



Working with Nature - Grüne Ufersicherungen für Wasserstraßen

Petra Fleischer

Bundesanstalt für Wasserbau Karlsruhe, Referat Erdbau und Uferschutz

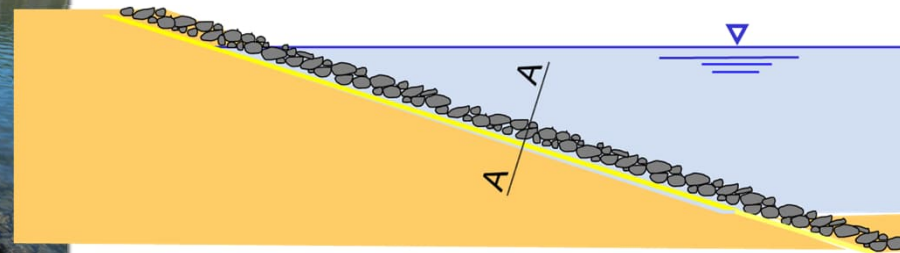
Ufer

- Begrenzen die Wasserstraße
- Bilden den Übergang vom Land zum Wasser
- Sind Lebensraum für Vegetation und Fauna
- Sind Lebensraum für den Menschen
- Gewährleisten Sicherheit und Leichtigkeit der Schifffahrt
- Schützen das angrenzende Gelände

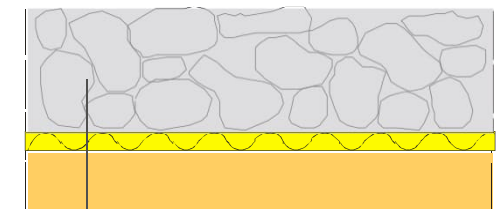
Foto: BAW



Uferschutz: Schüttsteindeckwerke



Schnitt A-A



- Wasserbausteine
- Korn-/ Geotextilfilter
- Boden

- Stabiler Uferschutz
- Bemessungskonzept
- Unterhaltungsroutine
- Erfahrungen
- **Ökologische Defizite**
(Arten- und Strukturvielfalt, natürliche Vegetationszonierung, Fauna, ...)
- **Ressourcenverbrauch**

Neue Anforderungen an Ufer



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit



- *Höheres Umweltbewusstsein in der Gesellschaft*
- *Klimaschutz wird dringender*
- *Nachhaltige Lösungen werden wichtiger*



- Europäische Wasserrahmenrichtlinie (2000)
 - Ökologische Aufwertung der Wasserstraßen
- Erweiterte Zuständigkeiten des WSV (Gesetzesänderungen)
 - Durchgängigkeit
 - Wasserwirtschaftliche Unterhaltung und Ausbau (Altarmenbindungen, Rückbau und Umbau von technischen Strukturen, ...)



Ökologische Aufwertung der Ufer

Uferschutz

- Technischer Uferschutz
- Stabile Ufer
- Wenig Vegetation und Fauna
- Keine Strukturvielfalt



„Grüne“ technisch-biologische Ufersicherungen (TBU)



Uferschutz und Ökologie

Ökologie

- Kein Uferschutz -
- Natürliche Sukzession/ instabiles Ufer -
- Standortgerechte Vegetation und Fauna -
- Maximale Strukturvielfalt -



Technisch-biologische Ufersicherungen (TBU)

Uferschutz nur durch Pflanzen



Pflanzmatten



Pflanze als Baustoff



Weidenspreitlagen



Uferschutz durch Pflanzen und technische Komponenten



Röhrichtgabiolen



Begrünte Steinschüttung

Vorteile „grüner“ pflanzlicher Ufersicherungen gegenüber Schüttsteindeckwerken

► **Ökologische Aufwertung der Ufer**

Lebensräume für Vegetation und Fauna, Strukturvielfalt, bessere Vernetzung des terrestrischen und aquatischen Bereichs, Wiederherstellung naturnäherer Verhältnisse

► **Sparen von Ressourcen**

Nachwachsende Rohstoffe (Pflanzen als Baustoff)

► **Kurze Transportwege**

Standortheimische Pflanzen - Gewinnung „nebenan“

► **Positive Wirkung auf CO₂-Bilanz**

Pflanzen als Baustoff

► Im besten Fall sehr **langlebig** (Selbstheilungsvermögen)

Ökologie/ Nachhaltigkeit/ Klimaschutz



► **Soziale Benefits**

Landschaftsbild, Naherholung

Bautechnische Herausforderungen – Pflanze als lebender Baustoff

- Keine genormten Eigenschaften
- Verändert sich über gesamte Lebensdauer
- Zusätzliche Einflussfaktoren (Witterung, Licht, Wasserstände, Unterhaltung, Parasiten, ...)
- Schiffsinduzierte/ natürliche Uferbelastungen unmittelbar nach Einbau – kritischer Anfangszustand

Forschungsbedarf:

- Gewährleistung Uferschutzfunktion
- Bemessungskonzept
- Konstruktive Ausführung (Befestigungen, Filter, ...)
- Einbau (kritischer Anfangszustand)
- Unterhaltung (Anforderungen, z.B. HW)
- Kosten (Einbau/ Unterhaltung)
- Langzeitstabilität
- Ökologische Wirksamkeit

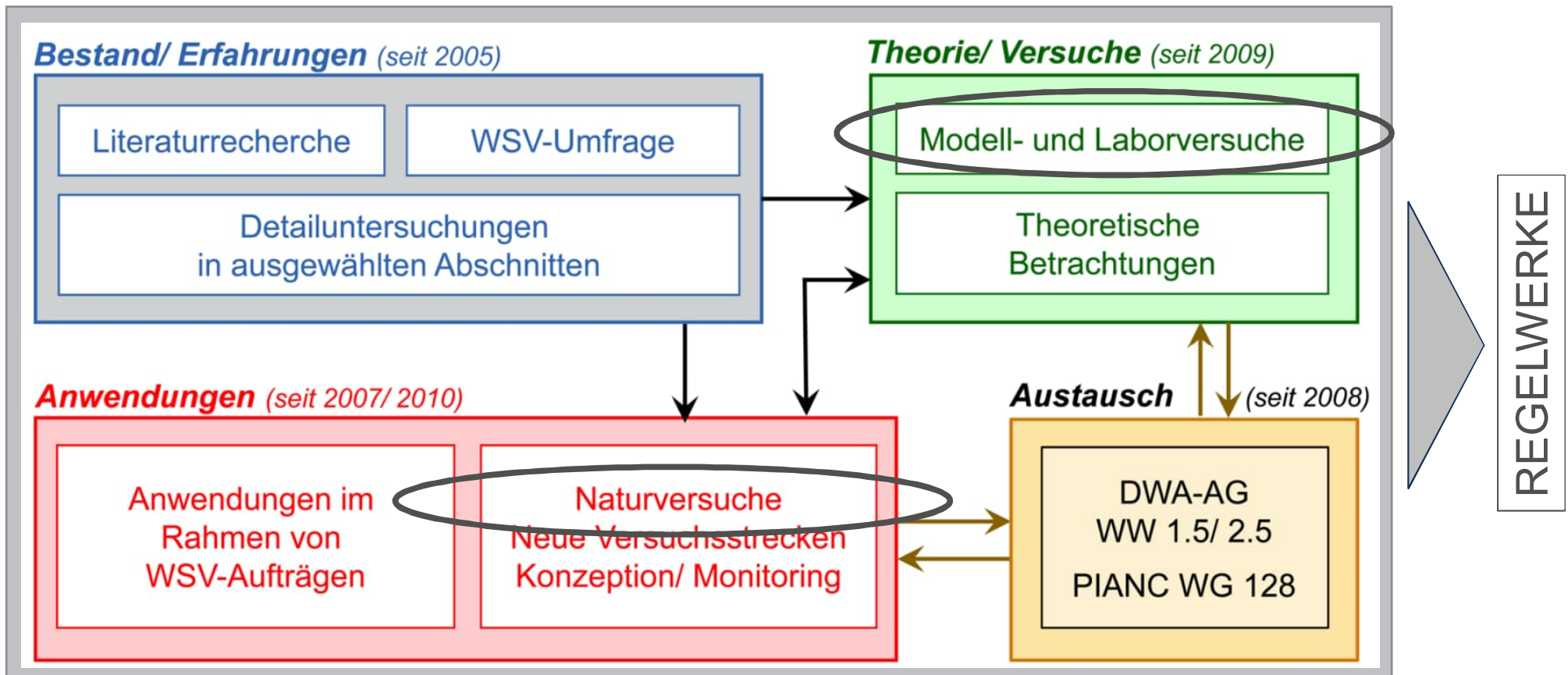


Foto: BAW

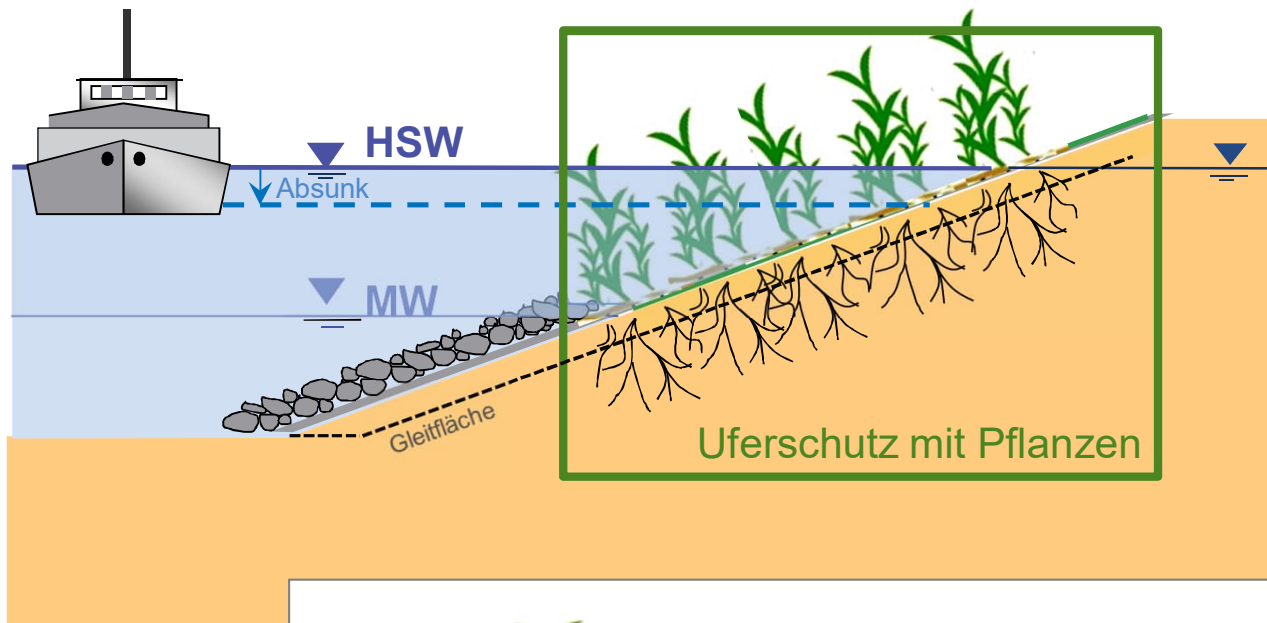


Foto: BAW

Anwendbarkeit, Bemessung und ökologische Wirksamkeit von technisch-biologischen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen

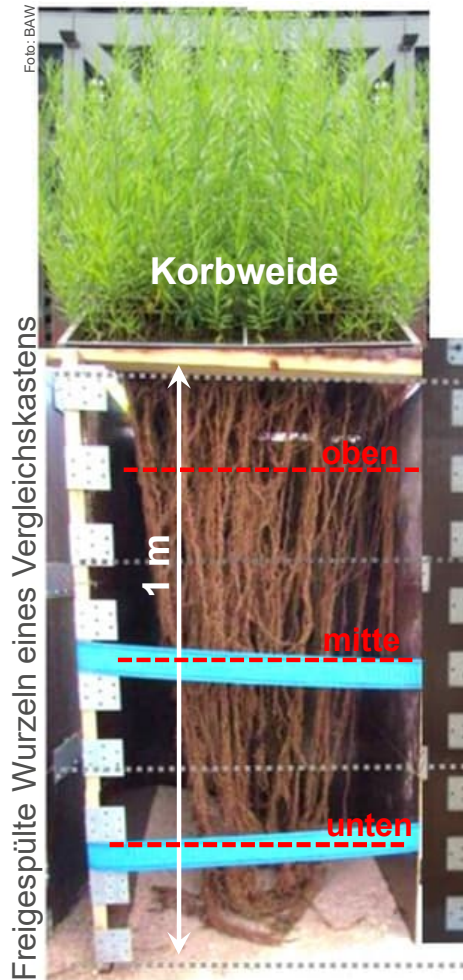


Pflanzen als Uferschutz - Anforderungen

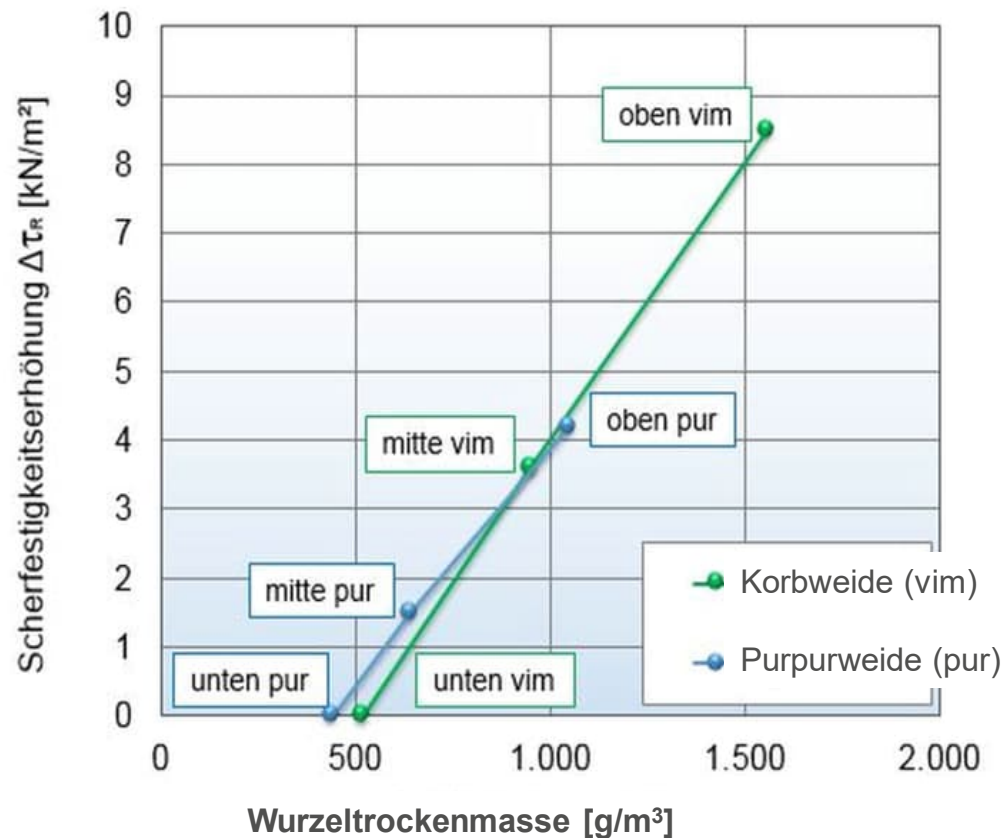


- Schutz vor Abgleiten und hydrodynamische Bodenverlagerung (*Wurzeln, Erhöhung der Scherfestigkeit des Bodens*)
- Schutz vor Oberflächenerosion (*Wurzel und Sprosse*)
- Filterstabilität/ Bodenrückhalt (*Wurzeln*)

Gewährleistung der lokalen Standsicherheit durch verzweigtes, ausreichend tief reichendes Wurzelsystem und entsprechende oberirdische Sprosse



Weidenspreitlage aus Korb-/Purpurweide (nach einer Vegetationsperiode)



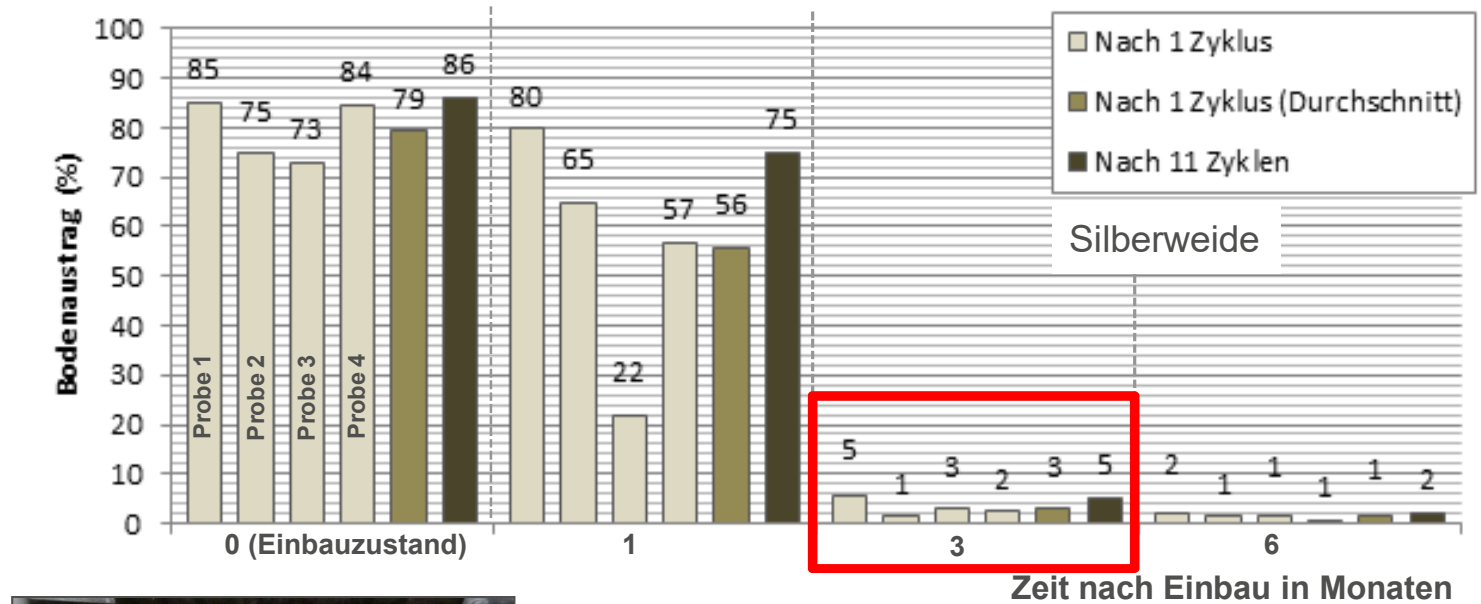
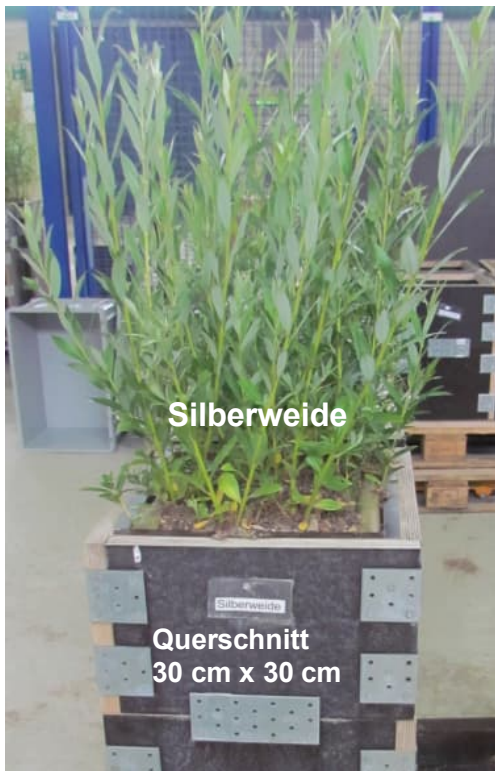
Scherversuche



Scherfestigkeitserhöhung
des Bodens in Abhängigkeit
der Wurzeltrockenmasse
[Eisenmann, 2015]

Ergebnis: Deutliche Scherfestigkeitserhöhung nach einer Vegetationsperiode

Filterversuche



Bodenrückhalt durch Weidenäste und deren Wurzeln zu verschiedenen Zeiten nach Einbau (verschiedene Stadien der Wurzelentwicklung)

Ergebnis: Deutlicher Bodenrückhalt bereits nach 3 Monaten

Entwicklung biologisch abbaubarer Geotextilien

Kooperationsprojekt mit
Fraunhofer-Institut Oberhausen

Problem: Kritischer Anfangszustand - Belastung sofort nach Einbau (Schifffahrt, ggf. Hochwasser)
Wurzeln und Sprosse für den Uferschutz müssen sich erst entwickeln

→ Temporärer Filter für grüne Ufersicherungen



Foto: BAW

*Technische Eigenschaften
im Ausgangszustand*



Foto: BAW

*Durchwurzelbarkeit
im Ausgangszustand*



Foto: BAW

*Biologischer Abbau
im Betriebszustand*



Rhein, km 440,6 - km 441,6
rechtes Ufer (seit 2011)

Naturversuch

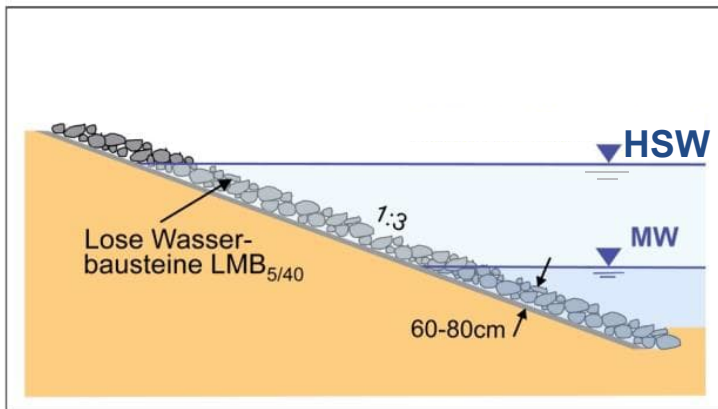


Gemeinsam mit dem Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Oberrhein

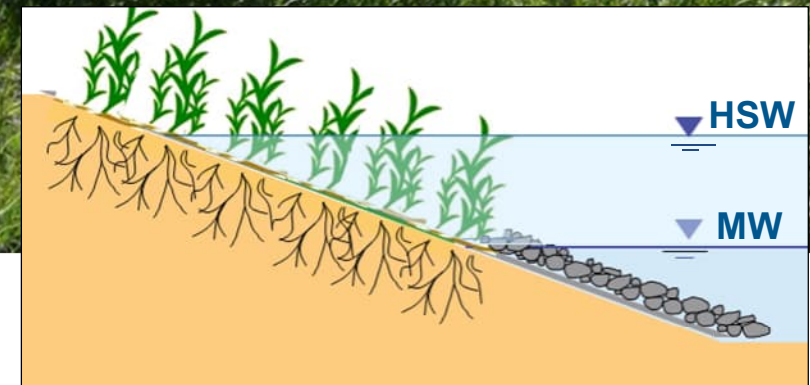
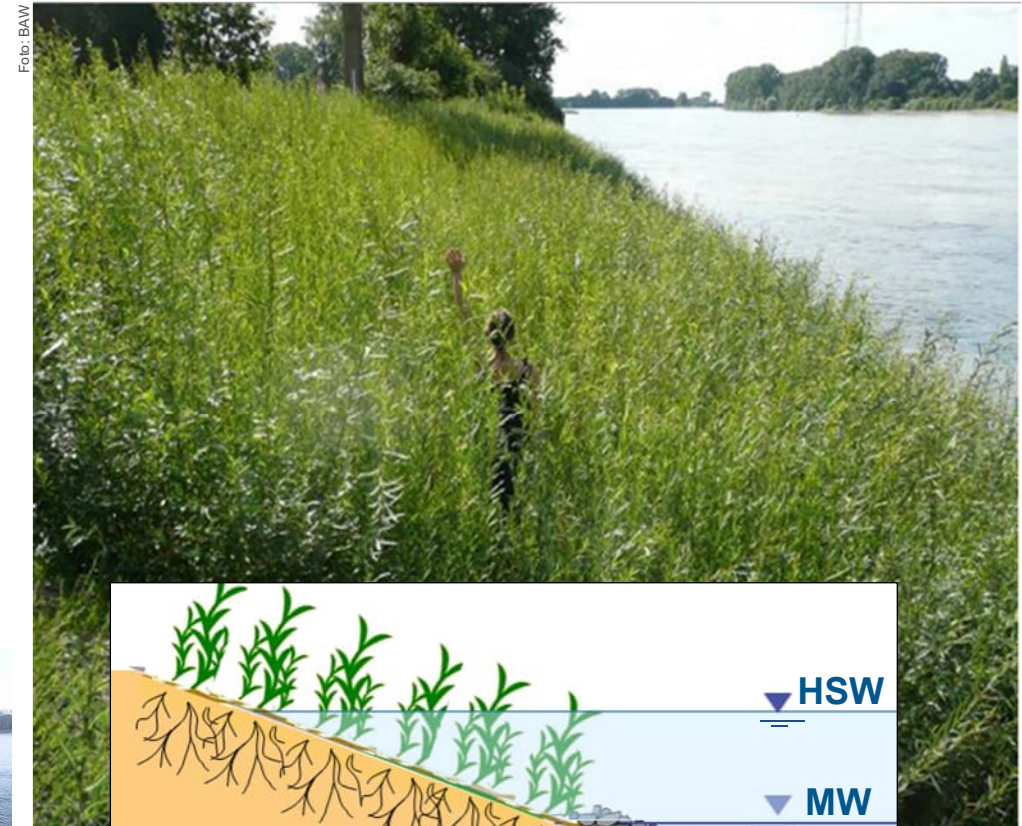
Naturversuch am Rhein – Randbedingungen

- Viel Güterschifffahrt: 120 Schiffe/Tag
- Wasserspiegelschwankungen > 7 m
- Lange Überstau- und Trockenzeiten
- Steile Böschungen: 1 : 2,5 bis 1 : 3

Ausloten der Anwendungsgrenzen



Ausgangszustand 2010



Zustand nach Umgestaltung 2012

4 Versuchsfelder: Ersatz der Steinschüttung durch technisch-biologische Maßnahmen



4 (+1) Versuchsfelder: Ökologische Aufwertung der bestehenden Steinschüttung



Naturversuch am Rhein – Monitoring seit 2012 (BAW, BfG, WSA Oberrhein)



- Uferinspektionen (Schäden, Instabilitäten)
- Querprofileinmaße (Böschungsverformungen)
- Wurzelfreilegungen (Uferstabilität)
- Wasserstände (Pegel Worms)
- Wetter (Niederschläge, Temperaturen, ...)
- Messung der hydraulischen Uferbelastungen
- Porenwasserdruckmessungen (Uferstabilität)

Ziel: Technische Bewertung der Maßnahmen

- Vegetationsaufnahmen (Pflanzenentwicklung, Vitalität, Artenvielfalt, Neophyten)
Untersuchung Sprosse und Wurzeln (CO₂ – Bilanz)
- Aufnahmen der Fauna
(Fische, Makrozoobenthos, Vögel, Laufkäfer, Spinnen, Reptilien)

Ziel: Ökologische Bewertung der Maßnahmen

Bewertung der einzelnen Maßnahmen unter den Bedingungen am Rhein im Vergleich zur Steinschüttung (Referenz) nach den Kriterien:

Standicherheit/ Gewährleistung Uferschutz

- Einbau/ Befestigungen
- kritischer Anfangszustand
- Langzeitstabilität
- Schäden/ Sanierungsmaßnahmen

Ökologie

- Vegetation
- Fauna
- Heterogenität
- Verwendete Materialien
- (CO₂-Speichervermögen)

Kosten

Bewertungsskala



► Bewertung hinsichtlich
Standicherheit/ Uferschutz

► Bewertung hinsichtlich
ökologischer Wirksamkeit

Naturversuch am Rhein – Ausgewählte Ergebnisse

VF	Technisch-biologische Uferschutzmaßnahmen/ Bauweisen	Bewertung Uferstandsicherheit
<u>Ref</u>	Steinschüttung als Referenz (bereits vorhanden vor der Umgestaltung)	5
VF 1	Ökologisch aufgewertete Steinschüttung mit Pflanzen, <u>ohne</u> vorgelagerten Steinwall VF 1, oben und unten	5
VF 4	Ökologisch aufgewertete Steinschüttung mit Kies und Steinblöcken, <u>ohne</u> Totholzfaschinen VF 4, oben und unten	5
VF 6	Ökologisch aufgewertete Steinschüttung mit Alginat VF 6, oben und unten	5
VF 8	Erhöhung des vorhandenen Steinwalls; vorhandenes Pflaster und Steinschüttung, Röhrichtbewuchs VF 8, unten	5
VF 5	Rückbau der Steinschüttung, Steinmatratzen VF 5a, oben; VF 5b, oben und unten	5
VF 7	Rückbau der Steinschüttung, Pflanzmatten VF 7b, c, oben	4
VF 3	Rückbau der Steinschüttung, Weidenspreitlagen, quer zur Fließrichtung VF 3, oben und unten	4
VF 2	Rückbau der Steinschüttung, Weidenspreitlagen, diagonal zur Fließrichtung VF 2, oben und unten	3
VF 5	Rückbau der Steinschüttung, Röhrichtgabionen VF 5a, unten	2
VF 7	Rückbau der Steinschüttung, Kokosmatte über Nassansaat VF 7a, oben	1
	Rückbau der Steinschüttung, Pflanzmatten VF 7a, b, c, unten	1
VF 9	Rückbau der Steinschüttung, ohne Böschungsschutz, Weidensetzstangen auf der Böschungsplanie ¹⁾ VF 9, oben und unten	1

Standssicherheit/ Uferschutz



Ökologisch aufgewertete Steinschüttungen und Pflaster und Referenz
(sehr „robuste“ Maßnahmen)

Steinmatratzen („robuste“ Maßnahme mit Flächengewicht)

Pflanzmatten (oben), Weidenspreitlagen (kritischer Anfangszustand)

Röhrichtgabionen (Pflanzenwahl)

Pflanzmatten (unten) (Befestigungen)
Kokosmatte über Nassansaat
(sehr „weiche“ Maßnahme)

Ohne Uferschutz

¹⁾ Im VF 9 war die Standssicherheit von vornherein nicht zu gewährleisten, Erosion war erwünscht!

Bewertete Maßnahmen Versuchsfeld (VF)	Gesamtbewertung terrestrische Ökologie
Weidenspreitlagen – VF 2	4
Weidenspreitlagen – VF 3	4
Pflanzmatten – VF 7	4
Ökologisch aufgewertetes Pflaster – VF 8	4
Ohne Böschungsschutz, Weidensetzstangen auf Böschungsplanie – VF 9	4
Ökologisch aufgewertete Steinschüttung mit Pflanzen – VF 1	3
Ökologisch aufgewertete Steinschüttung mit Kies und Steinblöcken – VF 4	2
Röhrlichtgabionen – VF 5a	2
Steinmatratzen – VF 5a, VF 5b	2
Steinschüttung – Referenz (terrestrisch)	2



Rein pflanzliche Maßnahmen:
Weidenspreitlagen, Pflanzmatten;
Ökologisch aufgewertetes Pflaster;
Ohne Böschungsschutz

Kriterien:

- Vegetation
- Terrestrische Fauna
- Heterogenität
- Verwendete Materialien
- CO₂-Speichervermögen

Mit Pflanzen aufgewertete Steinschüttungen

Mit Kies aufgewertete Steinschüttung;
Röhrlichtgabionen;
Steinmatratzen

Steinschüttung als Referenz

*In jedem Fall:
Ökologische Aufwertung
gegenüber
Steinschüttung (Referenz)*

CO₂ – Speichervermögen von Weidenspreitlagen und Pflanzmatten

Kohlenstoff/m ² [kg]	Umrechnungs- faktor C-CO ₂	Fläche VF [m ²]	CO ₂ - Speicherung je VF [kg] 2017
Weidenspreitlage (Versuchsfeld VF 3)			
6,68	3,67	885	21.700
Pflanzmatte (Versuchsfeld VF 7)			
0,55	3,67	900	1.800



Foto: BAW



Foto: BAW

Grundlage: CO₂-Ausstoß eines Mittelklassewagens im Stadtverkehr: 21 kg / 100 km
 (angenommener Verbrauch 8,7 l Benzin / 6,8 l Diesel pro 100 km Stadtverkehr,
 Quellen: www.co2online.de, Dekra-CO₂-Verbrauchsrechner)

In der Pflanzenmasse der Versuchsfelder ist der CO₂ - Ausstoß von

100.000 PKW-Kilometern im Stadtverkehr gebunden (VF 3: Weidenspreitlagen)

8.500 PKW-Kilometern im Stadtverkehr gebunden (VF 7: Pflanzmatten)

Internetportal „Technisch-biologische Ufersicherungen“

STARTSEITE ÄSTUARBEREICH KONTAKT DATENSCHUTZ IMPRESSUM  

BAW Bundesanstalt für Wasserbau **bfg** Bundesanstalt für Gewässerkunde

TECHNISCH-BIOLOGISCHE UFSICHERUNGEN AN BINNENWASSERSTRASSEN

PUBLIKATIONEN ARBEITSHILFEN MASSNAHMEN VERANSTALTUNGEN FORSCHUNG



Berichte

08/2020
Versuchsstrecke mit technisch-biologischen Ufersicherungen Rhein km 440,6 bis km 441,6, rechtes Ufer
[Abschlussbericht der Monitoringphase 2012 bis 2017](#)
BAW, BfG, WSA Oberrhein

07/2017
Einrichtung einer Versuchsstrecke mit technisch-biologischen Ufersicherungen Rhein km 440,6 bis km 441,6, rechtes Ufer
[Teilbericht 2016: Wetter und Wasserstände](#)
BAW, BfG

VORTRÄGE
VERÖFFENTLICHUNGEN
BERICHTE
BAWBRIEFE
SONSTIGES

Mehr Informationen über die Ergebnisse des Naturversuchs im Abschlussbericht, abrufbar unter <https://ufersicherung-baw-bfg.baw.de/binnenbereich/de/publikationen/berichte>



Ergebnis des Naturversuchs:

- Technisch-biologische Ufersicherungen können grundsätzlich die Ufer an Wasserstraßen sichern und ökologisch aufwerten
- Anwendbarkeit abhängig von hydraulischen Belastungen
- Anwendungsmöglichkeiten und –grenzen wurden definiert
- Maßnahmen optimiert (Befestigungen, Pflanzenauswahl, ...)

Ufersicherungen
Rhein-km 440,6 bis km 441,6, rechtes Ufer
Abschlussbericht der Monitoringphase
2012 bis 2017

BAW-Nr. B3952.04.04.10151
BfG-Nr. 1677

31.08.2020

Uferschutz

- Technischer Uferschutz
- Stabile Ufer
- Wenig Vegetation und Fauna
- Keine Strukturvielfalt



„Grüne“ technisch-biologische Ufersicherungen (TBU)



Ökologie

- Kein Uferschutz -
- Natürliche Sukzession/ instabiles Ufer -
- Standortgerechte Vegetation und Fauna -
- Maximale Strukturvielfalt -



- Optimale Bauweise für jeden Standort finden
- Nur so viel Uferschutz wie nötig, aber so viel Ökologie wie möglich
- Wenn Uferschutz, dann möglichst rein pflanzliche Maßnahmen

- Optimale Bauweise für jeden Standort finden
- Nur so viel Uferschutz wie nötig, aber so viel Ökologie wie möglich
- Wenn Uferschutz, dann möglichst rein pflanzliche Maßnahmen

**Wieviel Uferstabilität
ist im Einzelfall
wirklich notwendig?**

Gefährdungspotenzial
Eigentumsverhältnisse
Hochwasserschutz
Schifffahrt (Fahrrinne)
Vermehrte Unterhaltung



Foto: BAW

Rhein – km 441 (Worms)



Foto: BAW

Rhein – km 344 (Rastatt)

- Optimale Bauweise für jeden Standort finden
- Nur so viel Uferschutz wie nötig, aber so viel Ökologie wie möglich
- Wenn Uferschutz dann möglichst rein pflanzliche Maßnahmen

**Können Ufer durch
Böschungsabflachung
stabilisiert werden?**

Verfügbarkeit Hinterland
Eigentumsverhältnisse



Rhein – km 476 (Kühkopf-Knoblochsaue)

- Optimale Bauweise für jeden Standort finden
- Nur so viel Uferschutz wie nötig, aber so viel Ökologie wie möglich
- Wenn Uferschutz dann möglichst rein pflanzliche Maßnahmen

Können die hydraulischen Belastungen reduziert werden?

Vorgelagerte indirekte Ufersicherungen (Platzbedarf!)
Verlegung der Fahrrinne
Geschwindigkeitsbeschränkungen
(temporär oder dauerhaft)



Oder-Havel-Kanal – km 65



Spree (nahe Schleuse Charlottenburg Berlin)

- Optimale Bauweise für jeden Standort finden
- Nur so viel Uferschutz wie nötig, aber so viel Ökologie wie möglich
- Wenn Uferschutz dann möglichst rein pflanzliche Maßnahmen

Anwendung technisch-biologischer Uferschutz-Maßnahmen (TBU)?

Naturnähere TBU-Maßnahmen unter Verwendung von Pflanzen

Zusätzliche ökologische Maßnahmen zur Aufwertung im aquatischen Bereich



Foto: BAW

Untere Havel-Wasserstraße – km 35,70



Foto: BAW

Rhein – km 440,95

Planung und Bemessung unter den konkreten Randbedingungen

Wissenstransfer



Foto: BAW

Naturversuch am Rhein



Foto: BAW

Erfahrungen aus Projekten



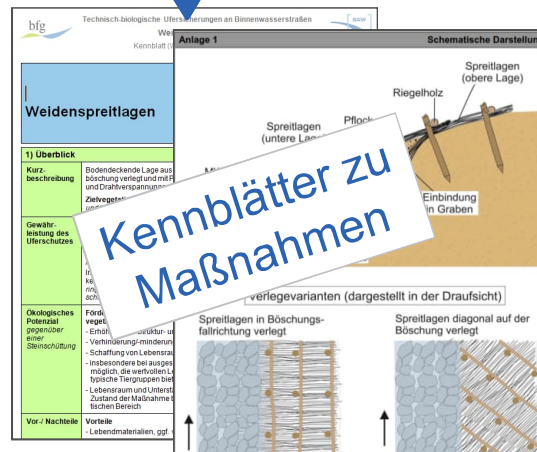
Foto: BAW

Labor-/Modellversuche

Arbeitshilfen für die Planung und Bemessung von technisch-biologischen Ufersicherungen



Internetportal



Kennblätter zu Maßnahmen



Bemessungsverfahren Software GBBSoft+

<https://ufersicherung-baw-bfg.baw.de/binnenbereich/de>

<https://ufersicherung-baw-bfg.baw.de/binnenbereich/de/arbeits-hilfen/kennblaetter>

<https://doi.org/10.1002/gete.202000039>

PIANC „Working with Nature (WwN)“ - Zukunftsstrategie

Ziel: Umdenken in Planung und Realisierung von Projekten im Wasserstraßen- und Hafenbau sowie ihrer Unterhaltung vermitteln und fördern.

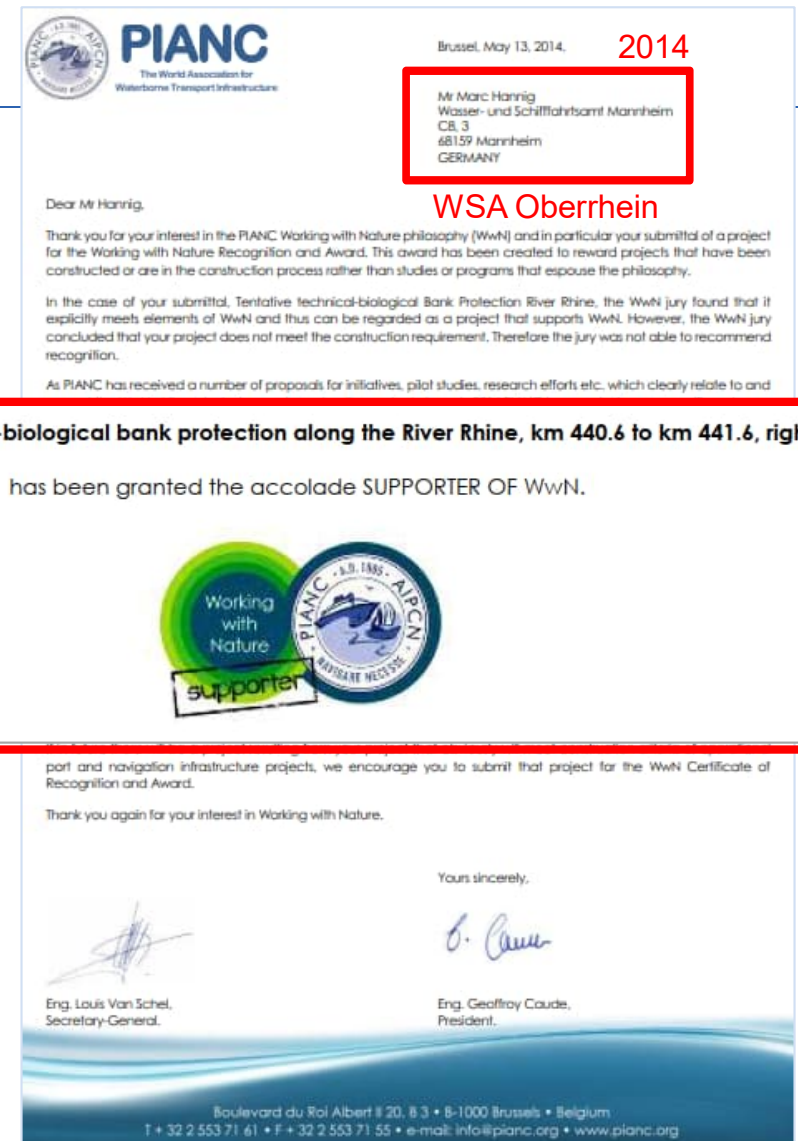
„Working with nature for climate-resilient ports and waterways“

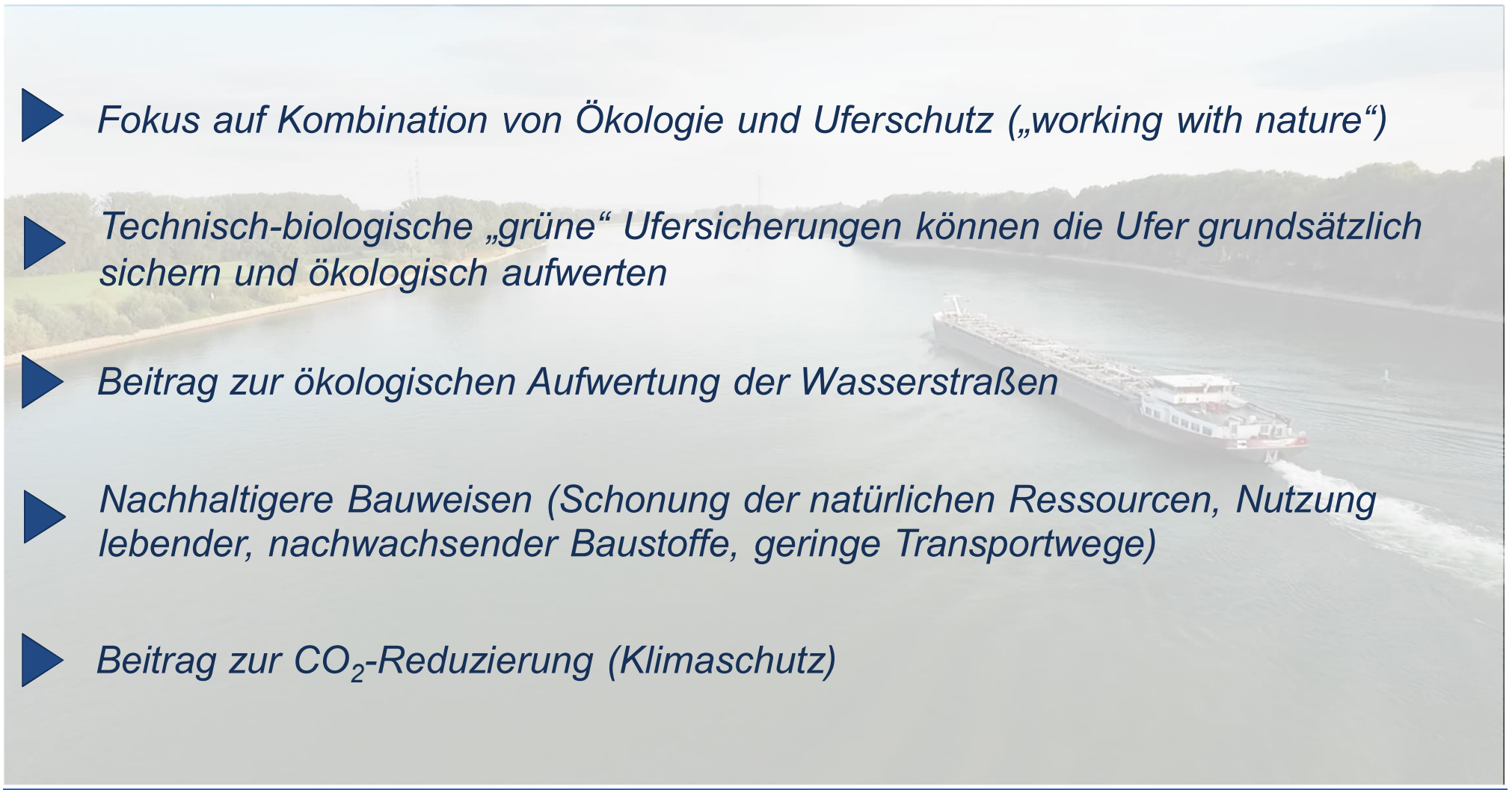
- Umwelt verstehen
- Ökosysteme beachten
- Arbeiten mit den Prozessen der Natur
- Umweltaspekte früh berücksichtigen
- Einbeziehung aller Interessenvertreter
- Nutzen für Natur und Schifffahrt

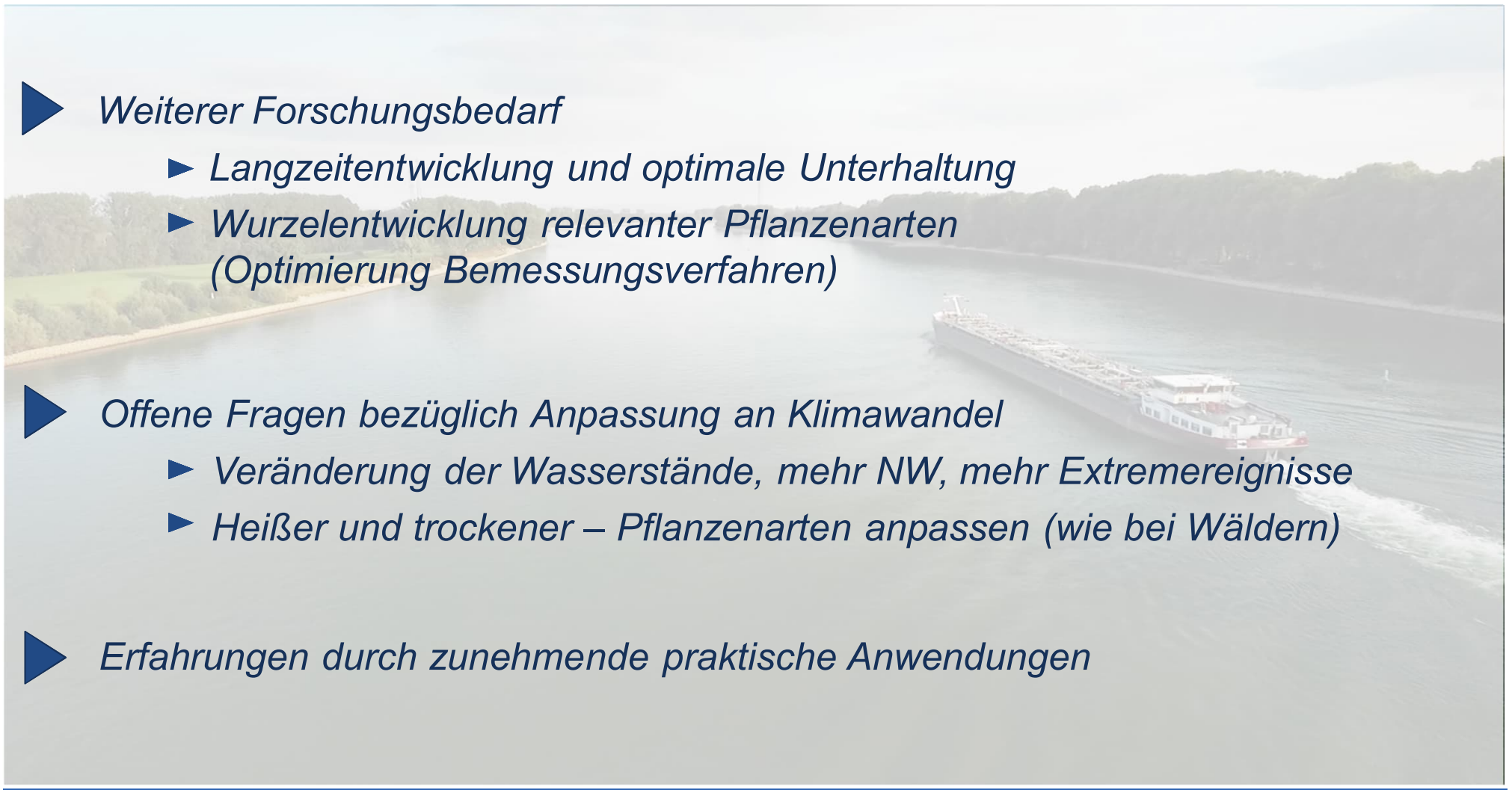
Auszeichnungssystem mit dem WwN-Award

Jury aus unabhängigen Mitgliedern der einzelnen PIANC Kommissionen

„Schifffahrtsprojekte mit Vorbildcharakter“



- 
- ▶ *Fokus auf Kombination von Ökologie und Uferschutz („working with nature“)*
 - ▶ *Technisch-biologische „grüne“ Ufersicherungen können die Ufer grundsätzlich sichern und ökologisch aufwerten*
 - ▶ *Beitrag zur ökologischen Aufwertung der Wasserstraßen*
 - ▶ *Nachhaltigere Bauweisen (Schonung der natürlichen Ressourcen, Nutzung lebender, nachwachsender Baustoffe, geringe Transportwege)*
 - ▶ *Beitrag zur CO₂-Reduzierung (Klimaschutz)*

- 
- ▶ *Weiterer Forschungsbedarf*
 - ▶ *Langzeitentwicklung und optimale Unterhaltung*
 - ▶ *Wurzelentwicklung relevanter Pflanzenarten (Optimierung Bemessungsverfahren)*
 - ▶ *Offene Fragen bezüglich Anpassung an Klimawandel*
 - ▶ *Veränderung der Wasserstände, mehr NW, mehr Extremereignisse*
 - ▶ *Heißer und trockener – Pflanzenarten anpassen (wie bei Wäldern)*
 - ▶ *Erfahrungen durch zunehmende praktische Anwendungen*

Mehr Informationen unter <http://ufersicherung-baw-bfg.baw.de>



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Bundesanstalt für Wasserbau
76187 Karlsruhe

www.baw.de petra.fleischer@baw.de