

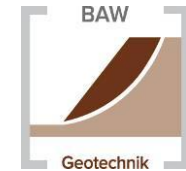
Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen



Technisch-biologische Ufersicherungen
an großen und schiffbaren Gewässern –
Potenziale und Möglichkeiten

21. und 22. November 2013

Bundesanstalt für Wasserbau in Karlsruhe



Vorgehensweise bei der Planung und Bemessung von technisch-biologischen Ufersicherungen nach DWA-Merkblatt

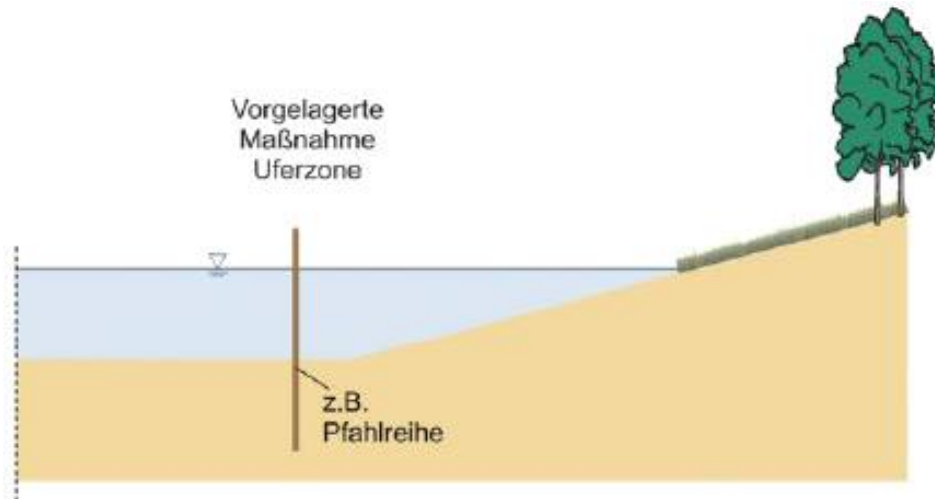
www.baw.de

Petra Fleischer, BAW, Referat Erdbau- und Uferschutz

21.11.2013



Vorgelagerte Maßnahme
im Bereich der Uferzone
(Platzbedarf!)

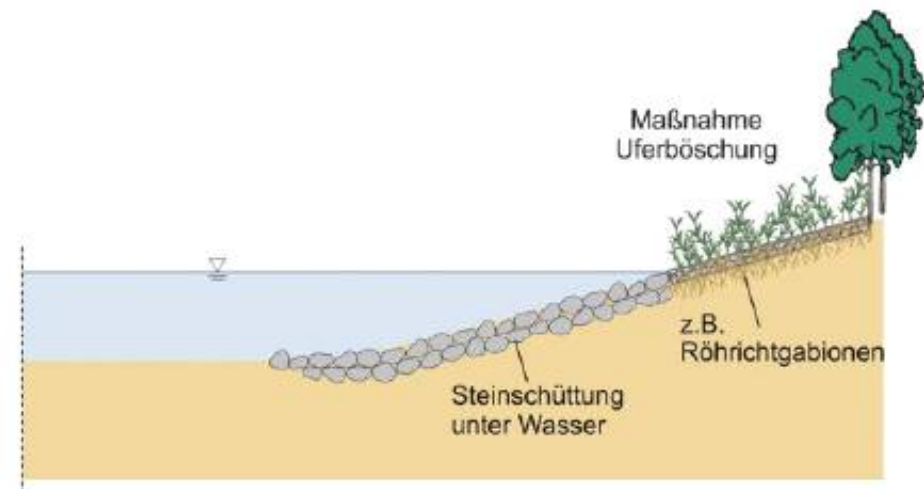


„Passiver“ Uferschutz

Reduzierung der Belastungen
im Bereich der Uferböschung
>> ggf. Verzicht auf Maßnahme
im Böschungsbereich

(Vorträge Krauß, Weber)

Uferschutzmaßnahme
im unmittelbaren
Böschungsbereich



„Aktiver“ Uferschutz

Bauweisen entsprechend Steckbriefen
(Vortrag Stowasser)

Bemessung

Vorgehensweise im Merkblatt

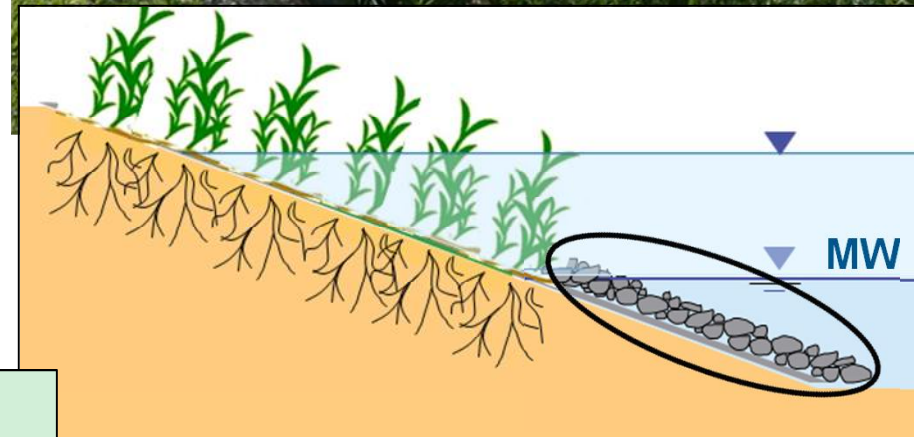
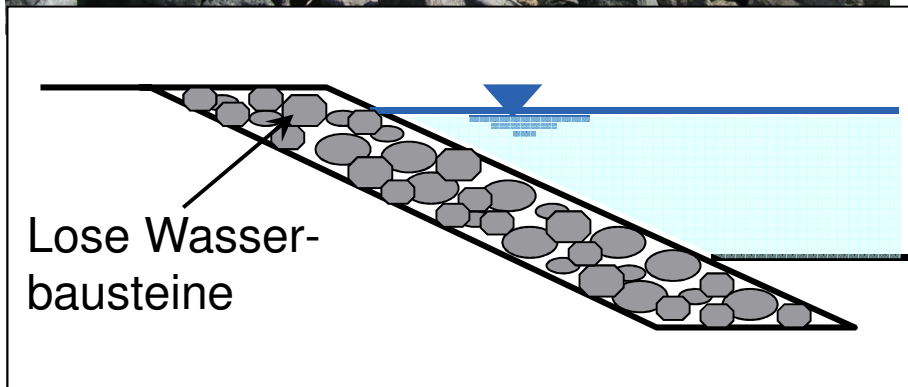


Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

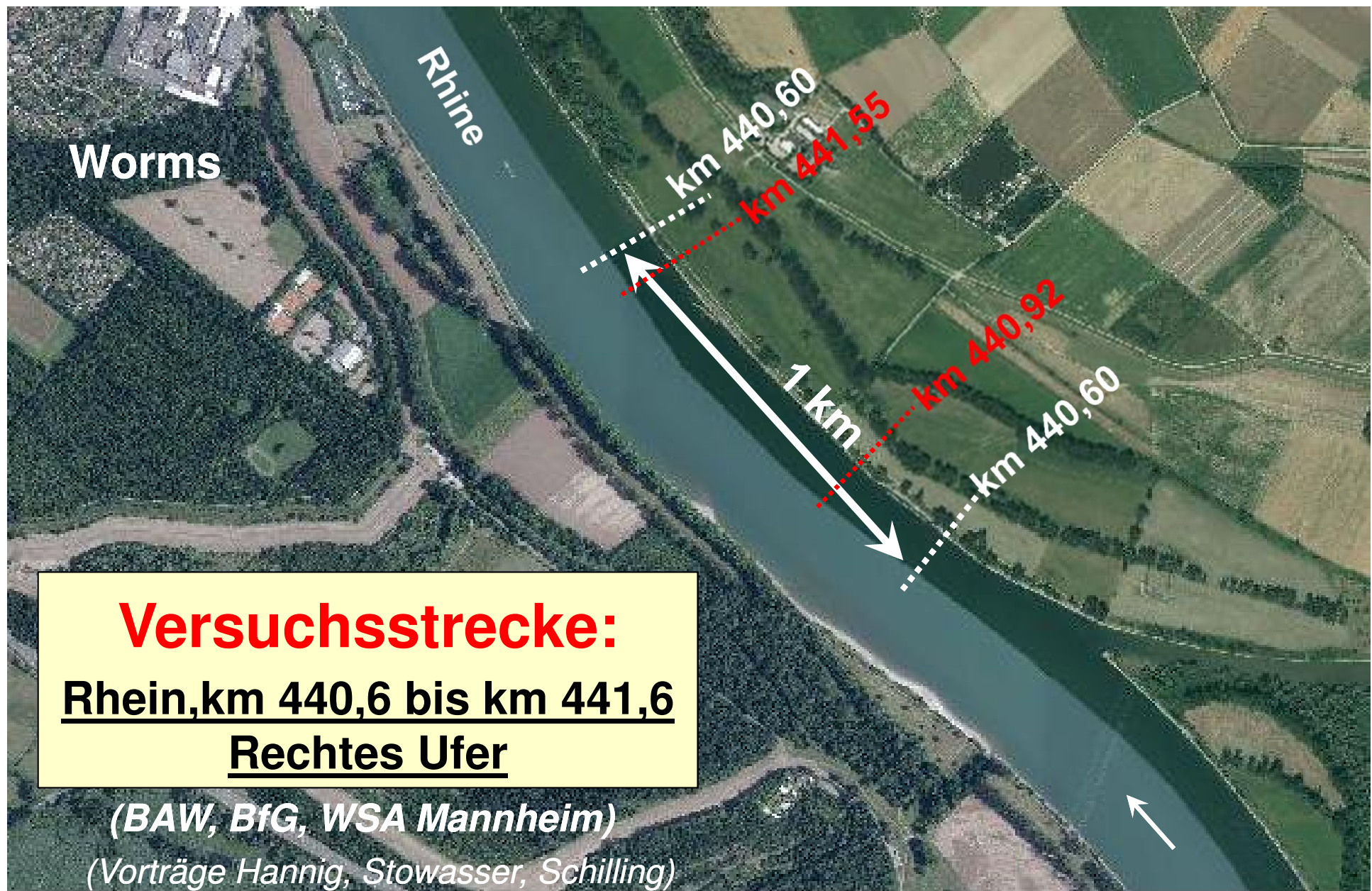
Vorgehensweise nach DWA-Merkblatt
Geotechnik · G4 · Petra Fleischer · 21. November 2013

Seite 2

Aufgabenstellung: Planung einer Ufersicherung mit Pflanzen (Beispiel Versuchsstrecke Rhein)



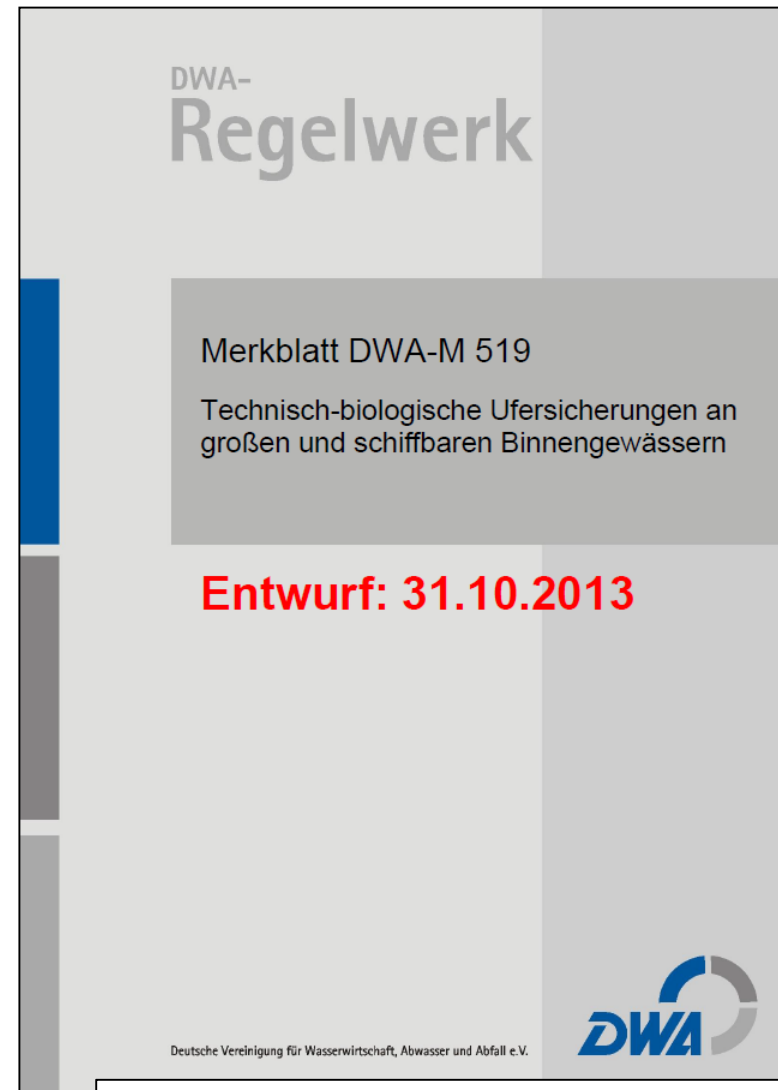
Ziel: Ökologische Aufwertung des Uferbereichs unter Gewährleistung des Uferschutzes





(GBBSOft)

Ermittlung der hydraulischen Belastungen,
Bemessung von Schüttsteindeckwerken



Auswahl und Dimensionierung
einer Ufersicherung mit Pflanzen



Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

Vorgehensweise nach DWA-Merkblatt
Geotechnik · G4 · Petra Fleischer · 21. November 2013

Seite 5

Übersicht: Vorgehensweise (Kap. 9, DWA-Merkblatt)

1. Rechtliche Rahmenbedingungen (Ausbau/ Unterhaltung)

2. Hydrologische, technische, sozio-ökonomische Randbedingungen (Gewässer, Ufergeometrie, Baugrund, Belastungen, Nutzungen, ...)

3. Ökologische Anforderungen (Zielvegetation, Besiedlungspotenzial)

4. Bemessungsstandards (Anforderungen an Uferstabilität)

5. Notwendigkeit und Umfang einer Ufersicherungen (GBBSOft); Möglichkeiten zur Reduzierung der Uferbelastungen

6. Auswahl und Dimensionierung einer technisch-biologischen Ufersicherung

7. Anordnung zusätzlicher Strukturelemente (z.B. Totholz)



2. Hydrologische, technische, sozio-ökonomische Randbedingungen (Gewässer, Ufergeometrie, Baugrund, Belastungen, Nutzungen, ...)

(Kapitel 4)

Hydrologische und technische Randbedingungen							
Gewässer- charakteristik	Maßgeben- de Wasser- stände	Uferexposition, Böschungs- neigung	Baugrund, ggf. vorhandene Ufersicherung	Flächen- verfügbarkeit, Nutzung	Belastungen infolge natürl. Strömung	Belastungen infolge Wind	Belastungen infolge Schifffahrt
<i>Kap. 4.1</i>	<i>Kap. 4.1</i>	<i>Kap. 4.2</i>	<i>Kap. 4.3</i>	<i>Kap. 4.4</i>	<i>Kap. 4.5</i>	<i>Kap. 4.5</i>	<i>Kap. 4.6</i>
-Kanal/ Fluss (staugeregelt, freifließend), Seenartige Erweiterung -Prallhang/ Gleithang	-Konstante/ schwankende Wasserstände -NW, MW, HSW, HW, ...	-Böschungsneigung -Böschungshöhe -Beschattung	-Bodenarten -Schichtung -Boden- kennwerte (Φ' , c' , k_f , ...)	-terrestrisches und aquatisches Raument- wicklung- potential	-Strömungsge- schwindigkeiten, -Schubspannungen am Ufer (Berücksichtigung Hochwasserabfluss)	-Hydraulische Belastungs- größen am Ufer (Wellen)	-Hydraulische Belastungsgrößen am Ufer (Wellen, Absunk, Strömung) -Porenwasserüber- drücke im Boden

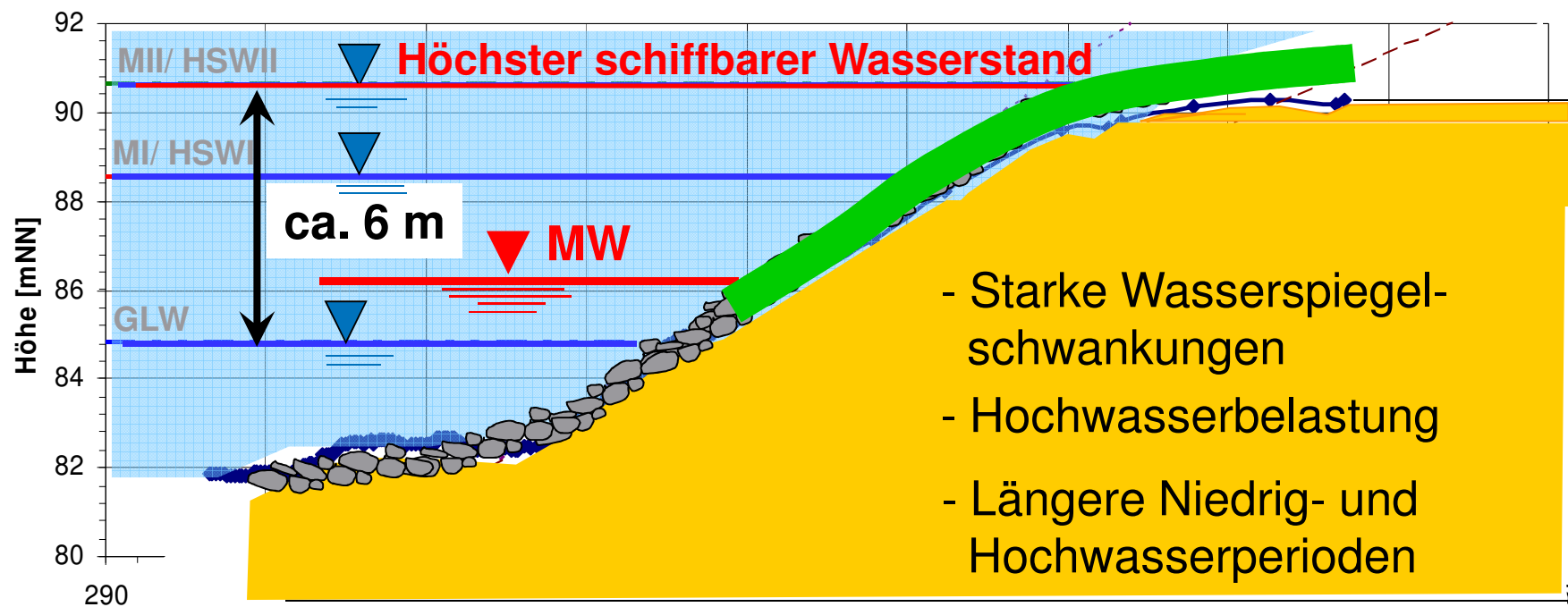
Ortsbesichtigung!

(Bild 54)

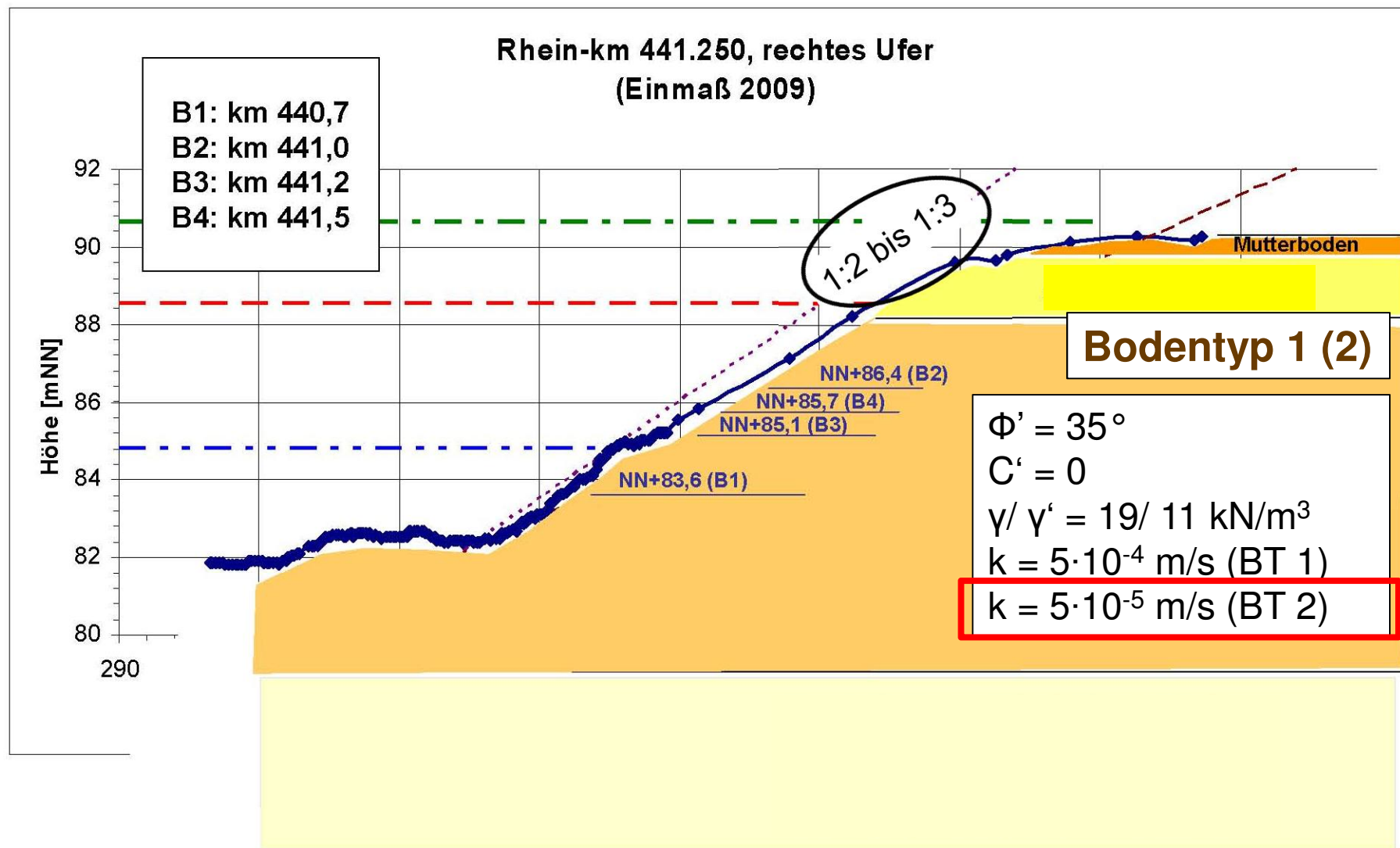


Maßgebende Wasserstände

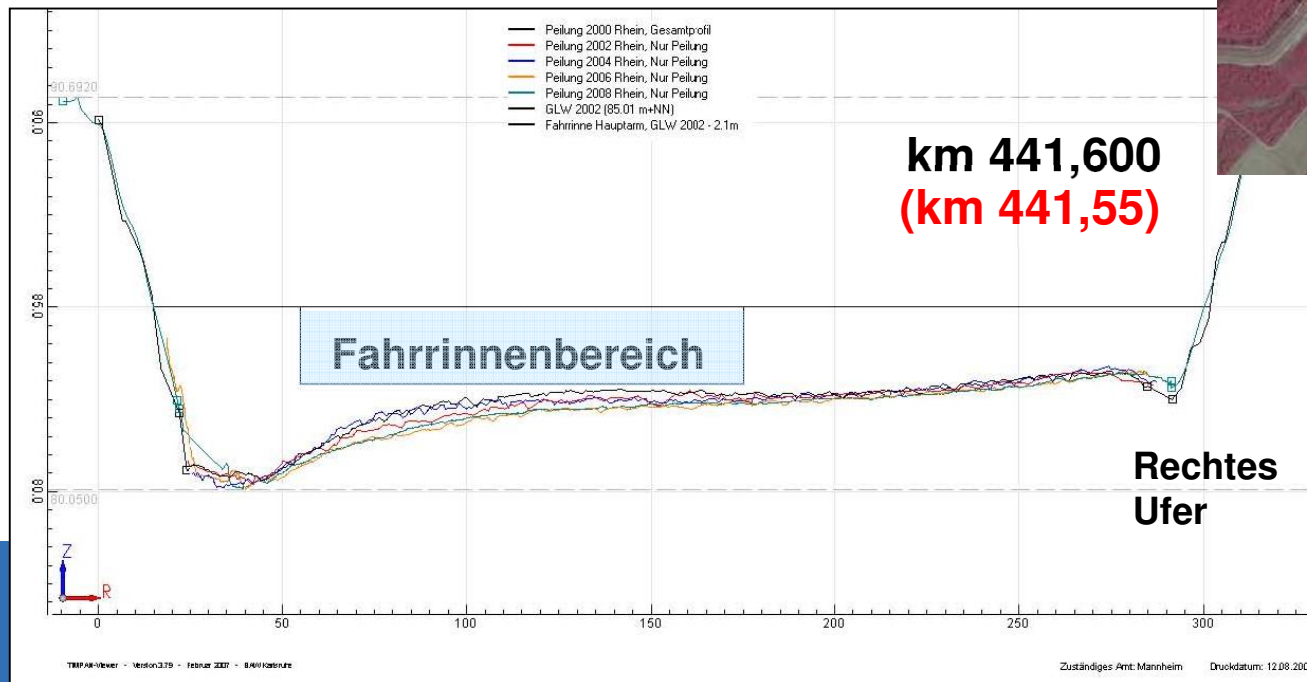
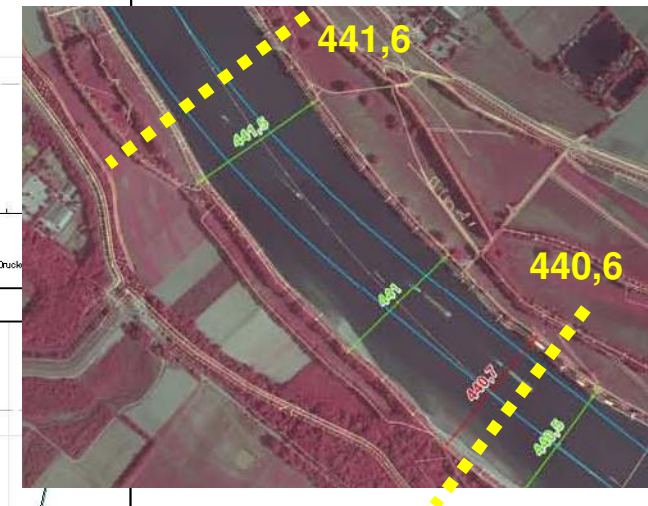
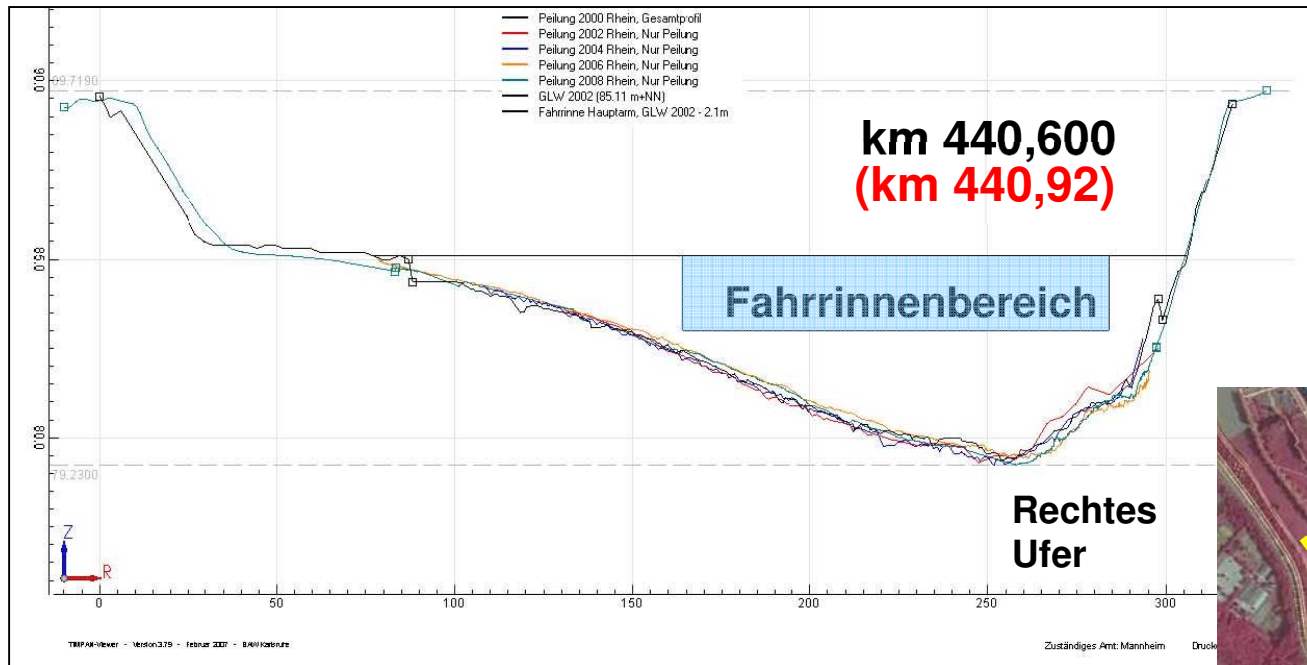
Rhein-km 441.250, rechtes Ufer
(Einmaß 2009)



Böschungsgeometrie und Baugrund



Gewässer- charakteristik



Freifließender Fluss
> Übergang vom
Prallhang zum
Gleithang
(Belastungen infolge
natürlicher Strömung)

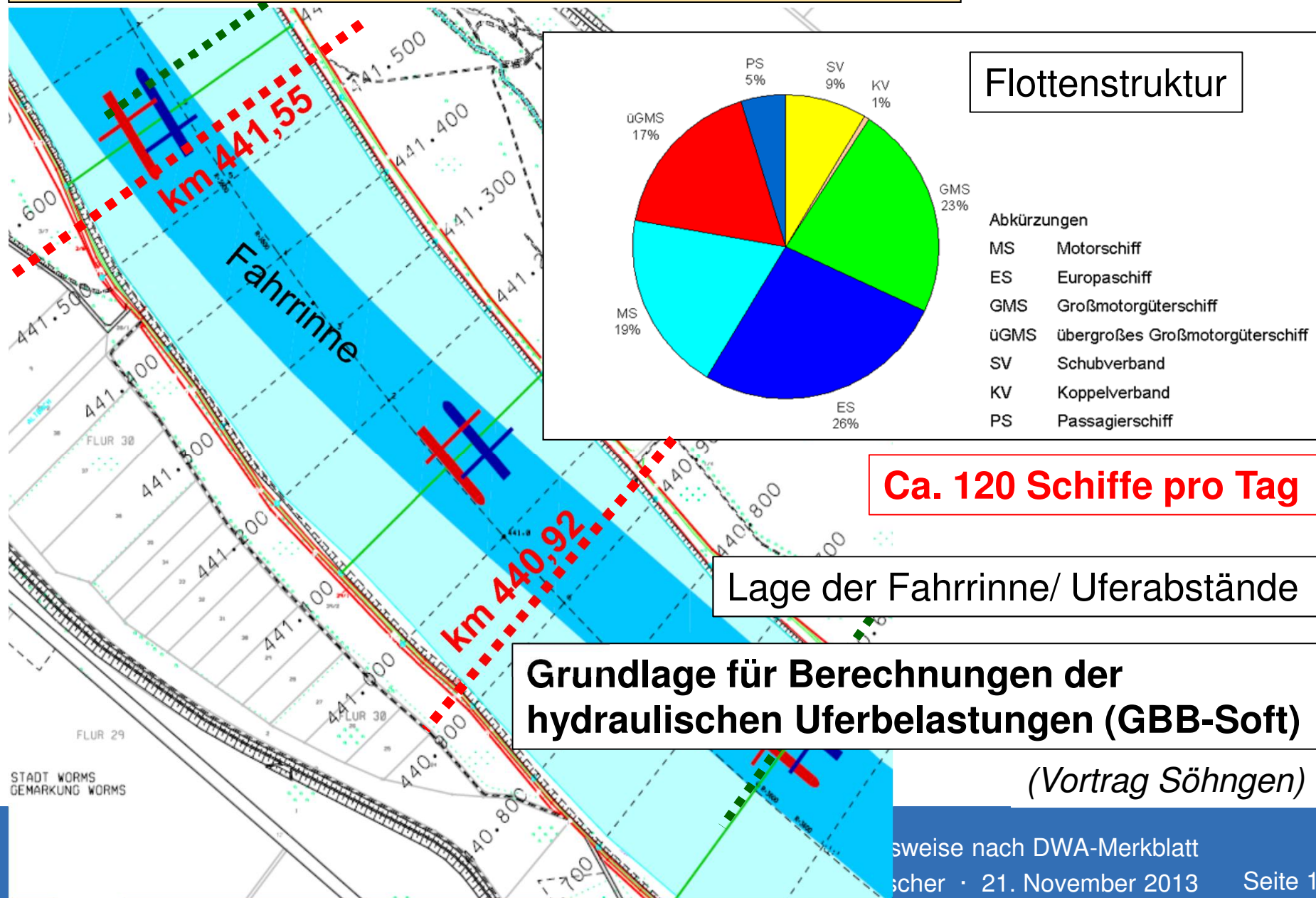
Nach DWA-Merkblatt

21. November 2013

Seite 10

Belastungen infolge Schifffahrt (Messung)

**(7 Tage,
August 2009)**



Ca. 120 Schiffe pro Tag

Lage der Fahrrinne/ Uferabstände

Grundlage für Berechnungen der hydraulischen Uferbelastungen (GBB-Soft)

(Vortrag Söhngen)

Sozio-ökonomische Bedingungen

Hochwasserschutz

- Anforderungen an die Uferstabilität (Lage der Deiche)
- Anforderungen an neue Ufersicherungen (keine Behinderung des Hochwasserabflusses)

Hochwasserneutralität!

Restriktionen

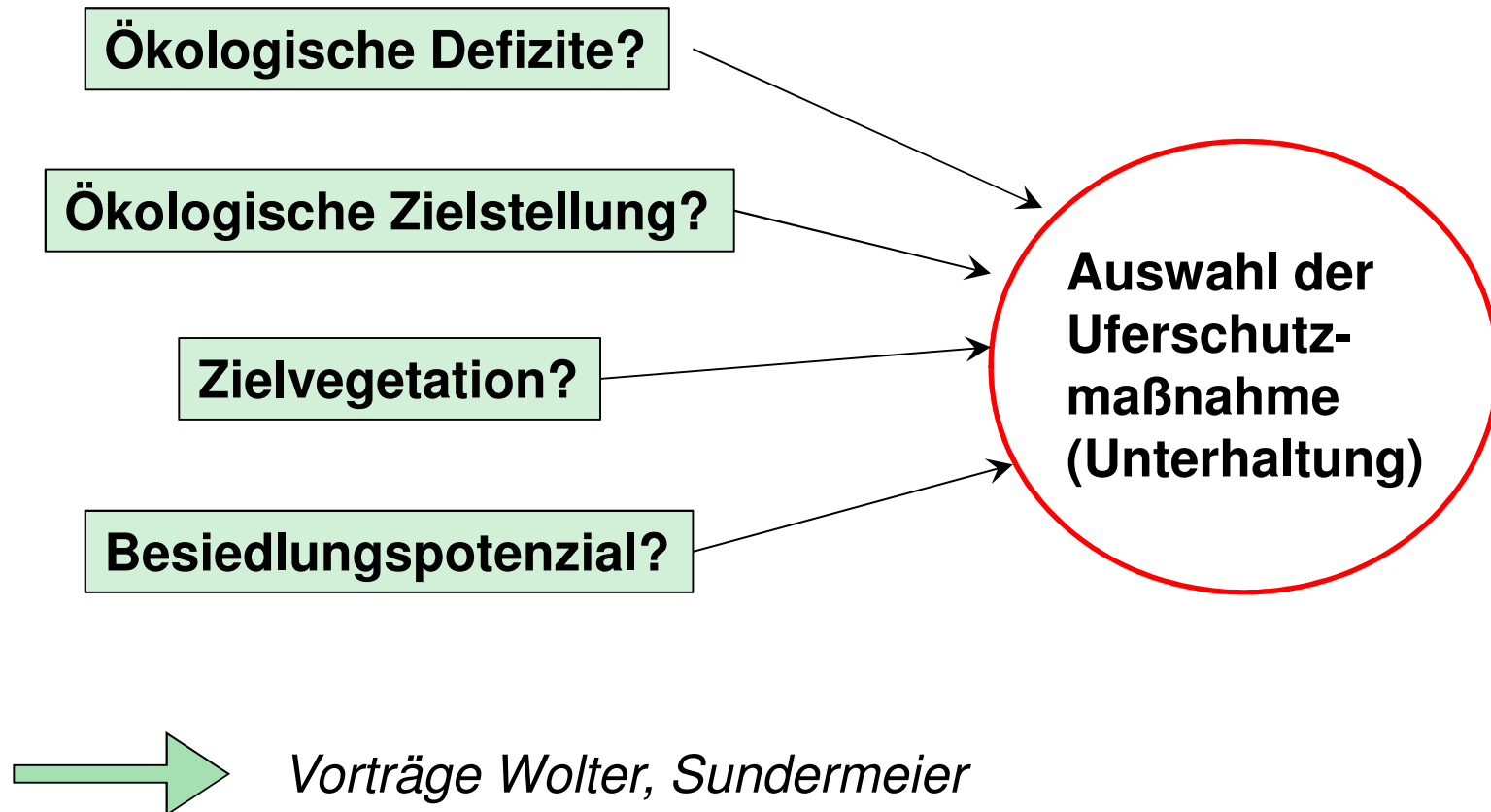
- Freizeit, Erholung (Angler)
- Infrastruktur, Siedlungen
- Landwirtschaft
Wasserwirtschaft
- Energiegewinnung

Flächenverfügbarkeit?

Abstimmungsbedarf!



3. Ökologische Anforderungen (Zielvegetation, Besiedlungspotenzial)



4. Festlegung Bemessungsstandards (Anforderungen an Uferstabilität)

Bemessungsstandard I

Uferverformungen in größerem Umfang zugelassen oder erwünscht

Verzicht auf Ufersicherung oder abgeminderte Anforderungen

Bereiche ohne Sicherheitsrelevanz, keine HW-Schutzfunktion, verfügbare Flächen, größerer Materialeintrag in Fahrrinne zulässig

Bemessungsstandard II

Uferverformungen in begrenztem Umfang zulässig

Abgeminderter WSV-Standard, z.B. $0,9 v_{krit}$, ggf. Orientierung am vorhandenen Sicherheitsniveau

Bereiche ohne sicherheitsrelevante Bebauung, ohne direkte HW-Schutzfunktion, wenige Schiffsbewegungen, alter Standard ausreichend

Bemessungsstandard III

Gewährleistung der Uferstabilität ohne Abstriche (WSV-Standard)

Ufernahe Fahrt $0,97 v_{krit}$ (GBB)

(Vortrag Söhngen)

Sicherheitsrelevante Bereiche mit ufernaher Bebauung, direkter HW-Schutzfunktion, Materialeintrag in Fahrrinne unzulässig

Unterhaltungsbedarf!



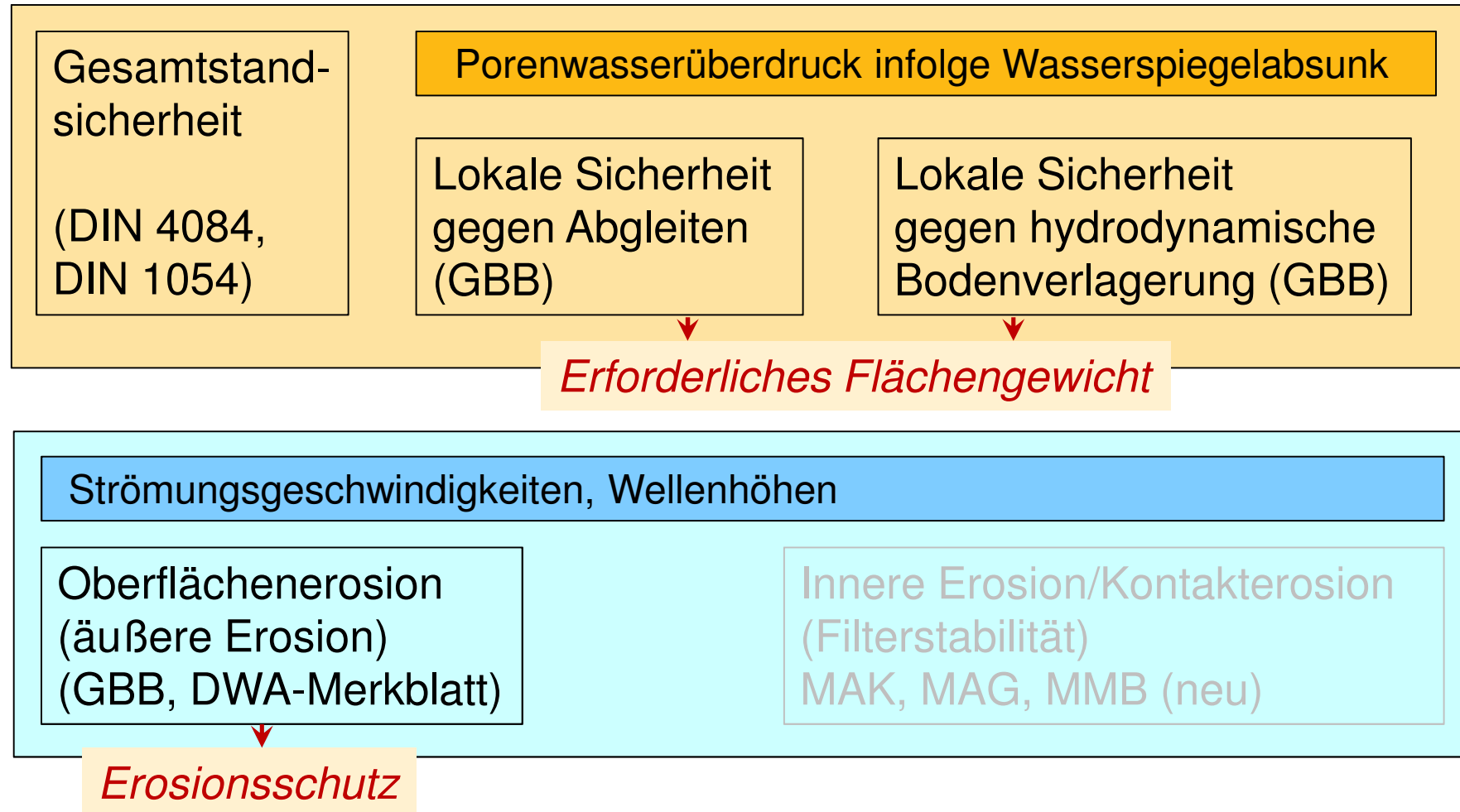
Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

vorgesehen nach DWA-Merkblatt

Geotechnik · G4 · Petra Fleischer · 21. November 2013

Seite 14

5. Prüfen - Notwendigkeit und Umfang einer Ufersicherungen (GBB); Möglichkeiten zur Reduzierung der Uferbelastungen



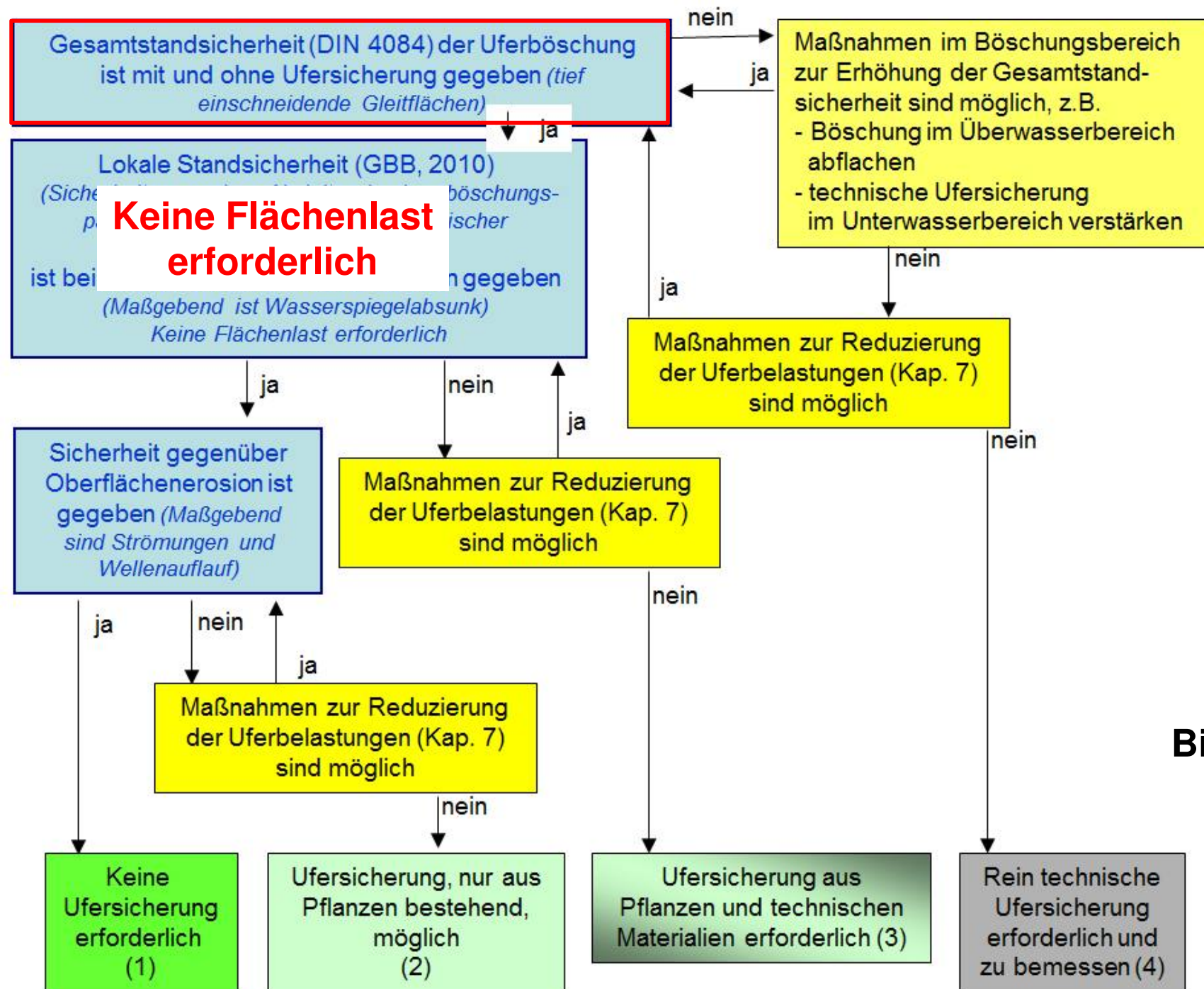


Bild 44

Beispiel: Rhein km 440,92 und 441,55

Kriterien nach Kap. 9.2	Oberes Profil, km 440,92		Unteres Profil, km 441,55	
	Bem. II (0,90 v_{krit})	Bem. III (0,97 v_{krit})	Bem. II (0,90 v_{krit})	Bem. III (0,97 v_{krit})
Erforderliches Flächengewicht	$d_{erf} = 0,16 \text{ m}$	$d_{erf} = 0,30 \text{ m}$	$d_{erf} = 0,0 \text{ m}$	$d_{erf} = 0,0 \text{ m}$

**Lokale Standsicherheit
nur mit einem Flächen-
gewicht gewährleistet**

Ufersicherung aus
Pflanzen und technischen
Materialien erforderlich (3)

**Kein Flächengewicht
erforderlich**

Keine
Ufersicherung
erforderlich
(1)

Ufersicherung, nur aus
Pflanzen bestehend,
möglich
(2)

Oberflächenerosion?



Kriterien nach Kap. 9.2	Oberes Profil, km 440,92		Unteres Profil, km 441,55	
	Bem. II	Bem. III	Bem. II	Bem. III
Oberflächenerosion	$v = 2,3 \text{ m/s}$	$v = 2,3 \text{ m/s}$	$v = 1,4 \text{ m/s}$	$v = 1,4 \text{ m/s}$
	$H = 0,87 \text{ m}$	$H = 1,06 \text{ m}$	$H = 0,29 \text{ m}$	$H = 0,33 \text{ m}$
Erforderliche Einzelsteingröße	$D = 0,13 \text{ m}$	$D = 0,19 \text{ m}$	$D = 0,10 \text{ m}$	$D = 0,14 \text{ m}$

Schutz vor Oberflächenerosion erforderlich!



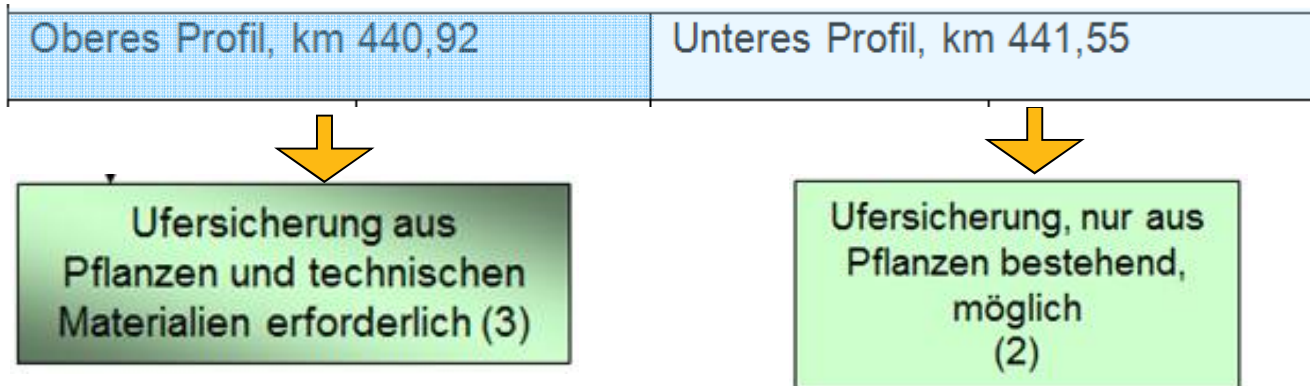
Ufersicherung aus Pflanzen und technischen Materialien erforderlich (3)



Ufersicherung, nur aus Pflanzen bestehend, möglich (2)

6. Auswahl und Dimensionierung einer technisch-biologischen Ufersicherung

Technische Kriterien



- 7 Begrüntes Kammerdeckwerk
- 9/ 10 Begrünte Steinschüttung
- (6 Begrünter Geotextilkörper)

Mit einem Flächengewicht, das einer **16 cm (30 cm)** dicken Steinschüttung entspricht

- 1 Röhrichtmatte
- 2/3 Begrünte Böschungsschutzmatte
- 4 Flechtzaun
- 5 Faschine auf Lagenbauten
- 8 Spreitlagen

(Vortrag Stowasser)

Welche Bauweisen erfüllen die Sicherheit gegenüber Oberflächenerosion?

Zulässige Belastungen hinsichtlich Oberflächenerosion (Tab. 5)

Bauweisen gemäß Steckbriefen	Belastungsgrenzen der Bauweise gegenüber Oberflächenerosion (Mittelwerte im Bereich der Unsicherheit): Untergrenze – Obergrenze, Mittelwert, Neuauswertung sofern vorhanden		Bemerkungen	
	Fließgeschwindigkeit, Rückströmung, Wiederauffüllungsströmung v [m/s]	Schubspannung τ [N/m ²]		
Oberes Profil, km 440,92				
7. Begrüntes Kammerdeckwerk	2,6 - 3,2 (erster Wert LMB 5/49, 2. Wert Fischenich)	-	1,0	Bemessung der Gabione entscheidend
9. Begrünte Steinschüttung	2,1 – 2,6 (Berechnung mit <u>GBBSoft</u> für LMB 5/40)	70 – 110, 90 (aus Vergleich mit v- und τ -Daten)	0,9 – 1,0 (Ber. mit <u>GBBSoft</u> für LMB 5/40)	Belastungsgrenzen je nach Steingröße, siehe GBB
10. Nachträglich begrünte Steinschüttung	siehe oben	siehe oben	siehe oben	siehe oben

Km 440,92:

- 7 Begrüntes Kammerdeckwerk
- 9/ 10 Begrünte Steinschüttung

Mit einem Flächengewicht, das einer **16 cm (30 cm)** dicken Steinschüttung entspricht



Zulässige Belastungen hinsichtlich Oberflächenerosion (Tab. 5)

Bauweisen gemäß Steckbriefen	Belastungsgrenzen der Bauweise gegenüber Oberflächenerosion (Mittelwerte im Bereich der Ufersicherung): Untergrenze – Obergrenze, Mittelwert , <i>Neuauswertung Gerstgraser (2000) sofern vorhanden</i>			Bemerkungen (Vortrag Söhngen)
	Fließgeschwindigkeit, Rückströmung, Wiederauffüllungsströmung v [m/s]	Schubspannung τ [N/m ²]	Höhe schiffserzeugter, überwiegend mitlaufender Wellen H [m]- i.d.R. die Heckwellenhöhe (nach GBB (2010), siehe Bild 19)	
Unteres Profil, km 441,55				
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

$v = 1,4 \text{ m/s}$

$H = 0,29 \text{ m} (H = 0,33 \text{ m})$

Unteres Profil, km 441,55

3. Begrünte Böschungsschutzmatte mit Steckhölzern	1,5 – 1,9, 1,6	40 – 60, 50	0,20 – 0,35, 0,25	
4. Flechtzaun	1,6 – 2,2, 1,9, 1,6 (1,9 ohne, 1,6 bei Kolkbildung)	15 – 60, 30, 15 (bis 60 ohne, 15 bei Kolkbildung)	0,10 – 0,50, 0,25, 0,15 (bis 0,5 ohne, 0,15 bei Kolkbildung)	große Differenzen in den Angaben, Problem: Kolke bei Hinterspülung
5. Lebendfaschine auf Lagebauten (Weidenwippe)	1,3 – 2,5, 2,1, 2,3	50 – 120, 80, 80	0,15 – 0,60, 0,45, 0,45	Größtwerte: Äquivalenz Faschinen auf Buschlage, Probleme Unterspülung und Hinterspülung
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

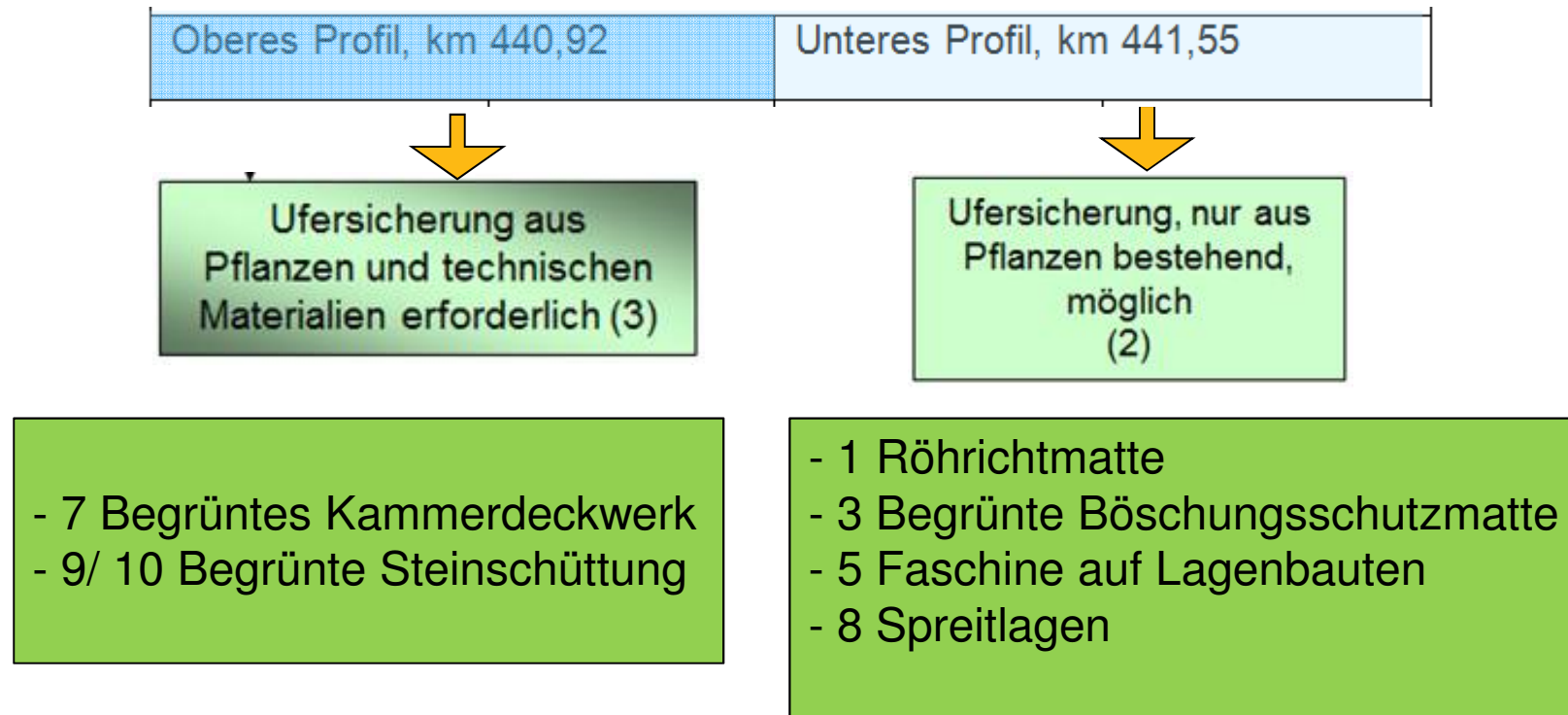
$v = 1,4 \text{ m/s}$

$H = 0,29 \text{ m}$ ($H = 0,33 \text{ m}$)

- 1 Röhrichtmatte
- 3 Begrünte Böschungsschutzmatte
- 5 Faschine auf Lagenbauten
- 8 Spreitlagen



Maßnahmen nach technischen Kriterien (a) und (b):



(c) Ingenieurbiologische Kriterien (Erfahrungen an Fließgewässern)

(d) Ökologische Kriterien (Ökologische Wirksamkeit) - *noch in Bearbeitung*

(e) Eignungshinweise aus praktischen Erfahrungen (z.B. Versuchsstrecke)

(c) Ingenieurbiologische Kriterien (Erfahrungen an kleineren Fließgewässern)

Matrix zur qualitativen Bewertung der Bauweisen

Böschungsneigung:

- steil (steiler als 1:3)
- flach (1:3 und flacher)

Bodensubstrat:

- steinig-blockig (Korngröße 63 bis 200 mm und größer)
- kiesig-sandig (Korngröße 0,063 bis 63 mm)
- lehmig-schluffig (Korngröße kleiner als 0,063 mm)

Tabelle 8: Belastungskategorien

Abstand Schifffahrt - Wasserlinie	Punkte
≤ Schiffsbreite	4
≤ 3 x Schiffsbreite	3
≤ Schiffslänge	2
> Schiffslänge	1
Sekundärwellenhöhe (nach Bild 19)	Punkte
> 20 cm	2
≤ 20 cm	1
Absunk (nach Bild 19)	Punkte
> 40 cm	2
≤ 40 cm	1
Berechnung	Punkte
Max Summe	8
Min Summe	3
Belastungskategorien	Punktzahl
Gering	3 - 4
Mittel km 441,55	5 - 6
Hoch km 440,92	7 - 8

Vorgewiesen nach LWA-Merkblatt



Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

(c) Ingenieurbiologische Kriterien (Erfahrungen an kleineren Fließgewässern)

Tab. 9

Oberes Profil, km 440,92

			BW 1	BW 2	BW 3	BW 4	BW 5	BW 6	BW 7	BW 8	BW 9	BW 10
Matrix frei fließende Flüsse												
steinig-blockig	steil	hoch	-	-	-	-	-	-	0	0	+	+
		mittel	-	-	-	0	-	0	0	-	+	+
		gering	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
	flach	hoch	-	-	-	-	-	-	+	0	+	+
		mittel	-	-	-	0	-	0	+	0	0	+
		gering	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
kiesig-sandig	steil	hoch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		mittel	-	-	-	0	+	+	-	-	0	0
		gering	-	0	-	0	0	-	-	-	0	0
	flach	hoch	-	-	-	-	-	-	+	X	+	+
		mittel	-	0	0	0	0	0	+	0	+	+
		gering	0	+	+	-	-	-	-	-	-	-
lehmig-schluffig	steil	hoch	-	-	-	-	-	-	-	+	0	0
		mittel	-	-	-	0	+	+	-	0	0	0
		gering	-	0	0	-	0	-	-	-	-	-
	flach	hoch	-	-	-	-	-	-	0	+	0	0
		mittel	-	0	+	0	0	-	0	0	-	0
		gering	0	+	+	-	-	-	-	-	-	-

Gute Übereinstimmung

(„+“- geeignet, „0“- bedingt geeignet, „-“- ungeeignet)

(c) Ingenieurbiologische Kriterien (Erfahrungen an kleineren Fließgewässern)

Tab. 9

Unteres Profil, km 441,55

			BW 1	BW 2	BW 3	BW 4	BW 5	BW 6	BW 7	BW 8	BW 9	BW 10
Matrix frei fließende Flüsse												
steinig-blockig	steil	hoch	-	-	-	-	-	-	0	0	+	+
		mittel	-	-	-	0	-	0	0	-	+	+
		gering	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
	flach	hoch	-	-	-	-	-	-	+	0	+	+
		mittel	-	-	-	0	-	0	+	0	0	+
		gering	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
kiesig-sandig	steil	hoch	-	-	-	-	-	-	0	+	+	+
		mittel	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0
		gering	-	0	-	BW 5: Faschine auf Lagenbauten			-	-	0	0
	flach	hoch	-	-	-				+	+	+	+
		mittel	-	0	0	0	0	0	+	0	+	+
		gering	0	+	+	-	-	-	-	-	-	-
lehmig-schluffig	steil	hoch	-	-	-	-	-	-	-	+	0	0
		mittel	-	-	-	0	+	+	-	0	0	0
		gering	-	0	0	-	0	-	-	-	-	-
	flach	hoch	-	-	-	-	-	-	0	+	0	0
		mittel	-	0	+	0	0	-	0	0	-	0
		gering	0	+	+	-	-	-	-	-	-	-

(„+“- geeignet, „0“- bedingt geeignet, „-“- ungeeignet)

(e) Eignungshinweise aus praktische Erfahrungen (Versuchsstrecke)



1 - Röhrichtmatte



3 - Begrünte
Böschungsschutzmatte



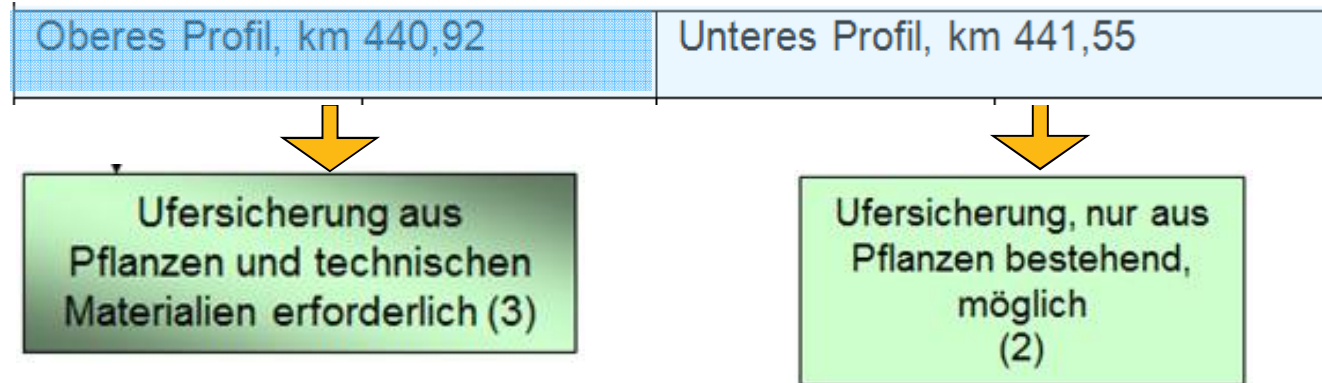
8 - Spreitlage

Hinweis in Steckbriefen (Anhang A5):

Maßnahmen 1 und 3 an Flüssen mit großen
Wasserspiegelschwankungen, länger andauernder
Überstauung und hohen bis mittleren Belastungen
nicht anwendbar

Gute Erfahrungen
bei mittleren
Belastungen und flachen
Böschungsneigungen
(anwendbar)

Ergebnisse:



7: Begrüntes Kammerdeckwerk
9/ 10: Begrünte Steinschüttung

8: Weidenspreitlage



Ökologische Kriterien?



- Ausreichendes Flächengewicht ✓
 - Sicherheit gegenüber Oberflächenerosion ✓
 - Filterstabiler Aufbau ✓
- Verfahrensweise nach DWA-Merkblatt



Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

Ergebnisse:

Oberes Profil, km 440,92

Unteres Profil, km 441,55

Ufersicherung aus
Pflanzen und technischen
Materialien erforderlich (3)

Ufersicherung, nur aus
Pflanzen bestehend,
möglich
(2)

7: Begrüntes Kammerdeckwerk
9/ 10: Begrünte Steinschüttung

8: Weidenspreitlage



Versuchs-
strecke Rhein:

Weidenspreitlagen



Keine Ufersicherung

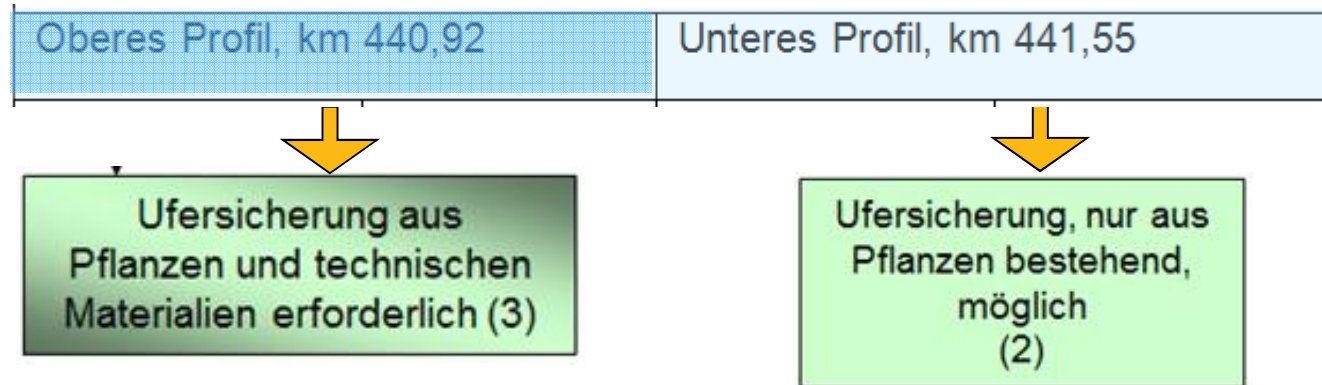


Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

Vorgehensweise nach DWA-Merkblatt
Geotechnik · G4 · Petra Fleischer · 21. November 2013

Seite 29

Ergebnisse:



7: Begrüntes Kammerdeckwerk
9/ 10: Begrünte Steinschüttung

8: Weidenspreitlage



Fazit:

- Derzeitige Vorgehensweise nach Merkblatt auf der sicheren Seite!
- Für praktische Anwendungen zum jetzigen Kenntnisstand geeignet.
- Erfahrungen mit Merkblatt und weitere Forschung – Überarbeitung!

A photograph of a riverbank with dense green foliage. In the foreground, there are tall, green reeds growing out of the water. Behind them, a thick line of trees with vibrant green leaves forms a backdrop. The water in the foreground is dark and slightly rippled. Overlaid on the lower part of the image is text in a bold, orange font.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
Fragen??