeln entstehen Becken, die mit kiesigem bis steinigem Material verfüllt werden, die aber dann der Eigendynamik überlassen werden können. Bei sehr feinkörnigem Sohlensubstrat ist ein Filteraufbau erforderlich. Hierzu kann als Unterbau eine Steinschüttung oder ein Filtervlies (Geotextil) aufgebaut und die Riegel darin eingebunden werden. Bei besonders hohen Schleppspannungen können die Steinriegel an Stahlpiloten abgestützt werden. In größeren Gewässern sollte im Unterstrom zur Stabilisierung der Sohlgleite ein tiefer Kolk als naturnahes Tosbecken mit Gegenschwelle vorgeformt werden. Zur Nachbattsicherung wird die Sohle auf einer Länge vom 1,5fachen der Gewässerbite mit Steinen abnehmender Größe ausgelegt. Die Ufer sind durch Steinwurf, Bepflanzung (z. B. Erlen) oder durch eine Kombination aus Steinwurf und Bepflanzung gegen rückschreitende Erosion zu sichern. Anhaltspunkt für den Bauwerksabstand zwischen Sohlgleiten ist der in Referenzgewässern des Landschaftsraumes vorhandene Abstand zwischen den im Längsprofil auftretenden Querbänken, die in Abhängigkeit vom vorhandenen Längsgefälle des Gewässers auftreten. Bei hohem Längsgefälle kann ein geringerer Abstand, bei geringem Längsgefälle ein größerer Abstand gewählt werden. Schon vorhandene

**LAGEPLAN**

Entwicklung:



Geschiebeanlagerung  
 Steinriegel in Böschung einbinden  
 Nachbattsicherung

ggf. Böschungssicherung durch Bepflanzung (Schwarzerlen)

Erosionsstufen sollten zur Fixierung auf jeden Fall als Standort für eine Sohlgleite ausgewählt werden. Da Sohlenerosion ein sich selbst verstärkender Prozess ist, sind die Erosionsstufen so rasch wie möglich mit geeigneten Mitteln zu fixieren um weitere Erosionsschäden zu vermeiden.

**WIRKUNG**

Mit den Sohlgleiten erfolgt eine Fixierung von Erosionsstufen. So wird ein Höhenunterschied in der Gewässersohle mit einer flachen Neigung überwunden. Sie verändern den Längsschnitt so, dass oberhalb und unterhalb ein geringeres Sohlgefälle als im unverbauten Gewässer entsteht. Daher verringert sich zwischen den Sohlgleiten die Fließgeschwindigkeit, und die Sohle wird durch Geschiebeanlagerung aufgehöhht, die Schleppspannung reduziert und weiterer Tiefenerosion durch Fixierung der Sohle entgegen gewirkt. Das Gefälle wird am Sohlenbauwerk zusammengefasst. Daher ist eine Sohlgleite immer mit einem Sohl sprung verbunden. Ein hydraulisch wirksamer Fließwechsel stellt sich bei Normalabfluss ein. Dieser verursacht eine Kolkbildung im Unterwasser. Durch die raue Oberfläche und Beckenstruktur der Gleite erfolgt eine Differenzierung der Strömung, die für Fische und andere Lebewesen passierbar bleibt und einem hohen Sauerstoffeintrag in das Gewässer förderlich ist.



Bild 46  
 Naturnah gestaltete Sohlgleite (Rothenbach)

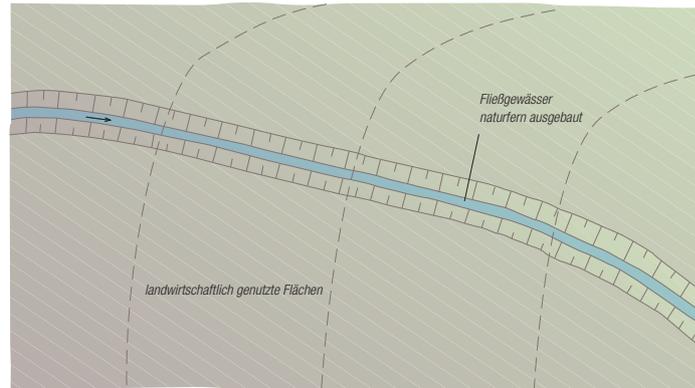
**ZU BEACHTEN**

- Überwachung der weiteren Gewässerentwicklung durch regelmäßige Gewässerschauen
- Einsatz schweren Geräts (Bagger, LKW) erforderlich, Zufahrtsmöglichkeit bereitstellen
- Bauausführung wegen relativ geringer Eingriffe in den Naturhaushalt ganzjährig möglich
- Hohe Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser
- Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- Mittelhohe bis hohe Baukosten (hoch bei halbseitiger Herstellung und erforderlicher Wasserhaltung, Baukostensparnis durch Nichtverfüllen der Becken bei vorh. erodiertem Sohlmaterial)
- Sehr niedrige bis keine Grunderwerbskosten

3.5 Herstellung eines neuen Gewässerverlaufs mit Laufverlängerung

LAGEPLAN

Bestand:



BESCHREIBUNG DER MASSNAHME

Ausgangslage ist ein naturfern ausgebautes, begrdigtes und durch Tiefenerosion geschädigtes Gewässer. Beidseitig des vorhandenen Gewässers wird der neue Gewässerverlauf durch Abgrabung mittels Bagger (Grabenschaufel) unregelmäßig und nur grob vorgegeben. Die Breite der Gewässersohle variiert zwischen den 1,5 fachen und 2,5 fachen der vorhandenen Gewässersohle. Ist der vorhandene Aueboden auf Grund seiner Korngrößenzusammensetzung nicht erosionsstabil, muss die neue Sohle im Mittelwasserbereich mit einer Sohltragschicht aus naturgemäß gekörnter Schotterung ( $d > 15 \text{ cm}$ ), die nur wenig größer als das Geschiebe des Gewässers ist, ausgekleidet werden. Verwendet wird nur örtlich oder regional vorhandenes Steinmaterial (keine Wasserbausteine). Das alte Bachbett wird am Beginn des neuen Gewässerverlaufs durch Erdaufschüttung abgetrennt, so dass auch bei Hochwasser kein Durchfluss möglich ist. Das alte Gewässerbett bleibt in Teilbereichen als Altarm mit unterem Gewässeranschluss oder als Totarm ohne Gewässeranschluss bestehen. Der bei der Herstellung des neuen Gewässerverlaufs anfallende Erdaushub wird in Gewässernähe außer-

halb des Überschwemmungsgebietes in Anpassung an die vorhandene Topografie wieder eingebaut.

WIRKUNG

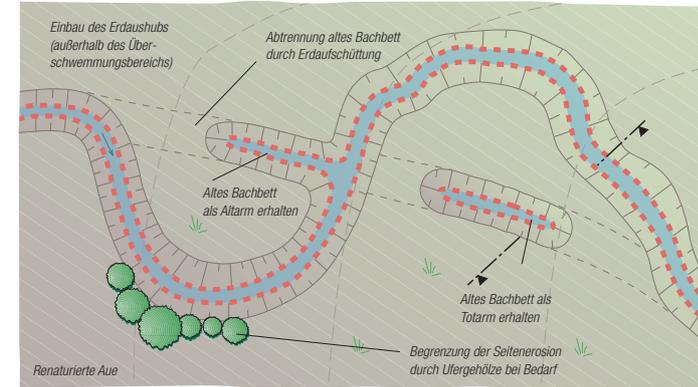
Durch die Maßnahme wird die Lauflänge des Gewässers erhöht. Gefälleminderung und Querschnittsaufweitung reduzieren die Sohl schleppspannungen und die Eintiefungstendenz. Durch das neue flachere Gewässerbett wird der Kontakt zur Aue wiederhergestellt, so dass sich ein strukturreiches Gewässer mit einer standorttypischen Biozönose entwickeln kann.

ZU BEACHTEN

- Hinweise zur Gestaltung des neuen Gewässerverlaufs aus evtl. vorhandenem historischem Kartenmaterial entnehmen
- Überwachung der weiteren Gewässerentwicklung durch regelmäßige Gewässerschauen
- Einsatz schweren Geräts (Bagger, LKW) erforderlich, Zufahrtsmöglichkeit bereitstellen
- Beste Bauzeit (Fischartenschutz): Juni – Septem-

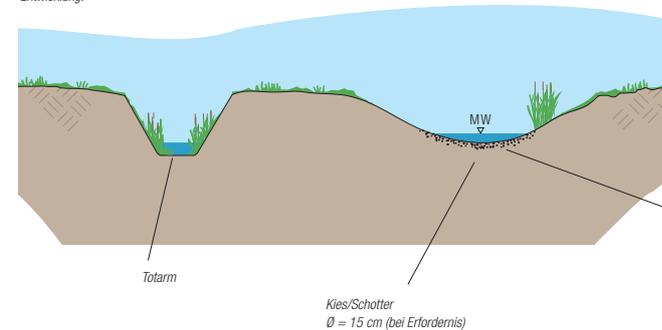
LAGEPLAN

Entwicklung:



QUERSCHNITT

Entwicklung:



- ber, Erosionsgefährdung der Böschungen bei Bauausführung außerhalb der Vegetationsperiode
- Sehr niedrige Gefährdung der Bauausführung durch Hochwasser (nur bei Umschluss potenzielle Gefährdung)
- Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- Mittelhohe bis hohe Baukosten (hoch bei erforderlicher Sohltragschicht)
- Evtl. hohe Grunderwerbskosten



Bild 47  
Neuer Gewässerverlauf mit Laufverlängerung (Hainbach)

## LITERATURVERZEICHNIS

- [1] *Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz (Hrsg.) 2002:*  
Aktion Blau. Leitfaden Gewässerentwicklung für die gewässerunterhaltungspflichtigen Kreise, Städte und Verbandsgemeinden; Mainz.
- [2] *Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz (Hrsg.) 2003:*  
Aktion Blau. Erreichbare Ziele in der Gewässerentwicklung; Mainz.
- [3] *Hillenbrand, T.; Liebert, J. et al. 2001:*  
Kosten-Wirksamkeitsanalyse für Gewässerstrukturmaßnahmen in Hessen. Endbericht. Karlsruhe. [http://www.isi.fhg.de/u/Projekte/pdf/Bericht\\_Hessen.pdf](http://www.isi.fhg.de/u/Projekte/pdf/Bericht_Hessen.pdf)
- [4] *Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Hrsg.) 2000:*  
Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland – Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer; Schwerin.
- [5] *Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz (Hrsg.) 2001:*  
Gewässerstrukturgütekarte (Stand Januar 2001). Maßstab 1:250.000; Mainz
- [6] *Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V. (DVWK) (Hrsg.) 1996:*  
Fluss und Landschaft- Ökologische Entwicklungskonzepte.  
(= Merkblätter zur Wasserwirtschaft 240/1996); Bonn.
- [7] *Gerhard, M., Reich, M. 2001:*  
Totholz in Fließgewässern – Empfehlungen zur Gewässerentwicklung, Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH sowie Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft und Landschaftsentwicklung (GFG)mbH; Mainz.
- [8] *Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V. (DVWK) (Hrsg.) 1997:*  
Uferstreifen an Fließgewässern – Funktion, Gestaltung und Pflege. (Merkblätter zur Wasserwirtschaft 244/1997); Bonn.
- [9] *Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz (Hrsg.) 2001:*  
Hochwasserrückhalt – Schonende Bewirtschaftung von sensiblen Niederschlagsflächen und Bachauen; Mainz.
- [10] *Kern, K. 1998:*  
Sohlenerosion und Auenauflandung – Empfehlungen zur Gewässerentwicklung, DVWK sowie Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft und Landschaftsentwicklung (GFG) mbH; Mainz.

## VERWENDETE PLANUNTERLAGEN

- Verbandsgemeinde Bellheim (Hrsg.) 1998:*  
Renaturierung des Hainbaches mit Eingriffsbewertung und Kompensationsbeschreibung. Gemarkung Zeiskam Flur.St. 4732/1. Genehmigungsplanung nach § 72 Wassergesetz des Landes Rheinland-Pfalz; Bellheim.
- Verbandsgemeinde Bellheim (Hrsg.) 2001:*  
Renaturierung des Hainbaches. II. Abschnitt, Ortsgemeinde Zeiskam. Genehmigungsplanung nach § 72 Wassergesetz des Landes Rheinland-Pfalz; Bellheim.
- Verbandsgemeinde Bellheim (Hrsg.) 1995:*  
Gewässerpflegeplan Verbandsgemeinde Bellheim; Bellheim.
- Verbandsgemeinde Kandel (Hrsg.) 1994:*  
Renaturierung Dierbach in Kandel. Genehmigungsplanung; Kandel.
- Verbandsgemeindeverwaltung Nierstein-Oppenheim (Hrsg.) 2001:*  
Renaturierung der Selz in Hahnheim, Konzeption zur Renaturierung „Im Sauergrund“ der Gemeinde Hahnheim und des Selzverbandes; Nierstein-Oppenheim.
- Verbandsgemeinde Simmern/Hunsrück (Hrsg.) 1995:*  
Renaturierung des Bieberbachs bei Fronhofen im Rahmen der Gewässerunterhaltung durch die Verbandsgemeinde Simmern/Hunsrück; Simmern.
- Verbandsgemeinde Ramstein-Miesenbach (Hrsg.) 1992:*  
Renaturierung Mohrbach Abschnitt Ramstein-Miesenbach. Genehmigungsplanung; Ramstein-Miesenbach.
- Verbandsgemeinde Ramstein-Miesenbach (Hrsg.) 1996:*  
Gewässerpflegeplan Verbandsgemeinde Ramstein-Miesenbach; Ramstein-Miesenbach.
- Stadt Hachenburg (Hrsg.) 1993:*  
Antrag nach §31 WHG. Konzeption zur ökologischen Aufwertung des Rothenbaches und seiner Aue westlich von Hachenburg. Bestandteil des Planfeststellungsbescheides; Hachenburg.

BILDNACHWEISDER FOTOGRAFIE

*C. Zester:*

Bild 6, 11, 12, 13, 21, 23, 30, 31, 34

*H. Berg:*

Bild 36, 43

*H. Diehl:*

Bild 40, 41

*H. Hellwig:*

Bild 39

*H. Müller-Falkenstein:*

Bild 3, 4

*H. Patt:*

Bild 35

*H.-P. Schmitt:*

Bild 5, 44

*J. Scherle:*

Bild 20

*L.A.U.B. Kaiserslautern:*

Bild 7

*M. Gerhard:*

Titelseite, Bild 42

*P. Dhonau:*

Bild 24, 25, 26, 27

*R. Dimmer:*

Bild 1, 2, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 28, 29, 32, 33, 37, 38, 45, 46, 47

*T. Sprieß:*

Bild 8