



1) Überblick	
Kurzbeschreibung	<p>Bodendeckende Lage aus austriebsfähigen elastischen Weidenästen, die auf der Uferböschung verlegt und mit Pflöcken, Riegelhölzern (<i>austriebsfähig/nicht austriebsfähig</i>) und Drahtverspannungen flächig fest auf dem Boden verankert werden.</p> <p>Zielvegetation: gebietsheimischer und standorttypischer Gehölzbestand (<i>Bäume und/oder Sträucher – je nach Weidenart und Unterhaltungsziel</i>)</p>
Gewährleistung des Uferschutzes	<p>Sofort flächig wirksamer Böschungsschutz vor Oberflächenerosion infolge von Strömung und Wellen bei flächendeckender Verlegung</p> <p>Filterstabilität durch flächendeckende, bodenschlüssige Verlegung der Weidenäste oder Anordnung eines zusätzlichen Filters zwischen Weidenästen und Boden</p> <p>Anwendbar auf Böschungsneigungen von 1:3 und flacher</p> <p>Im Einflussbereich von schiffsinduziertem Wasserspiegelabsenk nur anwendbar, wenn keine die Uferstabilität gefährdenden Porenwasserüberdrücke im Boden auftreten (<i>geringe Absunkwerte, sehr durchlässiger Boden im Böschungsbereich, flache Böschungsneigungen – Prüfung nach GBB¹⁾</i>)</p>
Ökologisches Potenzial gegenüber einer Steinschüttung	<p>Förderung/Entwicklung einer gebietsheimischen und standorttypischen Gehölzvegetation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erhöhung der Struktur- und Artenvielfalt am Gewässer - Verhinderung/-minderung des Aufkommens von Neophyten - Schaffung von Lebensraum für Gehölz bewohnende Tiere (z. B. Vögel und Insekten) - insbesondere bei ausgesetzter Unterhaltung Entwicklung auwaldähnlicher Strukturen möglich, die wertvollen Lebensraum und Rückzugsmöglichkeiten für diverse standorttypische Tiergruppen bieten - Lebensraum und Unterstände für aquatische Fauna (Wirbellose, Fische) im reifen Zustand der Maßnahme bei ausgesetzter Unterhaltung und Einwachsen in den aquatischen Bereich
Vor-/ Nachteile	<p>Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lebendmaterialien, ggf. vor Ort zu gewinnen - vergleichsweise geringe Kosten - Verlegung und Befestigung von Hand, keine speziellen Geräte erforderlich - rasche Begrünung aufgrund der schnell wachsenden und austriebstarken Weiden <p>Nachteile</p> <ul style="list-style-type: none"> - zeitlich eingeschränkte Bauphase (<i>Weidengewinnung und Einbau nur in Vegetationsruhezeit</i>) - Überdeckung mit Boden muss in der Anfangszeit nach Hochwassereinfluss ggf. erneuert werden

Vor-/ Nachteile (Fortsetzung)	<ul style="list-style-type: none"> - ggf. eingeschränkte Verfügbarkeit von Spenderflächen für gebietsheimische, geeignete Weiden - hoher und dichter Gehölzbewuchs kann abflussrelevant werden - erhöhter Unterhaltungsaufwand (<i>insbesondere bei höherwüchsigen Baumweidenarten</i>)
2) Bauelemente und Einbau	
Bauelemente	<p>austriebsfähige Weidenäste gebietsheimische und standorttypische Strauch- und/oder Baumweiden (<i>möglichst gerade gewachsen für guten Bodenkontakt, Mischung männlicher und weiblicher Exemplare</i>) Ø: 2 - 5 cm (<i>Mischung dünner und dicker Äste; dicke Äste mit stärkerem Austriebsvermögen, dünne Äste für bodenschlüssigere Astlage</i>) L: 200 - 500 cm Baumweiden: Silber-Weide (<i>Salix alba</i>), Fahl-Weide (<i>Salix x rubens</i>) Strauchweiden: Purpur-Weide (<i>Salix purpurea</i>), Mandel-Weide (<i>Salix triandra</i>), Korb-Weide (<i>Salix viminalis</i>)</p>
Filter	<p>Bei Gefahr von Bodenaustrag im Anfangszustand Anwendung eines Geotextilfilters zwischen Weidenästen und anstehendem Boden (<i>zu bemessen nach MAG¹²⁾</i>). Ideal ist ein gut durchwurzelbares, biologisch vollständig abbaubares Geotextil, da es nur für den Anfangszustand (ca. 3 Jahre) gebraucht wird, danach können die Wurzeln die Filterfunktion übernehmen. Falls kein geeignetes, vollständig abbaubares Geotextil zur Verfügung steht, kann alternativ ein durchwurzelbares, stabiles Kunststoffvlies ($\geq 300 \text{ g/m}^2$) verwendet werden.</p>
Befestigungen	<p>Pflöcke und Riegelhölzer austriebsfähig (<i>gebietsheimische und standorttypische Weiden, zusätzliche Wurzelbildung und dichtere Vegetation</i>) nicht austriebsfähig (<i>beliebige Hölzer</i>) Ø_{Pflock}: 8 - 10 cm L_{Pflock}: mindestens 80 - 100 cm Ø_{Riegelholz}: ca. 10 - 12 cm (<i>möglichst gerade Stangen für guten Bodenkontakt</i>) Spanndraht <i>(für das Zusammenbinden der Pflöcke und Riegelhölzer)</i> Stärke: 0,3 cm, gegläht</p>
Be- deckung	<p>Boden Aufbringen von gering plastischem, lehmigem bis sandig-kiesigem Boden (<i>für guten Bodenkontakt und Schutz vor Austrocknung der Äste</i>) Oberkante der Überdeckung: ca. 3 cm über Spreitlage</p>
Gewinnung und Einbau- zeiten	<p>Gewinnung der Weidenäste Vegetationsruhezeit (= <i>Zeitspanne zwischen Laubfall und Austrieb; Beachtung naturschutzfachlicher Vorgaben nach BNatSchG bei der Weidengewinnung in freier Landschaft</i>) Verlegung der Weidenäste <i>(während Vegetationsruhe, an frostfreien Tagen)</i> Optimal: März/April (<i>sofortige Wurzelbildung nach Einbau</i>) Bedingt geeignet: Oktober/November (<i>Wurzelbildung erst im nächsten Frühjahr</i>)</p>

<p>Einbaurandbedingungen</p>	<p>Bezug zum Wasserstand Unterkante Weidenspreitlage (= basale Enden): ca. Mittelwasser/ Normalwasserstand <i>(An Wasserstraßen mit keinen oder nur geringen Wasserspiegelschwankungen ggf. auch 0,5 m unterhalb Normalwasserstand möglich, siehe hierzu „Erfahrungen von der Versuchsstrecke am Rhein“ unter „Überflutungstoleranz“)</i></p> <p>Böschungsneigung 1:3 und flacher</p> <p>Lichtverhältnisse Sonne oder Halbschatten</p>
<p>Einbauhinweise</p>	<p>flächendeckende Verlegung ca. 40 bis 50 Äste pro lfd. m <i>(abhängig von Astdurchmesser)</i> Anordnung in Böschungfallrichtung oder diagonal auf der Böschung (vgl. Anlage 1); dicke, basale Astenden nach unten gerichtet</p> <p>Wasserversorgung unterste, wasserseitige Lage: basale Astenden ins Wasser reichend obere Lagen: basale Astenden 1 m lang und mind. 0,5 m tief in Boden eingraben <i>(bei mehreren Lagen über die Böschungshöhe; vgl. Anlage 1)</i></p> <p>Überlappung bei Verlegung mehrerer Lagen vom Wasser zur Böschungsoberkante: - Fußeinbindung in unter Wasser vorhandene Steinschüttung oder Gräben - Zweigspitzen der unteren Weidenspreitlagen überdecken die basalen Enden der nächst höheren Reihe Spreitlagen</p> <p>Befestigung Abstand der Pflöcke ≤ 100 cm; Pflöcke ggf. schräg gegen Strömung einschlagen <i>(bessere Verankerung)</i> Abstand der Riegelhölzer ≤ 100 cm; kreuzweise Drahtverspannung <i>(Riegelhölzer parallel oder schräg zur Uferlinie zur Minimierung böschungsabwärts gerichteter Bodenverlagerungen im Anfangszustand)</i> Durch die Befestigungen müssen die Weidenäste flächigen Bodenkontakt haben für eine Wurzelbildung auf der gesamten Böschungfläche <i>(ggf. muss der Abstand der Riegelhölzer und Pflöcke verringert werden)</i>.</p> <p>Arbeitsschritte (vgl. Anlage 2) 1) Rohprofil herstellen; ggf. Gräben zur Einbindung vorbereiten 2) Einschlagen der Pflöcke zunächst zu 2/3 3) Verlegen der Spreitlagen, untere Lage mind. 100 cm in Steinschüttung <i>(i. d. R. unterhalb mittlerer Wasserstände vorhanden)</i> einbinden 4) Einbau Riegelhölzer über Spreitlagen 5) Drahtverspannung über Riegelhölzer und Pflöcke 6) Nachschlagen der Pflöcke <i>(Riegelhölzer und Weiden fest auf Boden pressen)</i> 7) Pflöckenden ca. handbreit über Draht absägen <i>(minimiert Angriffsfläche)</i> 8) Übererdung <i>(während Initialstadium nach Hochwasser ggf. erneuern)</i></p> <p>Gewährleistung der Filterstabilität - Weidenäste dicht und flächendeckend fest an Boden pressen - Einbau eines zusätzlichen Filters bei Gefahr von Materialaustrag <i>(sehr feiner Boden oder keine flächige Abdeckung)</i></p>

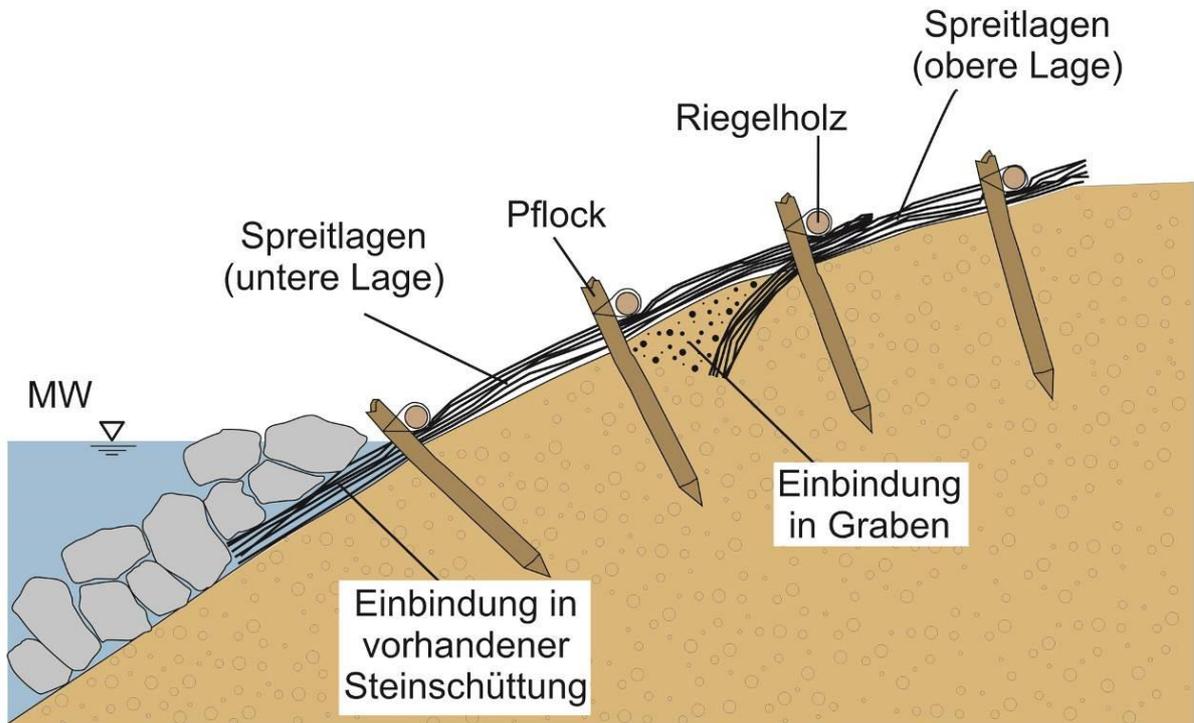
3) Wirkungsweise und Belastbarkeit	
Wirkungs- weise	<p>Schutz vor Oberflächenerosion infolge Strömung und Wellen</p> <p>unmittelbar nach Einbau durch flächige, filterstabile Böschungsabdeckung mit Weidenästen, Befestigungen, ggf. zusätzlichen Filter</p> <p>langfristig zusätzlicher Schutz durch oberflächennahes Wurzelgeflecht und oberirdische Sprosse der wachsenden Weiden (<i>Filter und Befestigungen werden zunehmend überflüssig</i>)</p>
	<p>Schutz vor Böschungs-rutschung (Ableiten) infolge Absink/ Porenwasserüberdruck</p> <p>unmittelbar nach Einbau durch ausreichend dimensionierte Befestigungspflöcke (<i>Einbindetiefe und Abstandsraster</i>)</p> <p>langfristig durch enges, tief reichendes Wurzelgeflecht/ Einzelwurzeln im Untergrund (<i>Erhöhung der Scherfestigkeit des Bodens (Wurzelkohäsion), Bodenvernagelung (Befestigungen werden zunehmend überflüssig)</i>)</p>
	<p>Schutz vor hydrodynamischer Bodenverlagerung infolge Absink/ Porenwasserüberdruck</p> <p>unmittelbar nach Einbau kein Schutz, Begrenzung der böschungsabwärts gerichteten Bodenverlagerung durch parallel oder schräg zur Uferlinie verlaufende Querriegel (<i>fest an Boden gepresst</i>)</p> <p>langfristig durch enges, tief reichendes, dichtes Wurzelgeflecht (Wurzelkohäsion)</p>
	<p>Allgemein</p> <p>Oberirdische Sprossachsen und Blätter der Weidenäste können die Wellen- und Strömungseinwirkungen reduzieren und lokal Sedimentation und Anlandung begünstigen.</p>
Aufnehmbare hydraulische Belastungen	<p>Grundlage: Bisherige Erfahrungen an Wasserstraßen^{3) bis 8)} und Erfahrungen an Fließgewässern ohne Schifffahrt¹³⁾</p> <p>- Wasserspiegelabsink: keine Angaben (<i>derzeit noch nicht zur Anwendung empfohlen, wenn Wasserspiegelabsink standsicherheitsrelevante Porenwasserüberdrücke im Boden erzeugt (Nachweis nach GBB¹⁾)</i>)</p> <p>- Wellenhöhe: 0,4 m^{*)} (<i>abgeleitet aus Erfahrungen an Fließgewässern ohne Schifffahrt für Gewässer mit Schifffahrt¹³⁾</i>)</p> <p style="padding-left: 100px;">0,4 m (<i>bisher bei relevanten Wasserständen gemessene Belastung in der Versuchsstrecke Stolzenau an der Weser²⁾</i>)</p> <p style="padding-left: 100px;">0,3 m (<i>bisher bei relevanten Wasserständen gemessene Belastung in der Versuchsstrecke am Rhein in den Versuchsfeldern 2 und 3⁶⁾</i>)</p> <p>- Ufernahe Strömungsgeschwindigkeit: 2,0 m/s^{*)} (<i>abgeleitet aus Erfahrungen an Fließgewässern ohne Schifffahrt für Gewässer mit Schifffahrt¹³⁾</i>)</p> <p style="padding-left: 100px;">1,0 m/s (<i>bisher bei relevanten Wasserständen gemessene Belastung in der Versuchsstrecke Stolzenau an der Weser²⁾</i>)</p> <p style="padding-left: 100px;">0,5 m/s (<i>bisher bei relevanten Wasserständen gemessene Belastung in der Versuchsstrecke am Rhein in den Versuchsfeldern 2 und 3⁶⁾</i>)</p> <p>^{*) Werte für den kritischen Anfangszustand}</p>

<p>Überflutungstoleranz</p>	<p>Hohe Überflutungstoleranz der Weiden von 80 Tagen (Korb-Weide)¹¹⁾ bis 130 Tagen (Mandel-, Purpur-Weide) bzw. 170 Tagen (Silber-Weide)^{9) bis 11)} Überflutungsdauer im Jahr (<i>Orientierungswerte!</i>).</p> <p>Überflutungstoleranz wird zusätzlich beeinflusst von: Überflutungshöhe, Strömung, Alter und Wuchshöhe der Bäume/Sträucher, Zeitraum der auftretenden Überflutung (<i>während Vegetationsperiode oder -ruhe</i>), Vitalität der Pflanzen.</p> <p>Erfahrungen von der Versuchsstrecke am Rhein^{4) bis 7)}: eingeschränkte Triebentwicklung im Wasserwechselbereich (MW - 0,5 m bis MW +1 m) bei häufigem, lang anhaltendem Überstau durch HW (bis zu 10 Wochen ohne Unterbrechung) und gleichzeitigen schiffsinduzierten Belastungen und andererseits längeren Niedrigwasserphasen</p>
<p>4) Sonstiges</p>	
<p>Unterhaltung</p>	<p>Vorgehensweise zur Entwicklung eines ökologisch wertvollen mehrstufigen Bestandes</p> <p>Unterhaltungsmaßnahmen sollten plenterartig, d. h. ungleichmäßig und in größeren zeitlichen Abständen in Abhängigkeit der Wuchsleistung (Baum-/Strauchweiden) und des Unterhaltungsziels durchgeführt werden, um langfristig einen verkehrssicheren, standorttypischen und gemischtaltrigen Weidenbewuchs zu erzielen (<i>großflächiges Zurückschneiden ist zu vermeiden</i>).</p> <p>Durchführung nur in der Zeit vom 1. Oktober bis Ende Februar zum Schutz von Brutvögeln und anderen Wildtieren (nach BNatSchG)</p> <p>Rückschnitt</p> <p><i>unter Beachtung der Zielvegetation (Strauch-/ Baumweiden)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Gewährleistung eines ausreichenden Hochwasserabflusses - Vermeidung einer zu starken Beschattung des Unterwuchses (<i>Erosionsgefahr</i>) - Bestandserhaltung bzw. Verjüngung (<i>Erhalt der Elastizität</i>) - Förderung des Wurzelwachstums (<i>Böschungsstabilität</i>)
<p>Beispiele an Bundeswasserstraßen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Versuchsstrecke an der Weser bei Stolzenau, km 241,550 - 242,300, rechtes Ufer, (Versuchsfelder 7a und 10), Fertigstellung 1989²⁾ - Versuchsstrecke am Rhein bei Lampertheim, km 440,600 - 441,600, rechtes Ufer, (Versuchsfelder 2 und 3), Fertigstellung 2011^{3) bis 7)} - Uferrückverlegung am Main, linkes Ufer, km 310,000 - 311,000, Fertigstellung 2012
<p>Literatur/ Quellen</p>	<ol style="list-style-type: none"> ¹⁾ BAW (2011): Bundesanstalt für Wasserbau (Hrsg.), Grundlagen zur Bemessung von Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen (GBB 2010), Eigenverlag, Karlsruhe 2011. ²⁾ BAW, BfG (2008): Bundesanstalt für Wasserbau, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Untersuchungen zu alternativen technisch-biologischen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen - Teil 2: Versuchsstrecke Stolzenau/Weser, Eigenverlag, Karlsruhe, Koblenz 2008. ³⁾ BAW, BfG (2012): Einrichtung einer Versuchsstrecke mit technisch-biologischen Ufersicherungen, Rhein, km 440,600 bis km 441,600 (rechtes Ufer), Erster Zwischenbericht – Randbedingungen, Einbaudokumentation, Monitoring, 25.01.2012, abrufbar unter http://ufersicherung.baw.de/de/index.html ⁴⁾ BAW, BfG, WSA MA (2013): Einrichtung einer Versuchsstrecke mit technisch-biologischen Ufersicherungen, Rhein, km 440,600 bis km 441,600 (rechtes Ufer), Zweiter Zwischenbericht – Erste Monitoringergebnisse 2012, 20.06.2013, abrufbar unter http://ufersicherung.baw.de/de/index.html ⁵⁾ BfG, BAW (2014): Einrichtung einer Versuchsstrecke mit technisch-biologischen Ufersicherungen, Rhein, km 440,600-441,600 (rechtes Ufer), Teilbericht Vegetation, Monitoringergebnisse 11/2012 bis 10/2013, letztmalig aktualisiert am 19.3.15, abrufbar unter http://ufersicherung.baw.de/de/index.html

<p>Literatur/ Quellen (Fortsetzung)</p>	<p>⁶⁾ BAW, BfG (2015): Einrichtung einer Versuchsstrecke mit technisch-biologischen Ufersicherungen, Rhein, km 440,600 bis km 441,600 (rechtes Ufer), Teilbericht Standsicherheit und Unterhaltung, Monitoringergebnisse 11/2012 bis 10/2013, 30.03.2015, abrufbar unter http://ufersicherung.baw.de/de/index.html</p> <p>⁷⁾ BAW, BfG, WSA MA (2016): Einrichtung einer Versuchsstrecke mit technisch-biologischen Ufersicherungen, Rhein, km 440,600 bis km 441,600 (rechtes Ufer), Fünfter Zwischenbericht – Monitoringergebnisse 11/2014 bis 10/2015, 08/2016, abrufbar unter http://ufersicherung.baw.de/de/index.html</p> <p>⁸⁾ BAW, BfG: Internetportal zur Thematik „Alternative technisch-biologische Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen“, http://ufersicherung.baw.de/de/index.html</p> <p>⁹⁾ Dister, E. (1988): Ökologie der mitteleuropäischen Auenwälder. Wilhelm-Münker-Stiftung. Heft 19. S. 6-30. Siegen</p> <p>¹⁰⁾ Späth, V. (1988): Zur Hochwassertoleranz von Auenwaldbäumen, Natur und Landschaft 63, 1988, S. 312 bis 315</p> <p>¹¹⁾ Westhus, W. (1986): Beobachtungen zur Überflutungstoleranz von Gehölzen und daraus abgeleitete Pflanzvorschläge. Hercynia N. F., Leipzig 23 (1986) 3, S. 346-353.</p> <p>¹²⁾ MAG (1993): Merkblatt Anwendung von geotextilen Filtern an Wasserstraßen (Ausgabe 1993)</p> <p>¹³⁾ DWA (2016): Technisch-biologische Ufersicherungen an großen und schiffbaren Binnengewässern, Merkblatt DWA-M519, März 2016</p>
<p>5) Institutionen / Link</p>	
<p>Adressen, Ansprechpartner</p>	<p>Bundesanstalt für Wasserbau Referat Erdbau und Uferschutz (G4) Petra Fleischer (Federführung): +49 (0)721 9726-3570 @: petra.fleischer@baw.de</p> <p>Bundesanstalt für Gewässerkunde Referat Vegetationskunde, Landschaftspflege (U3) Dr. Andreas Sundermeier: +49 (0)261 1306-5151 @: ag-ufersicherung@bafg.de</p>
<p>Link</p>	<p>Weitere Informationen zum Thema finden sich hier: http://ufersicherung.baw.de/de</p>

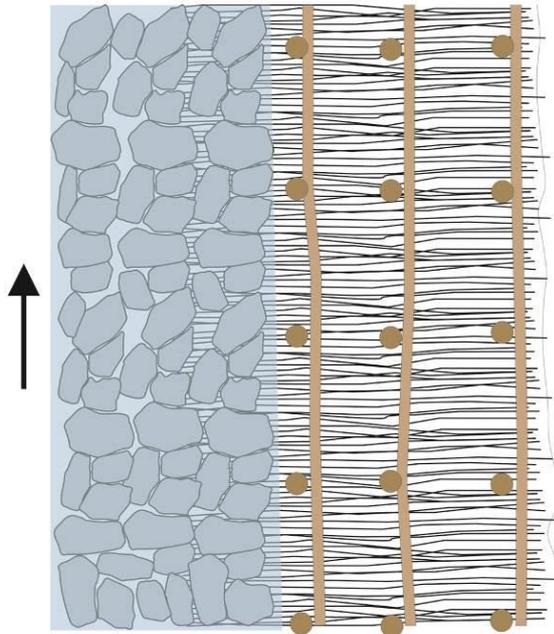
Anlage 1

Schematische Darstellung

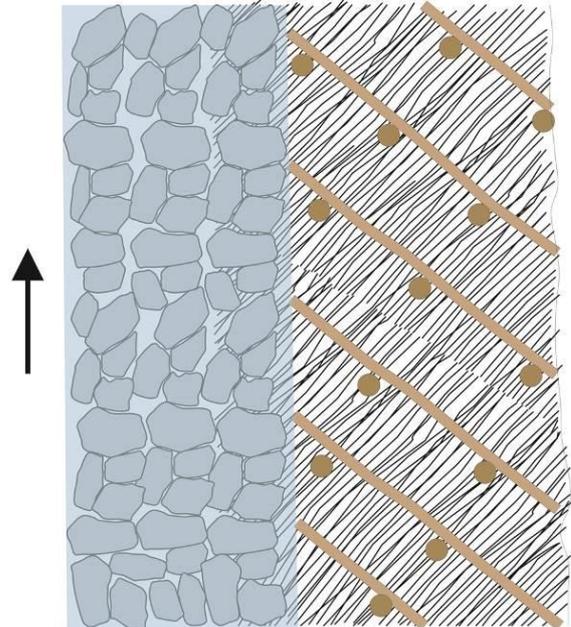


Verlegevarianten (dargestellt in der Draufsicht)

Spreitlagen in Böschungfallrichtung verlegt



Spreitlagen diagonal auf der Böschung verlegt



Anlage 2	Beispiel-Fotos
Quelle: Versuchsstrecke Lampertheim am Rhein ^{3) bis 8)}	Fotos: BAW/BfG
	
<p>(1) Einbaumaterial: lange und möglichst gerade gewachsene Weidenäste gebietsheimischer Arten; Nov. 2011</p>	<p>(2) Aushub von ca. 1 m tiefen Gräben, in die die basalen Enden der Weidenäste gesteckt werden; Nov. 2011</p>
	
<p>(3) In die Gräben eingelegte Weidenäste (mehrlagig in Böschungsfallrichtung verlegt); Nov. 2011</p>	<p>(4) Ca. 1 m tiefe Einbindung der untersten Astlage in die Steinschüttung; Nov. 2011</p>
	
<p>(5) Spreitlage, verlegt in Böschungsfallrichtung; Befestigung der Astlagen mit Pflöcken, Querriegeln und Drahtverspannung; Dez. 2011</p>	<p>(6) Spreitlage, diagonal verlegt; Befestigung der Astlagen mit Pflöcken, Querriegeln und Drahtverspannung; Dez. 2011</p>



(7) Überdeckung der Weidenspreitlagen mit einem Sand-Kiesgemisch; Dez. 2011



(8) Erste Blattaustriebe; Mitte März 2012



(9) Ausgetriebene Weidenspreitlagen; Mitte Mai 2012



(10) Detailaufnahme des Weidenaustriebs nach einer Vegetationsperiode, Ende Okt.12



(11) Ergebnis einer Wurzelauflagerung: Wurzellängen bis 60 cm im Nov. 2012



(12) Weidenbestand aus Weidenspreitlage, Juli 2016