



1) Überblick	
Kurzbeschreibung	<p>Mit für den Einbaubereich geeigneten Pflanzen vorkultivierte und durchwurzelt Pflanzmatten, die flächendeckend auf der Uferböschung verlegt und mit Pflöcken und Riegelhölzern auf dem Untergrund befestigt werden (<i>wichtig ist ein schlüssiger Bodenkontakt</i>).</p> <p>Zielvegetation: gebietsheimische und standorttypische Vegetation aus Röhrichten, Hochstauden, Gräsern und Kräutern (<i>zonierter Einbau je nach Toleranzbereich der eingebrachten Pflanzenarten entsprechend der Eigenschaften des Standortes</i>)</p>
Gewährleistung des Uferschutzes	<p>Bei flächendeckender und bodenschlüssiger Verlegung sofort flächig wirksamer Böschungsschutz vor Oberflächenerosion infolge von Strömung und Wellen</p> <p>Filterstabilität durch Aufbau der Pflanzmatte selbst oder Verlegung eines zusätzlichen Geotextils zwischen Boden und Pflanzmatte</p> <p>Anwendbar nur an Wasserstraßen ohne oder mit sehr geringen Wasserstandsschwankungen und bei Böschungsneigungen von 1:3 und flacher</p> <p>Nicht anwendbar im ständig oder zeitweise überstauten Böschungsbereich^{4) und 6)}</p>
Ökologisches Potenzial gegenüber einer Steinschüttung	<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhung der pflanzlichen Struktur- und Artenvielfalt - Förderung der natürlichen Sukzession durch Initialpflanzung - Reduzierung des Aufkommens von Neophyten - Verbesserung von Lebensraumstrukturen, besonders für boden- und pflanzenbewohnende Tierarten (Insekten, Spinnen, bodenbrütende Vögel) - Nahrungshabitate für insektenfressende Tierarten, z. B. Vögel und Säugetiere - Keine Strukturverbesserung für aquatische Lebensgemeinschaften
Vor-/ Nachteile	<p>Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verlegung und Befestigung von Hand, keine speziellen Geräte erforderlich - rasche Begrünung durch vorkultivierte und im Verbund eingebrachte, standorttypische Pflanzen <p>Nachteile</p> <ul style="list-style-type: none"> - lange Vorlaufplanung nötig (<i>frühzeitige Bestellung der Pflanzmatten bei geeigneten Fachfirmen, da Verfügbarkeit der ausgeschriebenen Arten mit Herkunftsnachweis nicht immer gewährleistet und Vorkultivierung der Pflanzenmatten über mind. eine Vegetationsperiode erforderlich</i>) - zeitlich eingeschränkte Bauphase (Witterung, Vegetationszeit) - Gesamterfolg in starkem Maße abhängig von der richtigen Auswahl und Lieferqualität der vorkultivierten Pflanzen, Qualitätssicherung erforderlich - ggf. hoher Anteil nicht abbaubarer Materialien, je nach Kunststoffanteil im Trägermaterial der Pflanzmatten

2) Bauelemente und Einbau	
Bauelemente Pflanzmatten	<p>Pflanzmatte vorkultivierte Trägermatte (bei geringen Belastungen z. B. aus Kokos, ggf. verstärkt mit einem Kunststoffgewebe) bepflanzt mit 20-25 Pflanzen/m² Auswahl der Pflanzen orientiert sich an natürlicher Uferzonierung (Bezug zur MW-Linie) und den Standortbedingungen am Einbauort; ggf. mit differenzierter Bepflanzung für unterschiedliche Böschungszonen, z. B. Röhrichte, Hochstauden, Gräser und Kräuter gängige Mattenmaße: Breite: 0,5 m / 0,75 m / 1,0 m Länge: 5 m, Dicke: ca. 4 cm</p>
Filter	<p>Geotextilfilter Bei Bedarf (<i>wenn Filterstabilität allein durch Pflanzmatte nicht gegeben ist, z. B. bei feinkörnigem Boden</i>) Anwendung eines Geotextilfilters zwischen Pflanzmatten und Untergrund (<i>zu bemessen nach MAG¹⁰⁾</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 werden²⁾.</p>
Befestigungen	<p>Pflöcke und Riegelhölzer (Querriegel) nicht austriebsfähige beliebige Hölzer $\varnothing_{\text{Pflock}}$: 8 - 10 cm L_{Pflock}: mindestens 80 - 100 cm $\varnothing_{\text{Riegelholz}}$: ca. 10 - 12 cm (<i>möglichst gerade Stangen für guten Bodenkontakt</i>) Abstand der uferparallelen Riegelhölzer: 0,5 bis 1,0 m Pflöcke: mindestens 5 Stück pro m² Spanndraht (<i>für das Zusammenbinden der Pflöcke und Riegelhölzer</i>) Stärke: 0,3 cm, gegläht</p>
Vorkultivierung und Einbauzeiten	<p>Vorkultivierung mindestens eine Vegetationsperiode zum Einbau muss die Matte vollflächig bewachsen und durchwurzelt sein (<i>laufende Qualitätssicherung durch AG erforderlich</i>) Einbauzeit (<i>während Vegetationsruhe, an frostfreien Tagen</i>) Optimal: März/April (<i>sofortiges Wurzelwachstum nach Einbau</i>); je nach Lage und Witterung auch noch bis in den Mai Bedingt geeignet: Oktober/November (<i>Wurzelwachstum erst im nächsten Frühjahr</i>)</p>

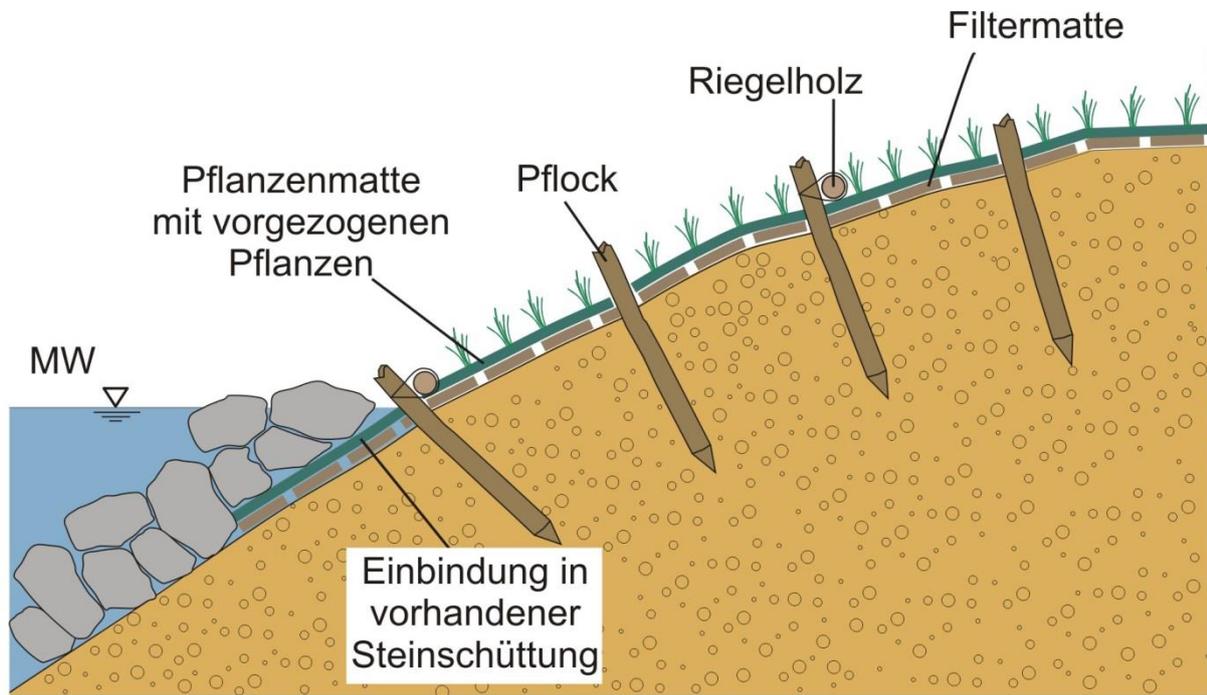
<p>Einbaurandbedingungen</p>	<p>Bezug zum Wasserstand oberhalb Mittelwasser/ Normalstau <i>(nicht anwendbar im ständig oder zeitweise eingestauten Böschungsbereich)⁴⁾⁶⁾</i></p> <p>Böschungsneigung 1:3 und flacher</p> <p>Lichtverhältnisse Sonne oder Halbschatten</p>
<p>Einbauhinweise</p>	<p>Flächendeckende Verlegung (vgl. Anlagen 1 und 2) Geotextilvlies und Pflanzmatten in Böschungsfallrichtung <i>(bei differenzierter Bepflanzung für unterschiedliche Böschungszonen richtige Reihenfolge auf der Böschung einhalten)</i></p> <p>Wasserversorgung Bewässerung nach Einbau und bei Bedarf (z. B. bei Niedrigwasser und Trockenperioden)</p> <p>Befestigung Befestigung von Filter- und Pflanzmatten mit Riegelhölzern (Querriegeln) und Pflöcken, die durch Draht miteinander verbunden werden; Übergänge und Schnittstellen der einzelnen Bauelemente müssen einen lückenlosen, festen und stabilen Verbund aufweisen Pflöcke ggf. schräg gegen Strömung einschlagen <i>(bessere Verankerung)</i></p> <p>Arbeitsschritte (vgl. Anlage 2)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Rohplanum herstellen <i>(Böschung von größeren Steinen oder Wurzeln beräumen)⁸⁾</i> 2) Filtermatten auf das Rohplanum bahnenweise flächendeckend in Böschungsfallrichtung mit einer Überlappung von 30 cm verlegen; Fußeinbindung in unter Wasser vorhandene Steinschüttung oder uferparallelen Gräben, Befestigung dort z.B. mittels Totholzfmaschine und Holzverpflockung 3) Pflanzmatten bahnenweise in Böschungsfallrichtung auf Stoß (ohne Überlappung) verlegen; Fußeinbindung in vorhandene Steinschüttung (um/oberhalb MW) oder uferparallele Gräben, Befestigung dort z.B. mittels Totholzfmaschine und Holzverpflockung 4) Befestigung der Filter- und Pflanzmatten mit Riegelhölzern und Holzpflöcken einschließlich Drahtbefestigungen, abschließend Holzpflöcke bis auf Höhe Riegelhölzer einkürzen 5) Pflanzmatten nach Einbau vollflächig wässern <p>Gewährleistung der Filterstabilität Filterstabiler Aufbau zum anstehenden Boden durch Pflanzmatte selbst oder Einbau eines zusätzlichen Geotextilfilters <i>(gut durchwurzelbar und vorzugsweise biologisch vollständig abbaubar)</i></p>
<p>3) Wirkungsweise und Belastbarkeit</p>	
<p>Wirkungsweise</p>	<p>Schutz vor Oberflächenerosion infolge Strömung und Wellen</p> <p>unmittelbar nach Einbau durch flächendeckende, filterstabile Böschungsabdeckung mit Filter- und Pflanzmatten einschließlich Befestigungen</p> <p>langfristig durch oberflächennahes Wurzelgeflecht der wachsenden, vorkultivierten Pflanzen und deren oberirdische Triebe <i>(Befestigungen und Filtermatte werden zunehmend nicht mehr gebraucht)</i></p>

Wirkungsweise <i>(Fortsetzung)</i>	Schutz vor Böschungs-rutschung (Abgleiten) infolge Absink/Porenwasserüberdruck Nicht relevant, da nur oberhalb Mittelwasser/ Normalstau anwendbar und keine Anwendung im ständig oder zeitweise überstauten Böschungsbereich
	Schutz vor hydrodynamischer Bodenverlagerung infolge Absink/Porenwasserüberdruck Nicht relevant, da nur oberhalb Mittelwasser/ Normalstau anwendbar und keine Anwendung im ständig oder zeitweise überstauten Böschungsbereich
	Allgemein Oberirdische Pflanzenteile können bei ausreichender Wuchshöhe und Sprossdichte die Wellen- und Strömungseinwirkungen reduzieren und lokal Sedimentation und Anlandung begünstigen.
Aufnehmbare hydraulische Belastungen	Grundlage: Bisherige Erfahrungen an Wasserstraßen^{2) bis 7)} unter Berücksichtigung der Erfahrungen an Fließgewässern ohne Schifffahrt⁹⁾ - Wasserspiegelabsenk: keine Angaben, da nicht relevant <i>(keine Anwendung im Einflussbereich von schiffs-induziertem Wasserspiegelabsenk)</i> - Wellenhöhe: 0,2 m ^{*)} <i>(abgeleitet aus Erfahrungen an Fließgewässern ohne Schifffahrt für Gewässer mit Schifffahrt)⁹⁾</i> 0,2 m <i>(bisher bei relevanten Wasserständen gemessene Belastung in der Versuchsstrecke am Rhein im Versuchsfeld 7)⁴⁾ Bemerkung: Pflanzmatten waren hier im oberen, selten eingestauten Böschungsbereich stabil⁶⁾, deshalb anwendbar nur in Wasserstraßen ohne oder mit sehr geringen Wasserstandsschwankungen⁴⁾⁶⁾</i> - Ufernahe Strömungsgeschwindigkeit: 1,3 m/s ^{*)} <i>(abgeleitet aus Erfahrungen an Fließgewässern ohne Schifffahrt für Gewässer mit Schifffahrt)⁹⁾</i> 1,0 m/s <i>(bisher bei relevanten Wasserständen gemessene Belastung in der Versuchsstrecke am Rhein im Versuchsfeld 7)⁴⁾ Bemerkung: Pflanzmatten waren hier nur im oberen, selten eingestauten Böschungsbereich stabil, deshalb anwendbar nur in Wasserstraßen ohne oder mit sehr geringen Wasserstandsschwankungen⁴⁾⁶⁾</i> ^{*)} Werte für den kritischen Anfangszustand
Überflutungstoleranz	in Abhängigkeit der eingebrachten Pflanzenarten unterschiedlich Hohe Überflutungstoleranz für die Großseggenarten Schlang- und Ufersegge (<i>Carex acuta</i> , <i>C. riparia</i>), ermittelt in der Versuchsstrecke am Rhein ⁵⁾⁶⁾
4) Sonstiges	
Unterhaltung	- Röhrichte und Hochstaudengesellschaften sind grundsätzlich aus der Unterhaltung auszunehmen (ggf. kann eine Pflegemahd oder Entbuschung zur Förderung der Zielarten durchgeführt werden; Mahd nur abschnittsweise und händisch, z. B. mit Freischneider). - ggf. Bewässerung in niederschlagsarmen Monaten (insb. während des Initialstadiums) - regelmäßige Kontrolle auf Neophyten; Vorkommen sind sofort (vollständig mit Wurzel) zu entfernen und entsorgen - Kontrolle der Mattenbefestigungen im Bereich des Wellenauflaufes in der Initialphase der Pflanzenentwicklung

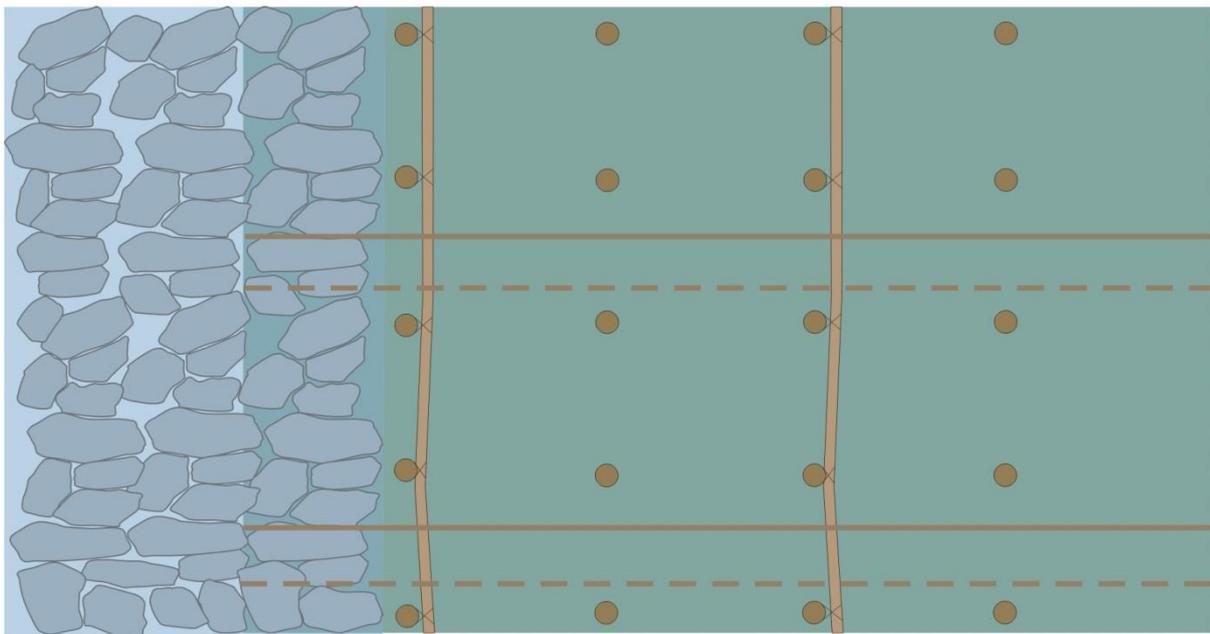
<p>Beispiele an Bundeswasserstraßen</p>	<p>- Versuchsstrecke am Rhein bei Lampertheim, km 440,600 - 441,600, rechtes Ufer, (Versuchsfeld 7), Fertigstellung Ende 2011 ^{2) bis 7)} <i>(Positive Erfahrungen in den oberen, selten eingestauten Böschungsbereichen; in den sehr häufig und auch länger eingestauten Böschungsbereichen dagegen innerhalb der ersten drei Jahre großflächige Pflanzenausfälle; Überstau, Wellen und Strömungen führen zum Heben und Senken der Matten zwischen den punktuellen und linienförmigen Befestigungen, Wurzeln reißen immer wieder ab, es wird unter diesen Bedingungen kein dauerhaft flächiger Verbund zum Boden und damit langfristig keine ausreichende Durchwurzelung des Bodens erreicht.)</i></p>
<p>Literatur/ Quellen</p>	<p>¹⁾ BAW (2011): Bundesanstalt für Wasserbau (Hrsg.), Grundlagen zur Bemessung von Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen (GBB 2010), Eigenverlag, Karlsruhe 2011.</p> <p>²⁾ 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</p> <p>³⁾ 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</p> <p>⁴⁾ 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>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> <p>⁶⁾ 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 2015, 08/2016, abrufbar unter http://ufersicherung.baw.de/de/index.html</p> <p>⁷⁾ BAW, BfG: Internetportal zur Thematik „Alternative technisch-biologische Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen“, http://ufersicherung.baw.de/de/index.html</p> <p>⁸⁾ Dunker, D., Herrmann, L., Seidel, V., Couret, S., Holland, D. (2015): Handbuch Naturnaher Wasserbau. Ökon Vegetationstechnik GmbH (Hrsg.)</p> <p>⁹⁾ DWA (2016): Technisch-biologische Ufersicherungen an großen und schiffbaren Binnengewässern, Merkblatt DWA-M519, März 2016</p> <p>¹⁰⁾ MAG (1993): Merkblatt Anwendung von geotextilen Filtern an Wasserstraßen (Ausgabe 1993)</p>

5) Institutionen / Link	
Adressen, Ansprech- partner	<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-ufer-sicherung@bafg.de</p>
Link	Weitere Informationen zum Thema finden sich hier: http://ufersicherung.baw.de/de

Anlage 1 Schematische Darstellung



Verlegemuster (Draufsicht)



Anlage 2	Beispiel-Fotos
Quelle: Versuchsstrecke Lampertheim am Rhein ^{2) bis 7)}	Fotos: BAW/BfG
	
<p>(1) Vorziehen der Pflanzmatten; 2010/11</p>	<p>(2) Pflanzmatten im angelieferten Zustand; 2011</p>
	
<p>(3) Pflanzmatten auf Filtermatten mit Befestigungen während des Einbaus; Nov. 2011</p>	<p>(4) Zustand nach Bauabschluss; Ende 2011</p>
	
<p>(5) Entwicklungszustand 6 Monate nach Einbau; Mai 2012</p>	<p>(6) Mäharbeiten im 5. Jahr nach Fertigstellung (Juni 2015) im oberen Böschungsbereich</p>