



Technisch-biologische Ufersicherungen als ökologische Alternative

zum Schüttsteindeckwerk an Binnenwasserstraßen -
Forschungsergebnisse zur Belastbarkeit und Bemessung

Petra Fleischer, Renald Soyeaux - Bundesanstalt für Wasserbau Karlsruhe



Technische Anforderungen:

Sicherheit und Leichtigkeit der Schifffahrt, Schutz des Hinterlandes (Infrastruktur)

Merkblätter

MAR - Regelbauweisen

MAK - Kornfilter

MAG - Geotextil

Richtlinien/ DIN

TLW / TLG
Techn.Lieferbedingung.

DIN EN 13383 -
Wasserbausteine

Berechnungs- grundlagen/ Software

GBB (*BAW-Mitt. Nr. 87*)
- Bemessung Böschungs-
sicherungen/ GBB-Soft

Erfahrungen!!



Technische Anforderungen:

Sicherheit und Leichtigkeit der Schifffahrt, Schutz der

Merkblätter

MAR - Regelbauweisen

MAK - Kornfilter

MAG - Geotextil

Richtlinien/ DIN

TLW / TLG
Techn.Lieferbedingung.

DIN EN 13383 -
Wasserbausteine

MITTEILUNGEN



„Grundlagen zur
Bemessung von
Böschungs- und
Sohlensicherungen“
(GBB, 2004/ 2010)



Nr. 87 Mai 2004



**WRRL (2000):
Fokus Ökologie**

Ersatz durch naturnähere Ufersicherungen

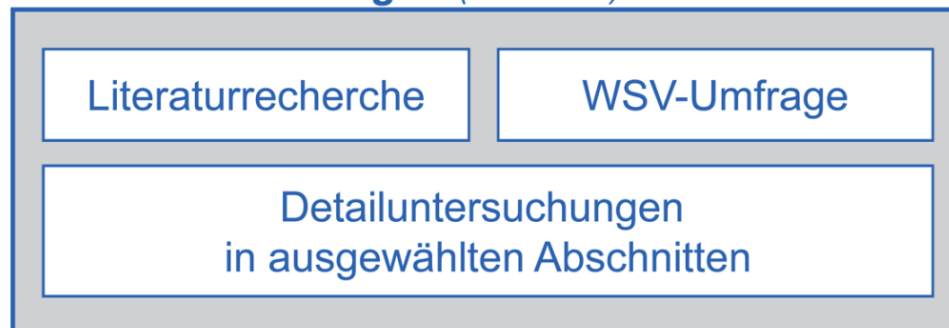


Rückbau von Ufersicherungen

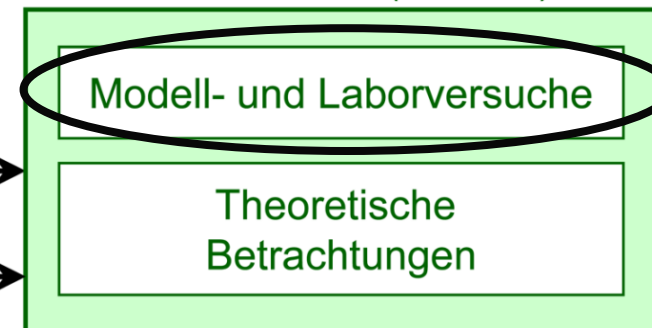
**Unter welchen Bedingungen möglich?
Was für alternative Maßnahmen anwendbar?
Belastbarkeit? Dimensionierung? Kosten?
Ökologische Bewertung?**

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

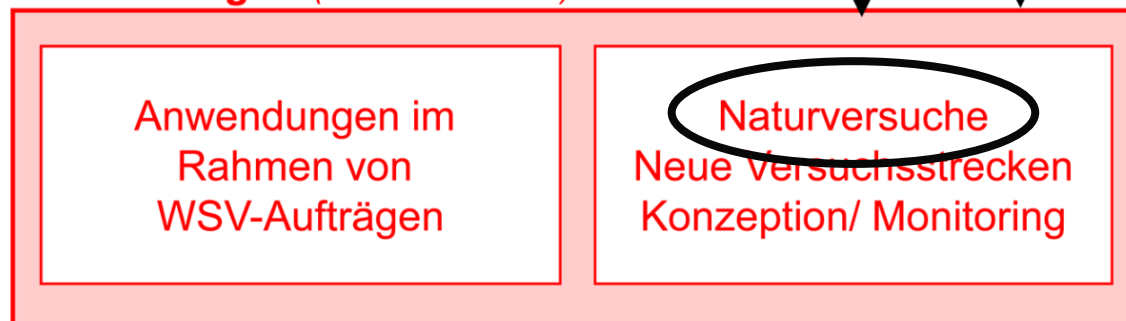
Bestand/ Erfahrungen (seit 2005)



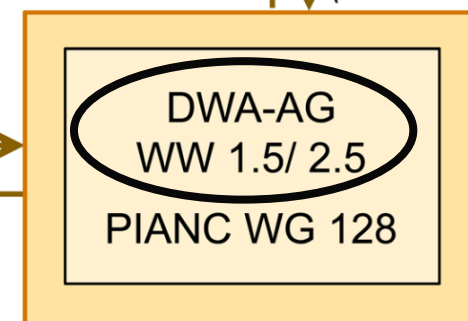
Theorie/ Versuche (seit 2009)



Anwendungen (seit 2007/ 2010)



Austausch (seit 2008)



Ziel: Anwendungsempfehlungen/ Bemessungsvorschrift

Technisch-biologische Ufersicherungen

Uferschutzmaßnahmen nur mit Pflanzen



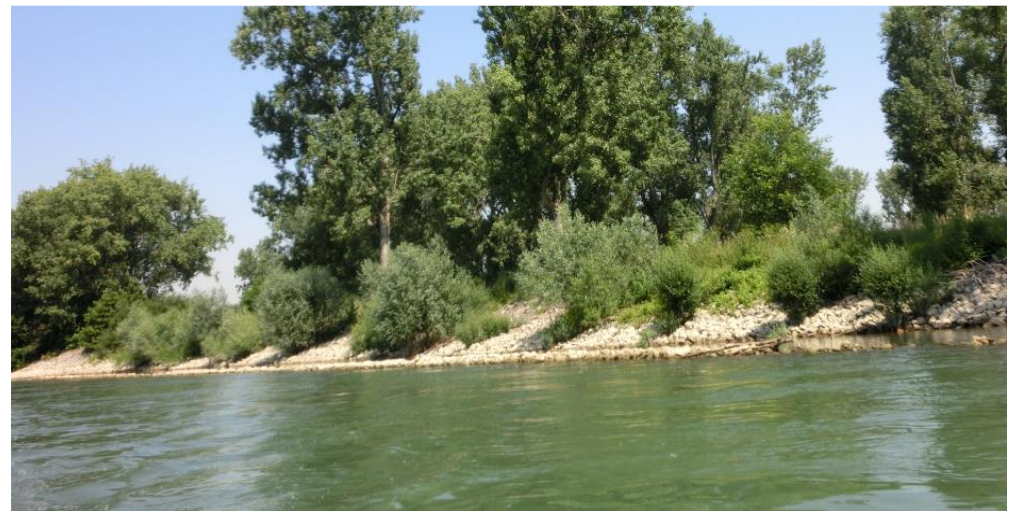
Pflanzmatten



Weidenspreitlagen



Kombination aus Pflanzen und technischen Komponenten





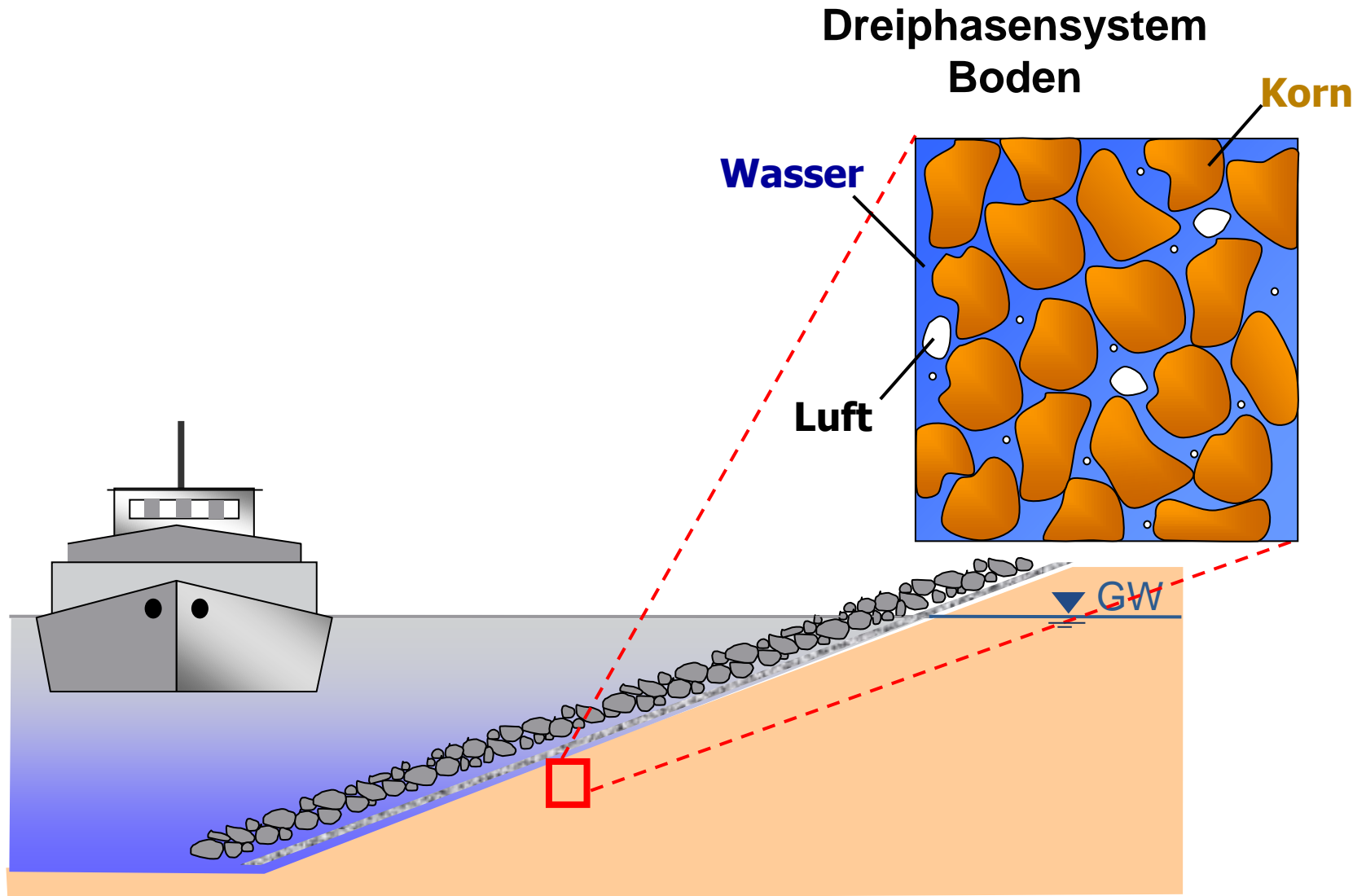
- Heckwelle
- Wiederauffüllungsströmung
- Rückströmung
- (- natürliche Strömung)

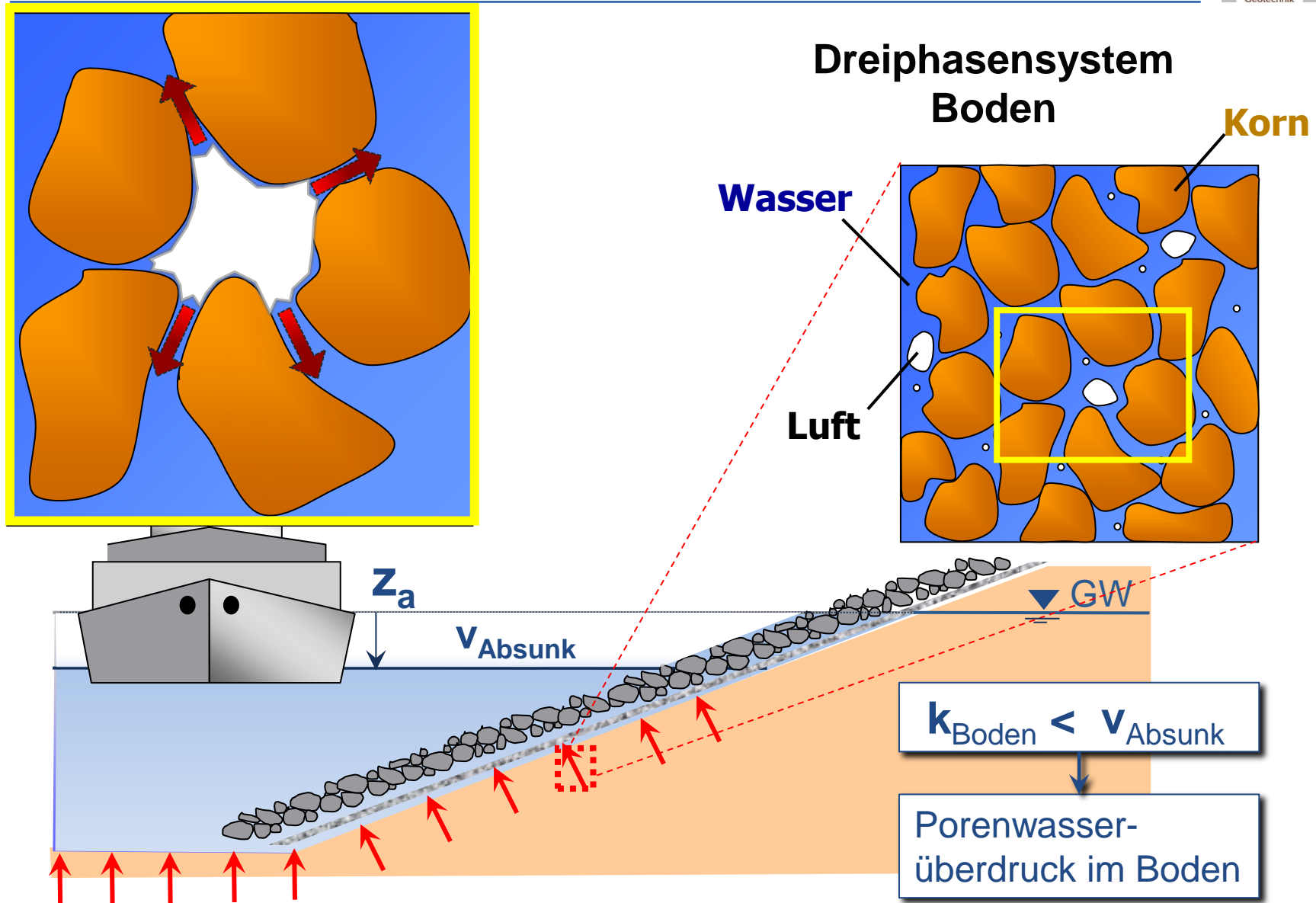
Oberflächenerosion

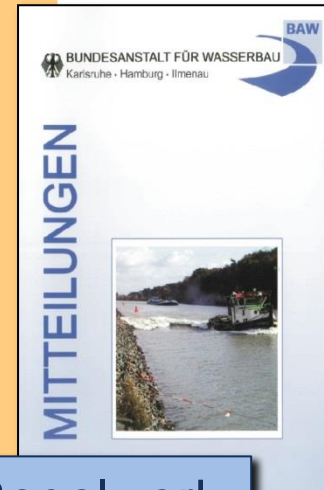
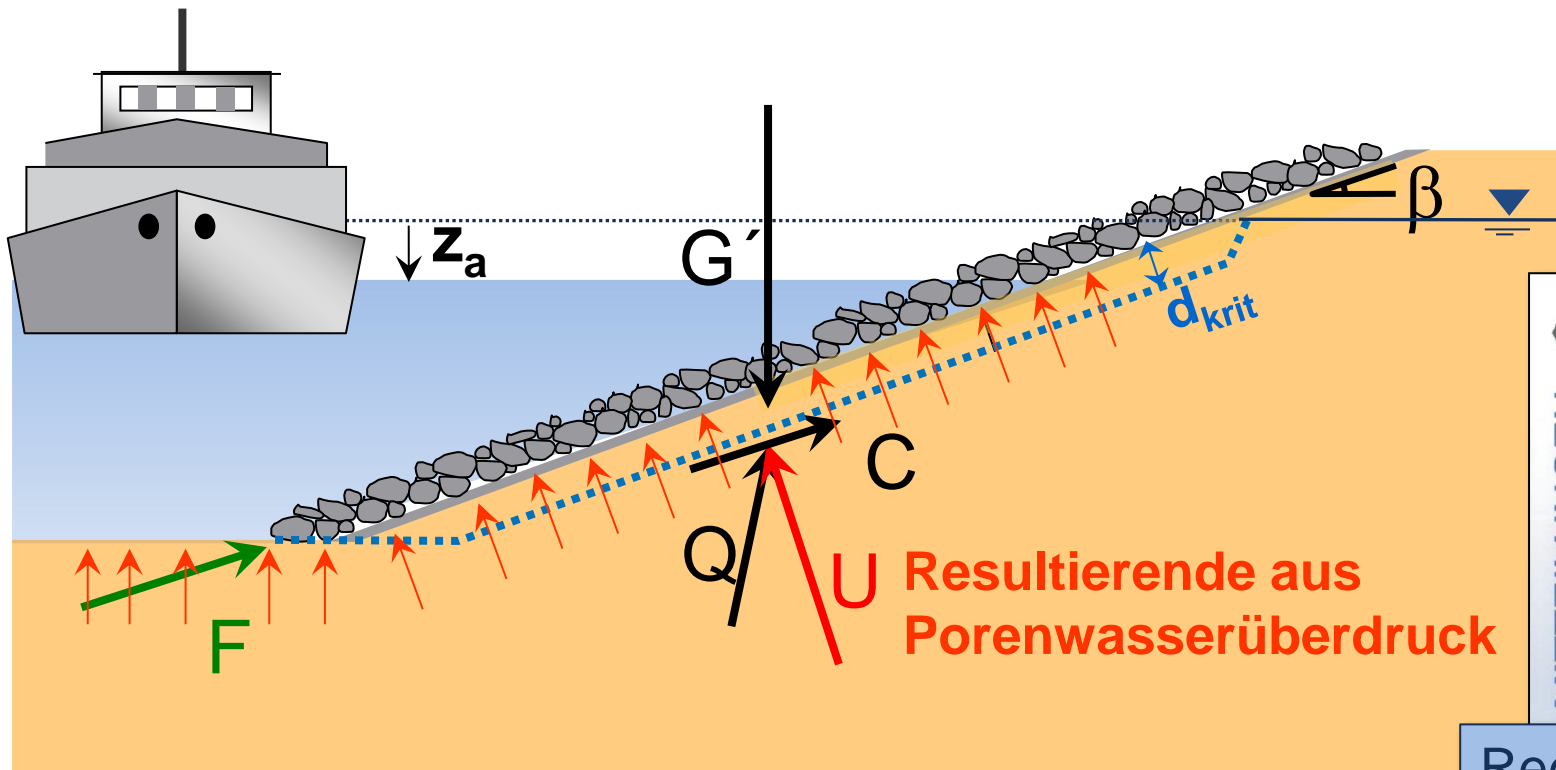


Wasserspiegel-
absenk

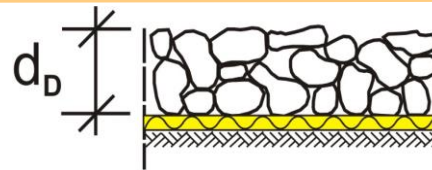
Destabilisierung durch
Porenwasserüberdrücke







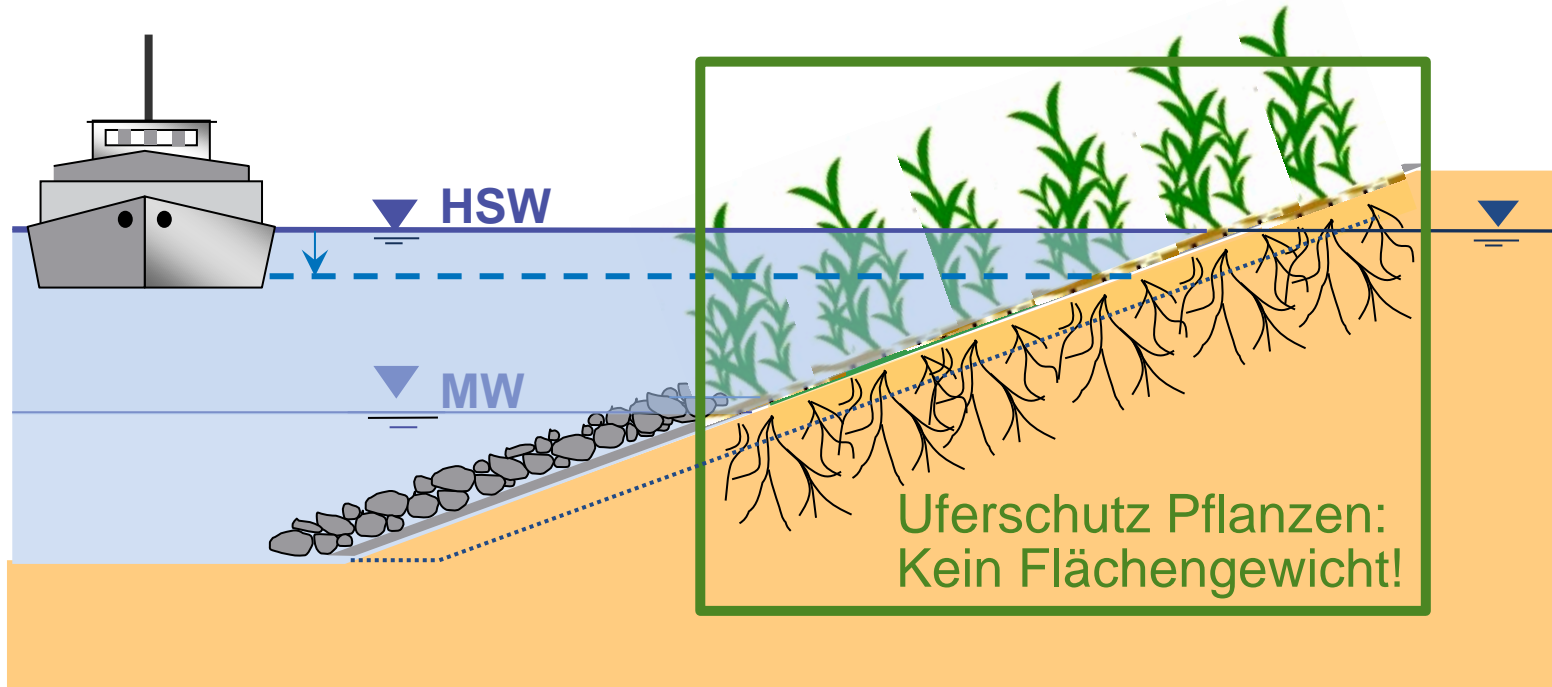
Ausreichendes Flächengewicht



Regelwerk
 GBB, 2010
 GBBSOft

$$\gamma'_D d_D \geq \frac{\Delta u \tan \varphi' - c' - \tau_F}{\cos \beta \tan \varphi' - \sin \beta} - \gamma'_F d_F - \gamma' d_{krit}$$

$$\Delta u(z) = \gamma_W \cdot z_a (1 - a \cdot e^{-b \cdot z})$$



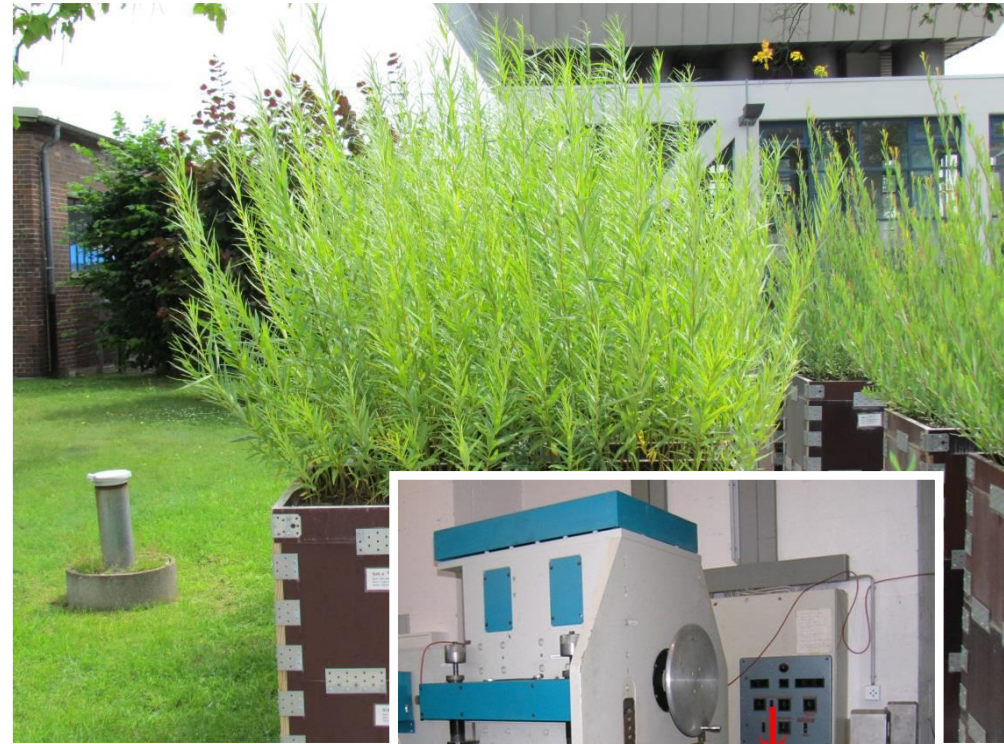
Gewährleistung der Böschungsstandsicherheit durch verzweigtes, tiefreichendes Wurzelsystem
→ Veränderung der Bodeneigenschaften
Erhöhung der Scherfestigkeit

Forschungsprojekt

Quantifizierung der Mechanismen für Bemessung der Ufersicherungen



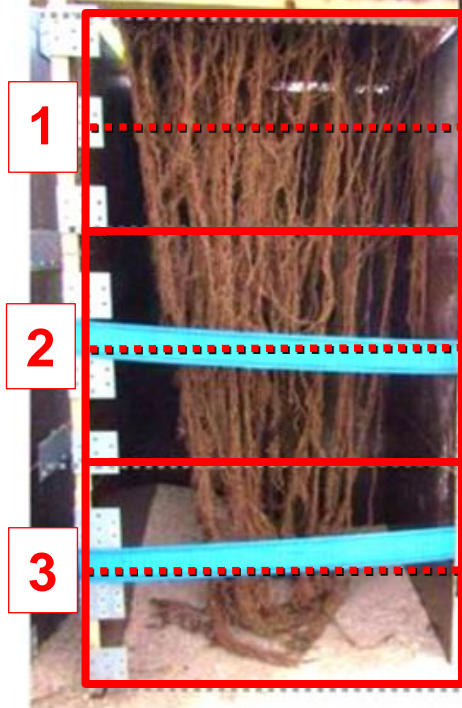
Weidenspreitlage Korbweide / Purpurweide



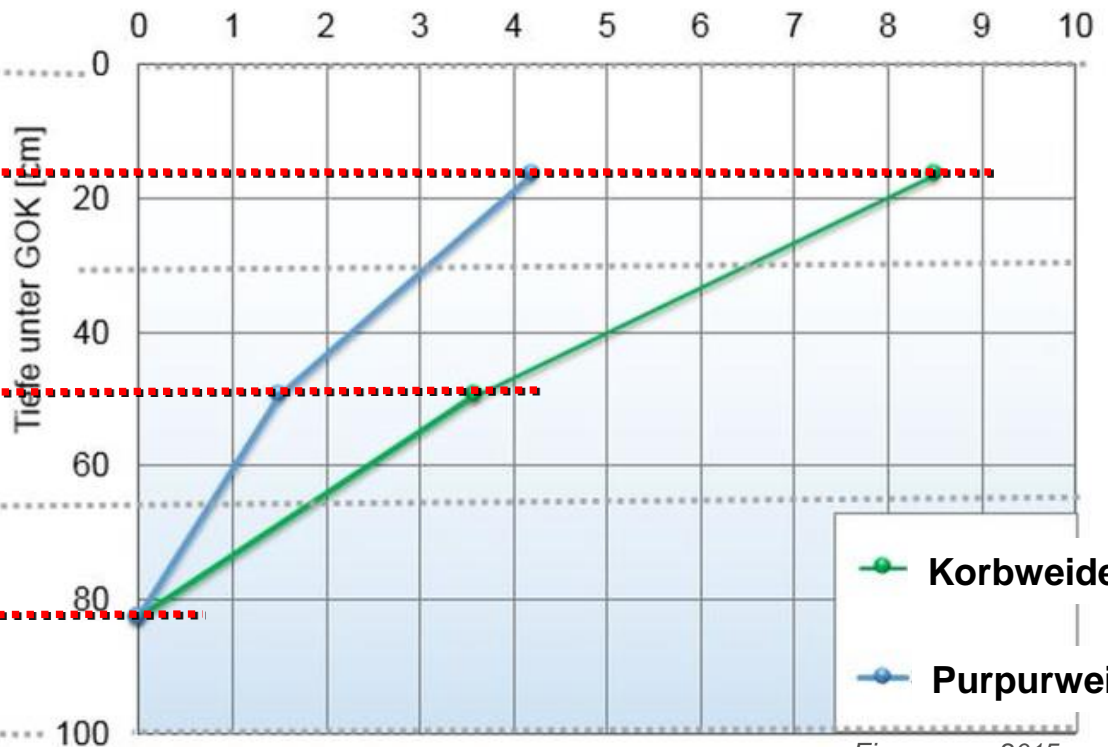
Weidenspreitlage aus Korbweide / Purpurweide (nach einer Vegetationsperiode)



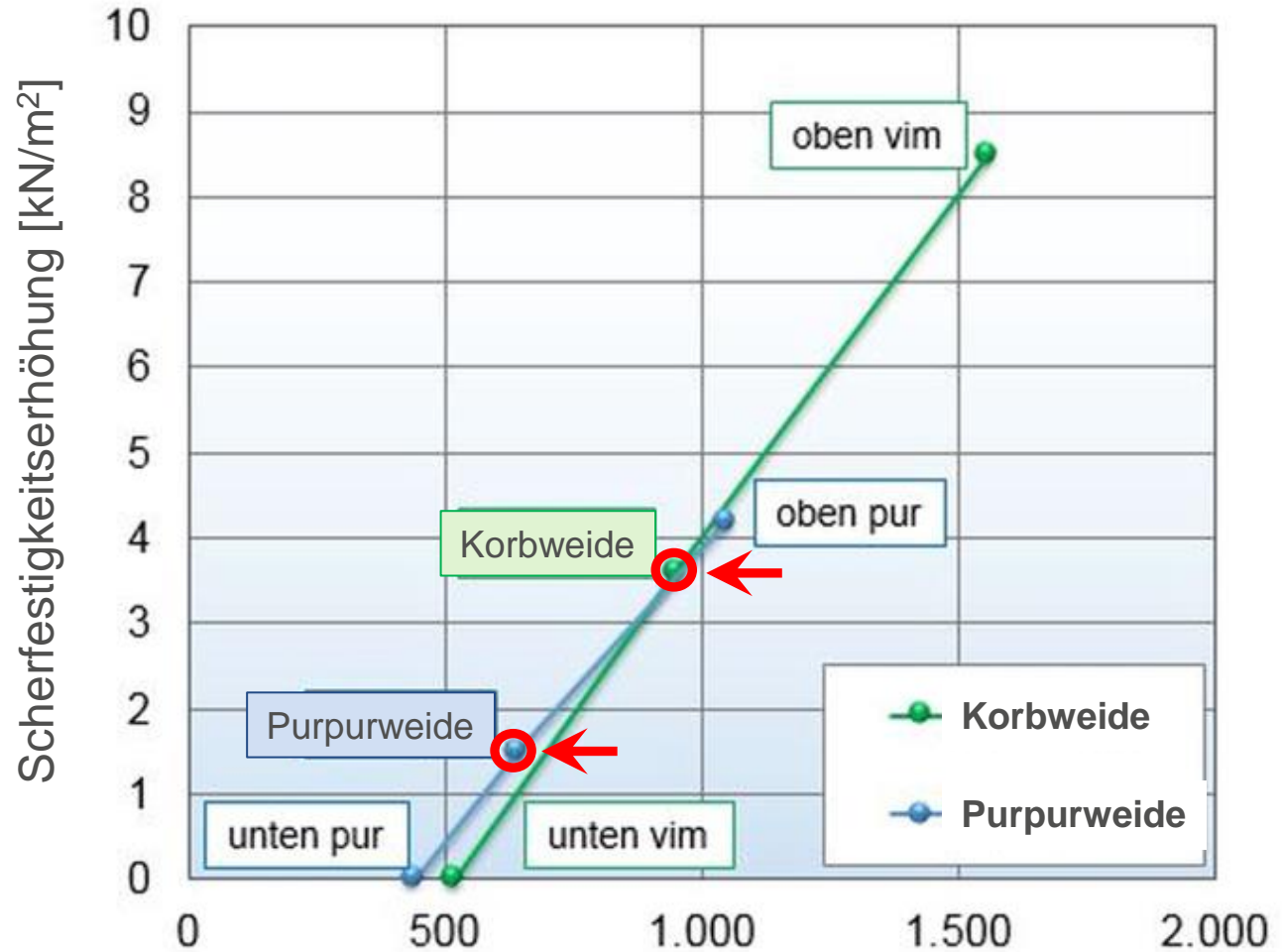
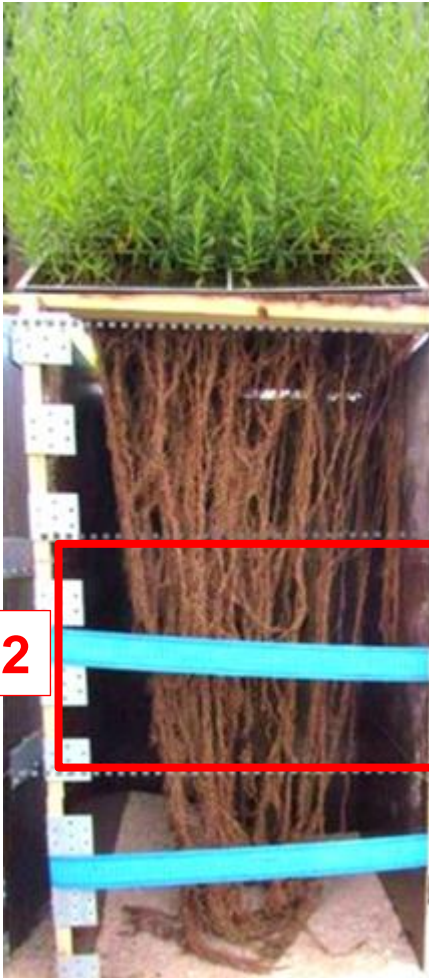
Korbweide



Scherfestigkeitserhöhung [kN/m²]
(infolge Wurzeln)

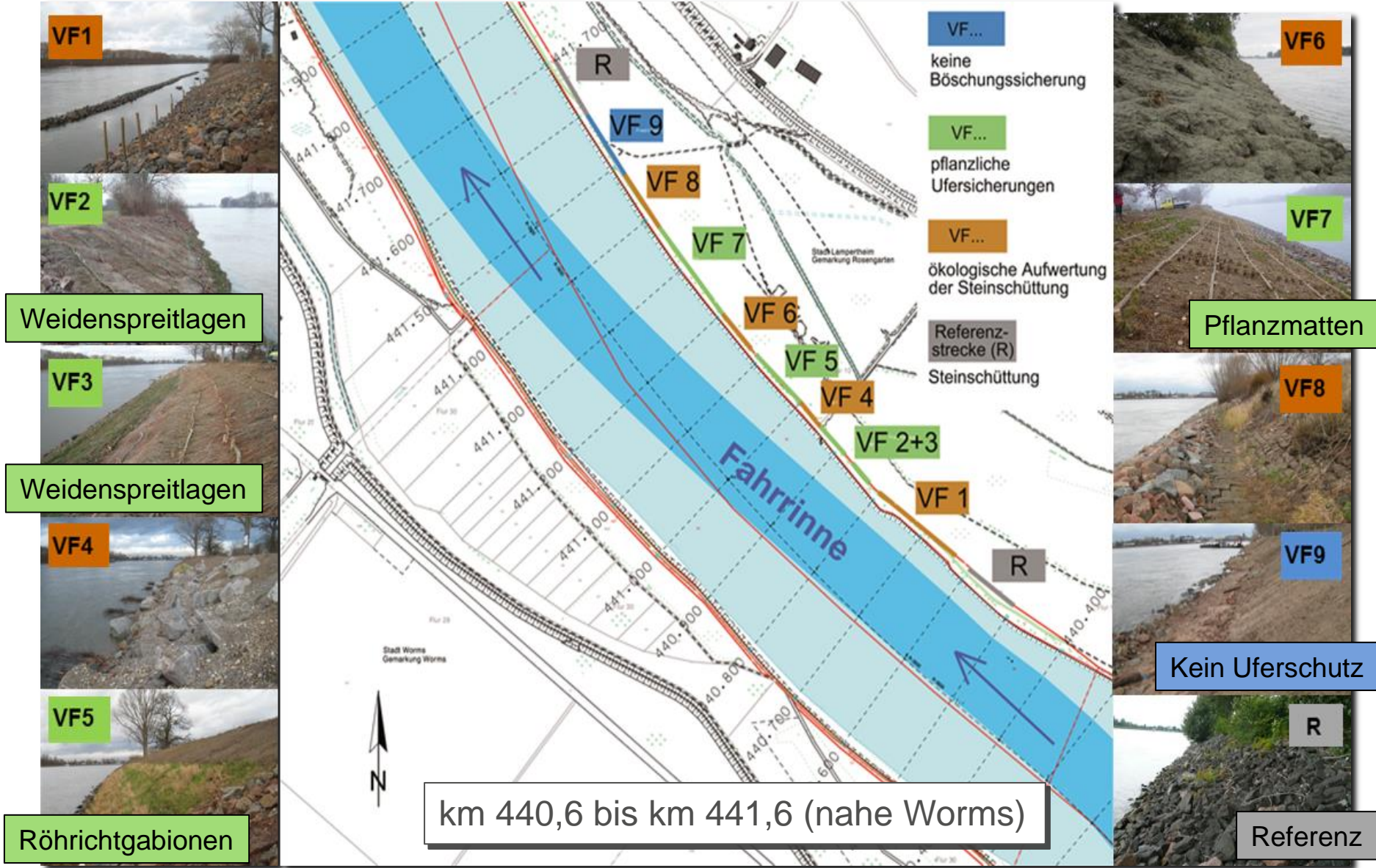


Eisenmann, 2015

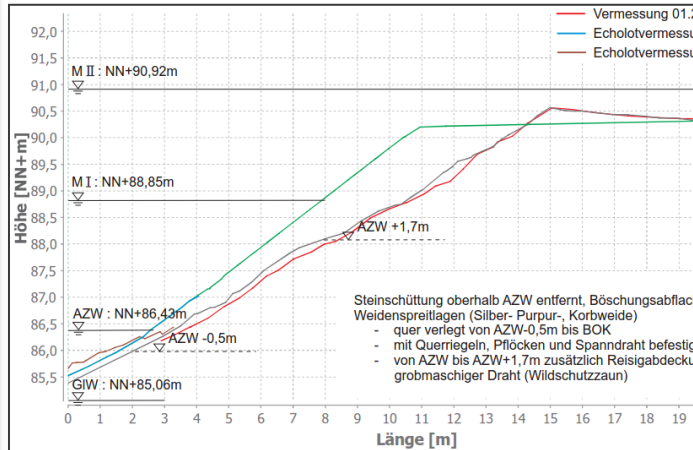


Weitere Versuche mit anderen Weidenarten, Röhrichtern, Gräsern - Grundlage für Korrelationen

Beispiel 2: Naturversuch am Rhein (seit 2011)



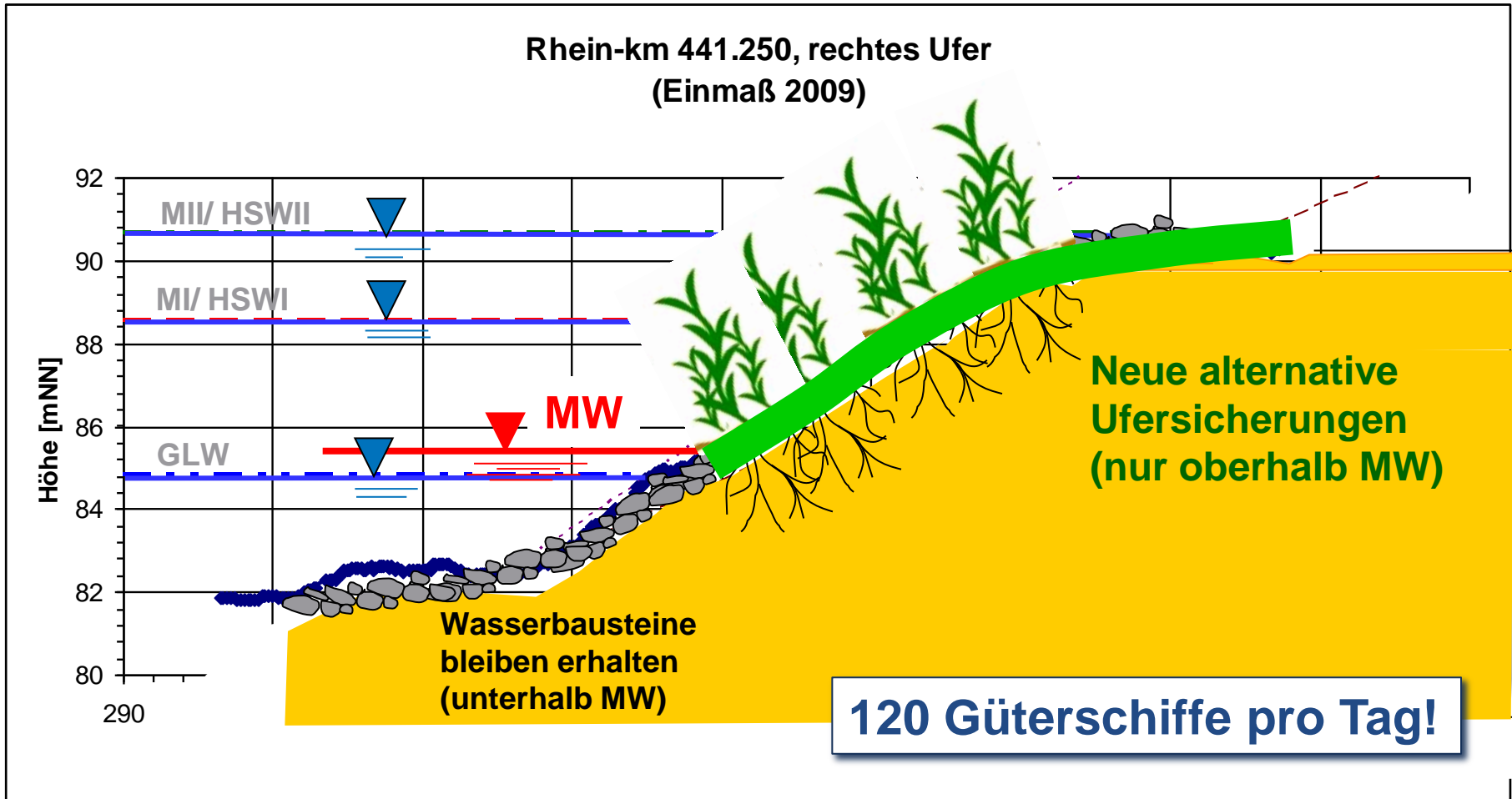
Technisches Monitoring 2011 bis 2016



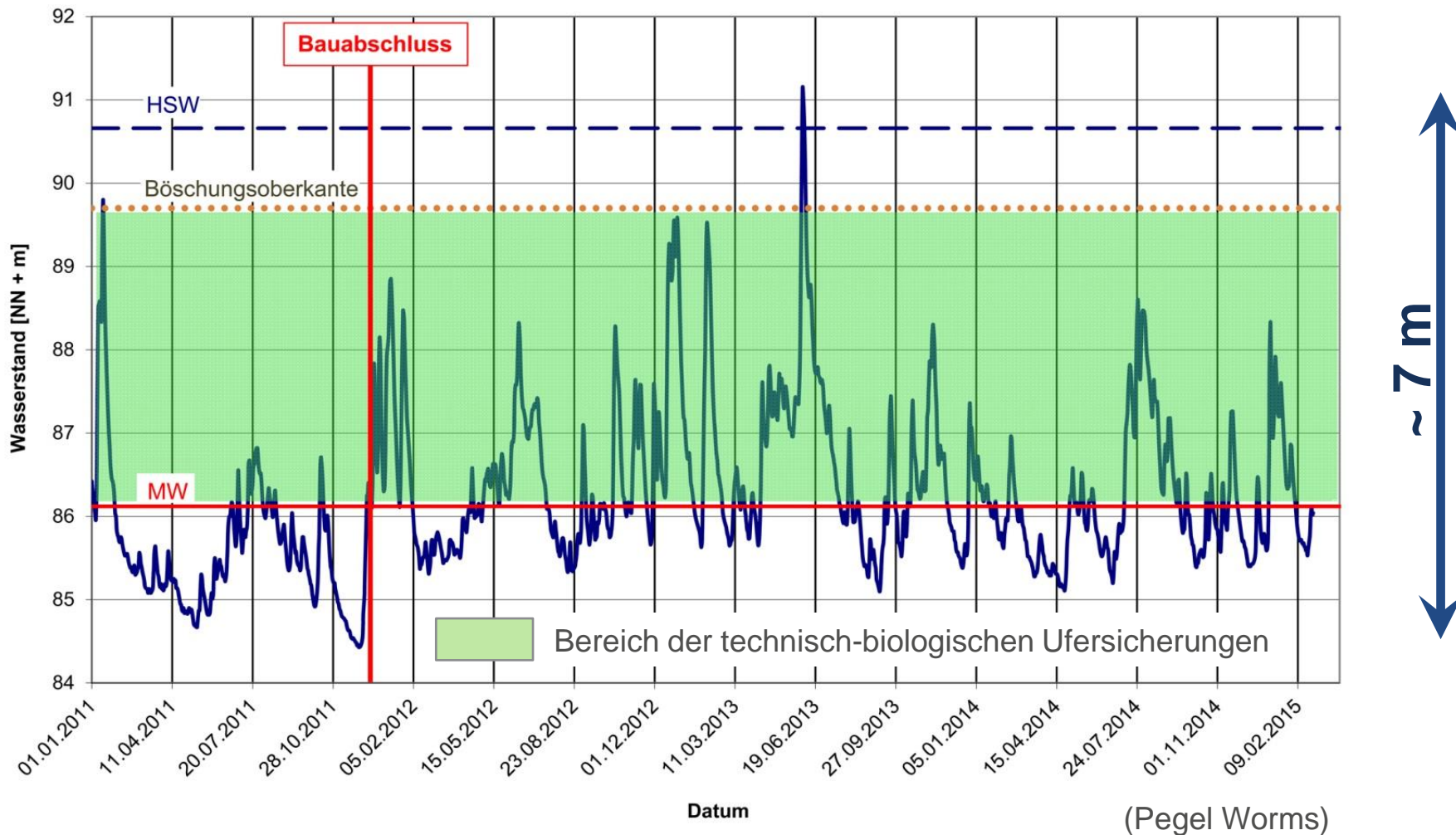
- Uferinspektionen
- Querprofileinmaße
- Wasserstände
- Wetter
- Messung der hydraulischen Uferbelastungen
- Porenwasserdruckmessungen
- Wurzelfreilegungen, ...



Böschungsneigung 1 : 3!



Große Wasserspiegelschwankungen!



Beispiel 2: Naturversuch am Rhein



**Juli 2015
(~ MW)**



**Juni 2013
(MW + 4 m)**

Beispiel 2: Versuchsfeld 5 - Röhrichtgabionen





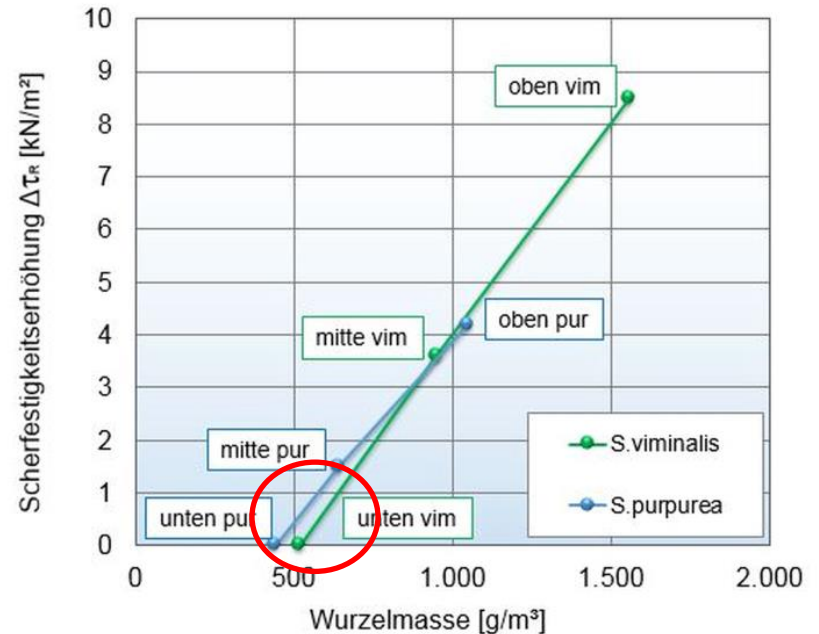
Überstau maßgebende Belastung neben der Schifffahrt!
Uferschutz langfristig abhängig von der Vitalität der Pflanzen!

Beispiel 2: Versuchsfeld 3 - Weidenspreitlagen



Monitoring dauert noch an!
Ergebnisse und Auswertungen 2017!
Zwischenergebnisse unter
<http://ufersicherung.baw.de/de/index.html>

2012



Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt BAW/ BfG (Wasserstraßen)



Aktueller Wissensstand

DWA-
Regelwerk

Merkblatt DWA-M 519

Technisch-biologische Ufersicherungen an großen und schiffbaren Binnengewässern

Weißdruck: März 2016

*DWA-Arbeitsgruppe WW1.5/2.5
„Alternative Ufersicherungen“
(2008 bis 2016)*

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



Erfahrungen an kleineren Fließgewässern ohne Schifffahrt

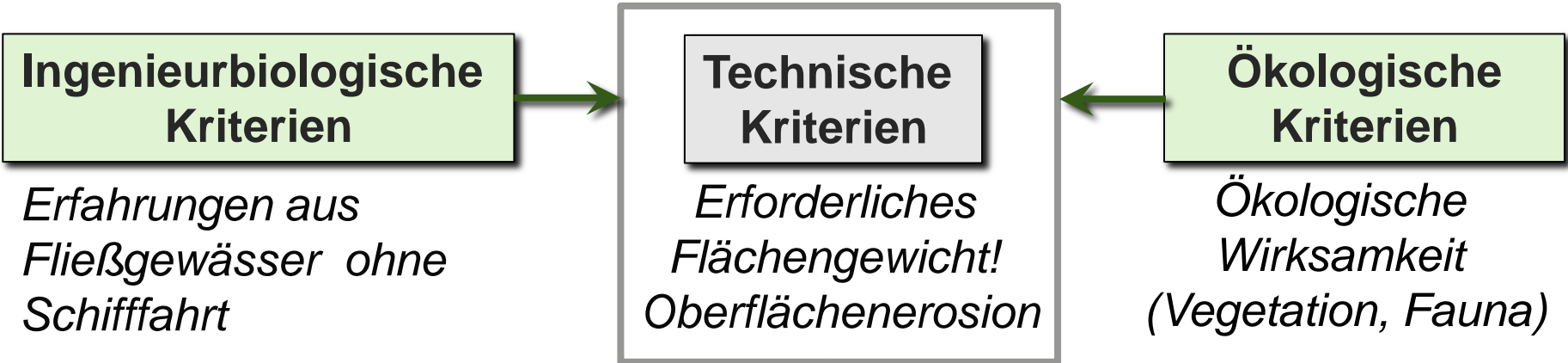




Belastungsgrenzwerte - Oberflächenerosion

Bauweisen gemäß Steckbriefen (siehe Anhang A.2)	Belastungsgrenzen der Bauweise gegenüber Oberflächenerosion (Durchhanden)			Bemerkungen
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">DWA-M519 Tabelle 5</div>	Fließgeschwindigkeit, Rückströmung, Wiederauffüllungsströmung [m/s] <div style="border: 2px solid red; padding: 10px; font-size: 2em; font-weight: bold; color: red;">V_{zul}</div>	Schubspannung τ [N/m ²] <div style="border: 2px solid red; padding: 10px; font-size: 2em; font-weight: bold; color: red;">τ_{zul}</div>	Höhe schiffserzeugter, überwiegend mitlaufender Wellen H [m] - Heckwellen- bzw. Wellenhöhe (nach GBB (2010), siehe auch Bild 11) <div style="border: 2px solid red; padding: 10px; font-size: 2em; font-weight: bold; color: red;">H_{zul}</div>	
1. Vegetationswalze mit anschließender Röhrichtmatte	1,3 – 2,3 1,9, 2,3	25 – 65 45, 65	0,15 – 0,55 0,30, 0,45	Größtwert: Äquivalenz zum Geotextil auf Buschlage, 16 Monate alt
2. Begrünte Böschungsschutzmatte mit Rasen	1,1 – 1,4 1,3	10 – 40 30	0,10 – 0,20 0,20	Größtwert: Äquivalenz zum Geotextil mit Steckhölzern
3. Begrünte Böschungsschutzmatte mit	1,5 – 1,9 1,6	40 – 60 50	0,20 – 0,35 0,25	
8. Spreitlage mit Steinschüttung als Fußsicherung	2,0 – 2,5 2,3, 2,4	50 – 240 120, 100	0,40 – 1,1 0,65, 0,55	sehr große Streuung der Angaben
9. Begrünte Steinschüttung	2,1 – 2,6 (Berechnung mit GBBSOft für LMB _{5/40})	70 – 110 90 (aus Vergleich mit v - und τ -Daten)	0,9 – 1 1,0 (Berechnung mit GBBSOft für LMB _{5/40})	Belastungsgrenzen je nach Steingröße, siehe GBB (2010)
10. Nachträglich begrünte Steinschüttung	siehe 9. Begrünte Steinschüttung	siehe 9. Begrünte Steinschüttung	siehe 9. Begrünte Steinschüttung	siehe 9. Begrünte Steinschüttung

Neue Software „GBBSoft+“



➔ *Ufersicherungen mit Pflanzen prinzipiell auch an Wasserstraßen anwendbar*

➔ *Erstes Bemessungskonzept auf Basis bisheriger Erkenntnisse*

➔ *Derzeit noch Einschränkungen in der Dimensionierung (Annahmen aufgrund fehlender Langzeiterfahrungen)*

➔ *Weitere Forschungen erforderlich
2017 Ergebnisse aus Naturversuch und Modellversuchen*

➔ *Präzisierung des Bemessungskonzeptes*

➔ *Grundlage für Renaturierungen an Binnenwasserstraßen im Rahmen des Bundesprogramms „Blaues Band“*

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



*Mehr Informationen unter
<http://ufersicherung.baw.de/de/index.html>*

Bundesanstalt für Wasserbau
76187 Karlsruhe

www.baw.de