

Gewässerökologisch verträgliche Schifffahrt und schifffahrtverträgliche Gewässerökologie - verkehrswasserbauliche Aspekte -

Expertenworkshop am 11.-12. Dezember 2008 in Berlin

Dr.-Ing. Andreas Schmidt

Dr.-Ing. Thomas Lege



Inhalt



I. Einführung

- Anforderungen der Schifffahrt
- Flussregelung
- Klimaänderung: verkehrswasserbauliche Anpassungsoptionen

II. Hydraulische und morphologische Wirkungen

III. Verkehrswasserbau und Gewässerökologie - gemeinsame Arbeitsfelder -



Anforderungen der Schifffahrt

Hinreichende:

- Fahrrinntiefe, Fahrrinnenbreite
- Sicherheit
- Leichtigkeit



- Fahrrinnenabmessungen und Brückendurchfahrtshöhen entsprechend der WStr.-Klasse
- geeignete Trassierung (z.B. Mindeststradien)
- Fahrrinne lagekonstant
- keine extremen Fließgeschwindigkeiten

Wirtschaftlichkeit



Verlässlichkeit



- möglichst selten extreme Abflusssituationen (d. h. Wasserstandssituationen)
- Fahrrinntiefen und -breiten dauerhaft gewährleistet (Gleichwertigkeit)
- infrastrukturell / politisch

Flussregelung

Strombauwerke

Buhne, Leitwerk, Schwelle
Sohl- und Ufer-Deckwerk

Stauregelung

Staustufen

Wehr, Schleuse

Unterhaltung

Instandhaltung Strombauwerke

Geschiebebewirtschaftung
(Umlagerung, Zugabe, Entnahme)

Anforderungen der Schifffahrt

Hinreichende:

- Fahrrinntiefe, Fahrrinnenbreite
- Sicherheit
- Leichtigkeit



- Fahrrinnenabmessungen und Brückendurchfahrtshöhen entsprechend der WStr.-Klasse
- geeignete Trassierung (z.B. Mindestradien)
- Fahrrinne lagekonstant
- keine extremen Fließgeschwindigkeiten

Wirtschaftlichkeit



Verlässlichkeit



- möglichst selten extreme Abflusssituationen (d. h. Wasserstandssituationen)
- Fahrrinntiefen und -breiten dauerhaft gewährleistet (Gleichwertigkeit)
- infrastrukturell / politisch

Interesse der Schifffahrt:

System mit „stabilen“ Randbedingungen

Flussregelung

Definition:

Flussregelung ist die planmäßige Modifikation von Regelungsparametern (z.B. durchströmte Breite bei NW) unter Beachtung und unter Nutzung der natürlichen morphodynamischen Entwicklungsprozesse.

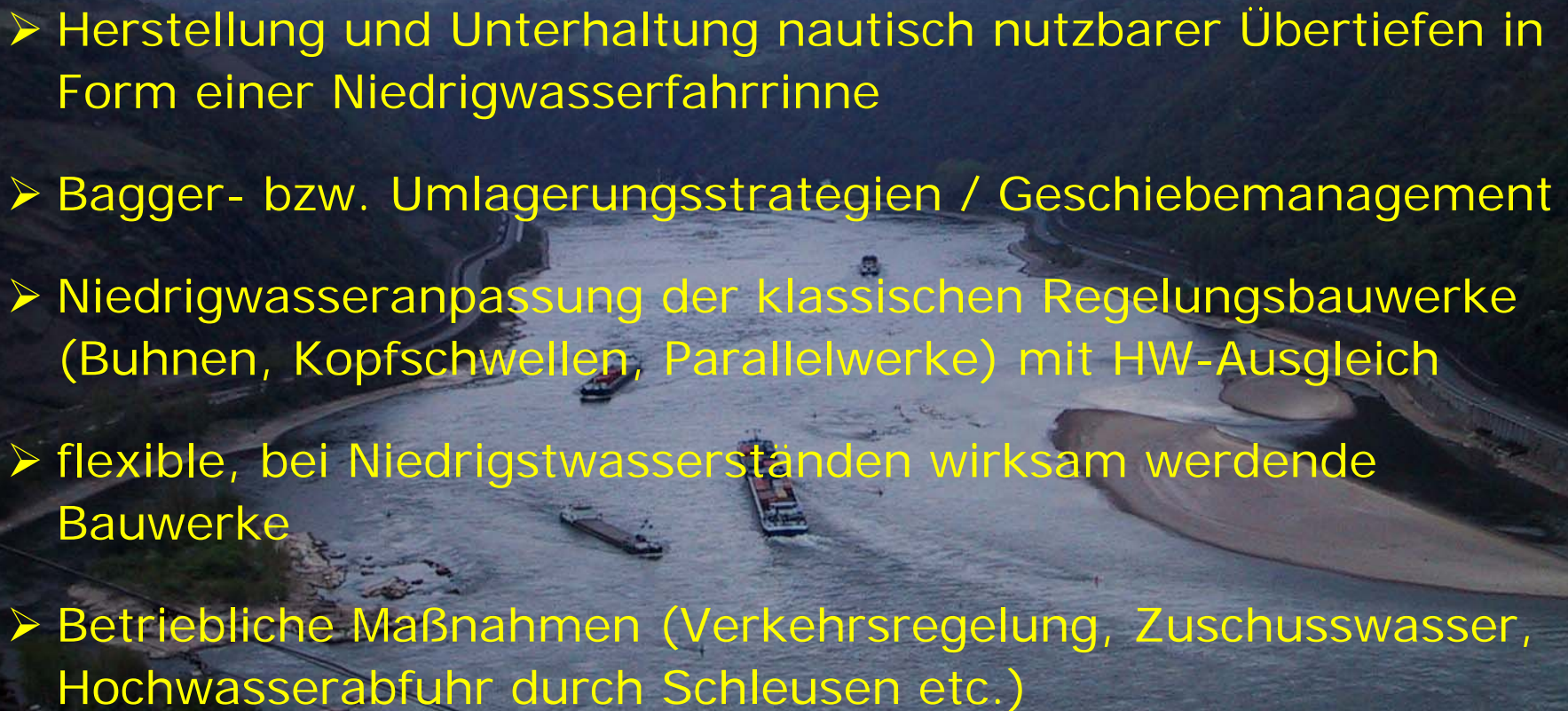


Flussregelung

- **Regelungsparameter**
 - Fahrrinnenbreite und -tiefe
 - Streichlinienbreite und -verlauf
 - Abflussquerschnitt
 - Stauziele
- **Regelungsbauwerke und -maßnahmen**
 - Buhnen
 - Parallelwerke, Deckwerke
 - Schwellen (Sohl-, Grund-, Kopf-)
 - Sohlstabilisierung
 - Geschiebemanagement
 - Stauanlagen
 - Wasserbewirtschaftung
- **Betriebs- und Unterhaltungsmaßnahmen**




Ermittlung des Potenzials baulicher und betrieblicher Maßnahmen zur Verbesserung der Schiffbarkeit bei extremen Abflusssituationen

- Herstellung und Unterhaltung nautisch nutzbarer Übertiefen in Form einer Niedrigwasserfahrrinne
 - Bagger- bzw. Umlagerungsstrategien / Geschiebemanagement
 - Niedrigwasseranpassung der klassischen Regelungsbauwerke (Buhnen, Kopfschwellen, Parallelwerke) mit HW-Ausgleich
 - flexible, bei Niedrigstwasserständen wirksam werdende Bauwerke
 - Betriebliche Maßnahmen (Verkehrsregelung, Zuschusswasser, Hochwasserabfuhr durch Schleusen etc.)
- 
- An aerial photograph of a wide river bend. Several barges are visible on the water. In the background, a dam or lock structure is visible, surrounded by green hills. The sky is overcast.

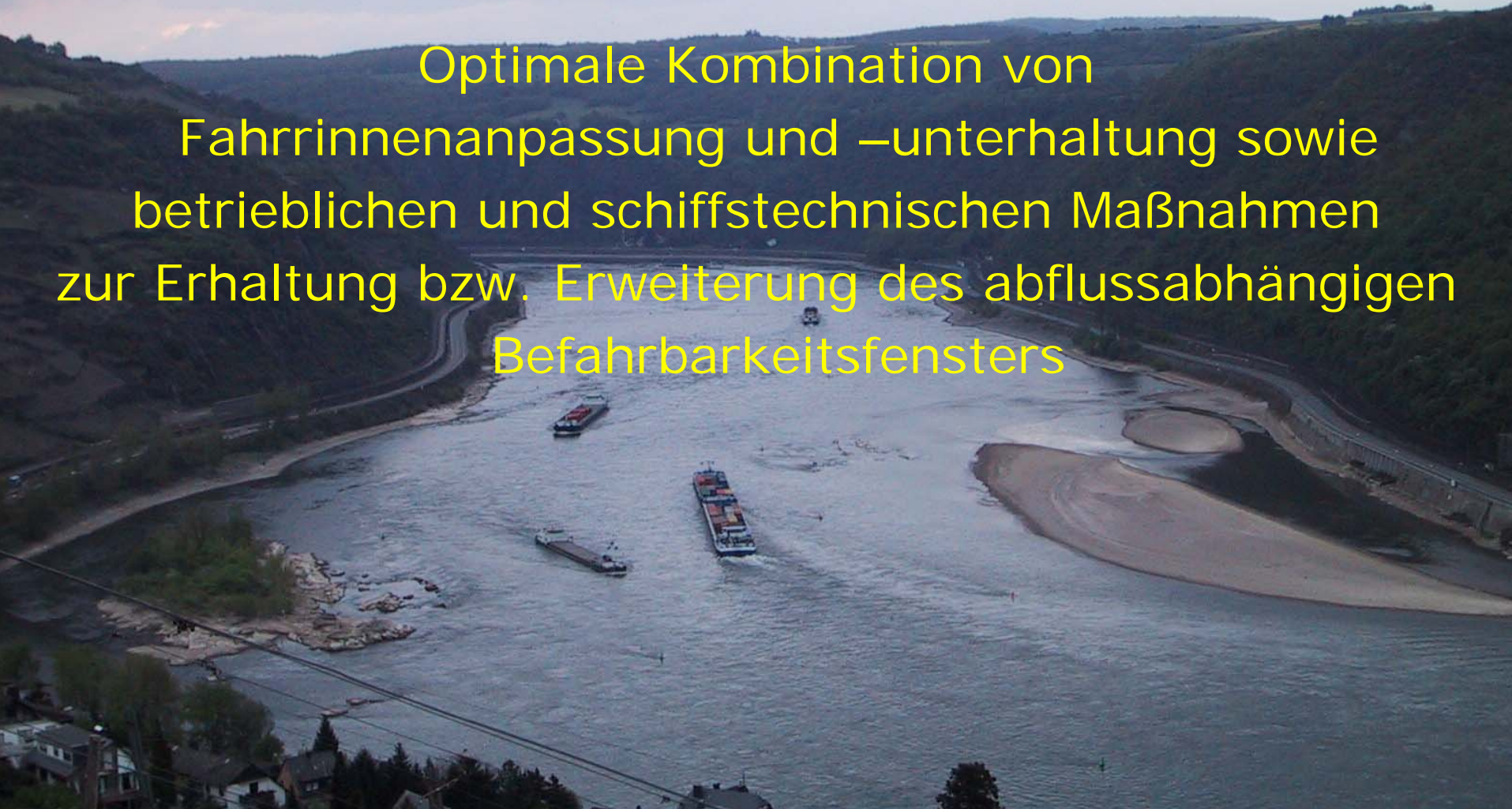
Ermittlung wasserstandsangepasster Fahrrinnenbreiten

Streckenabhängige Ausweisung von Mindestbreiten in Abhängigkeit von:

- Schiffstyp
 - Steuerfähigkeit
 - Verkehrssituation
 - Verkehrsstärke
-
- schiffsinduzierte Einflüsse auf Sohle und Ufer
 - schiffbauliche Änderungen
 - Schiffsführungssysteme
- 
- An aerial photograph of a river bend. A long line of blue barges is moving through the water. The river is bordered by steep, green hills. On the right bank, there is a road and a tunnel entrance. The sky is clear and blue.

Verkehrswasserbauliche Anpassungsoptionen

Optimale Kombination von
Fahrrinnenanpassung und –unterhaltung sowie
betrieblichen und schiffstechnischen Maßnahmen
zur Erhaltung bzw. Erweiterung des abflussabhängigen
Befahrbarkeitsfensters

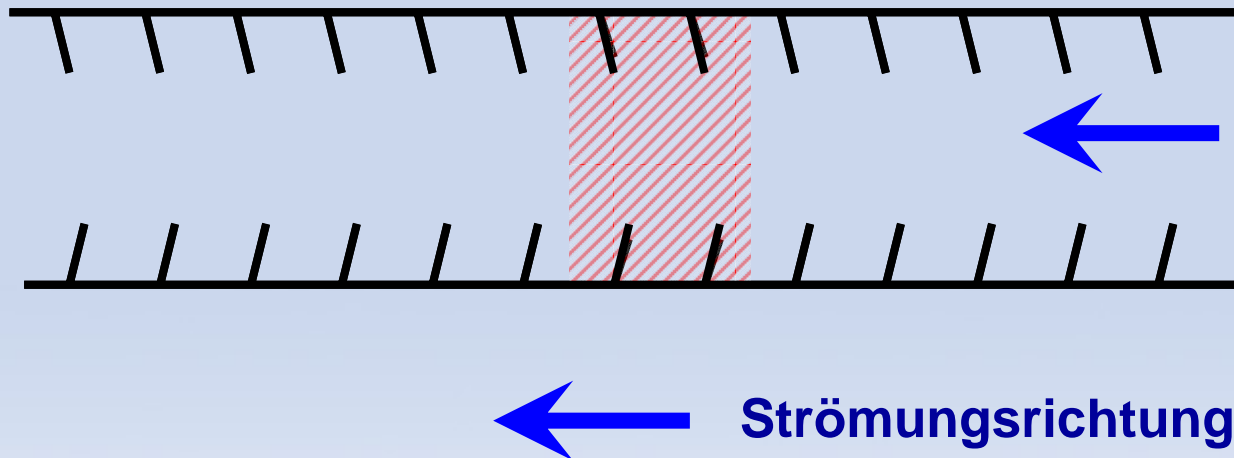


Verkehrswasserbau und Gewässerökologie - gemeinsame Arbeitsfelder -

- **Fluss**
 - Regelungsbauwerke (Buhnen, PW)
 - Geschiebemanagement
 - Durchgängigkeit
 - Schiff
- **Uferzone**
 - Uferentsteinung
 - Technisch-biologische Ufersicherung
 - Uferstrukturierung, Flachwasserzonen
 - Schiff
- **Vorland**
 - Deichrückverlegung
 - Altarmbindung, Nebenrinnen
 - Auwaldentwicklung

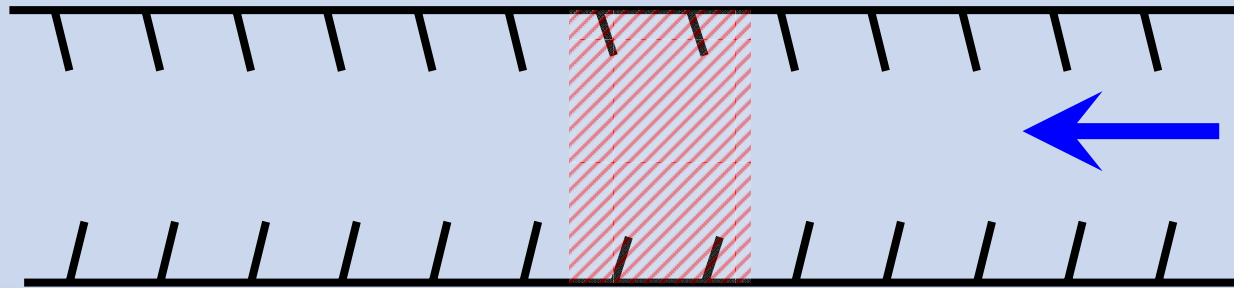


Hydraulische und morphologische Wirkungen

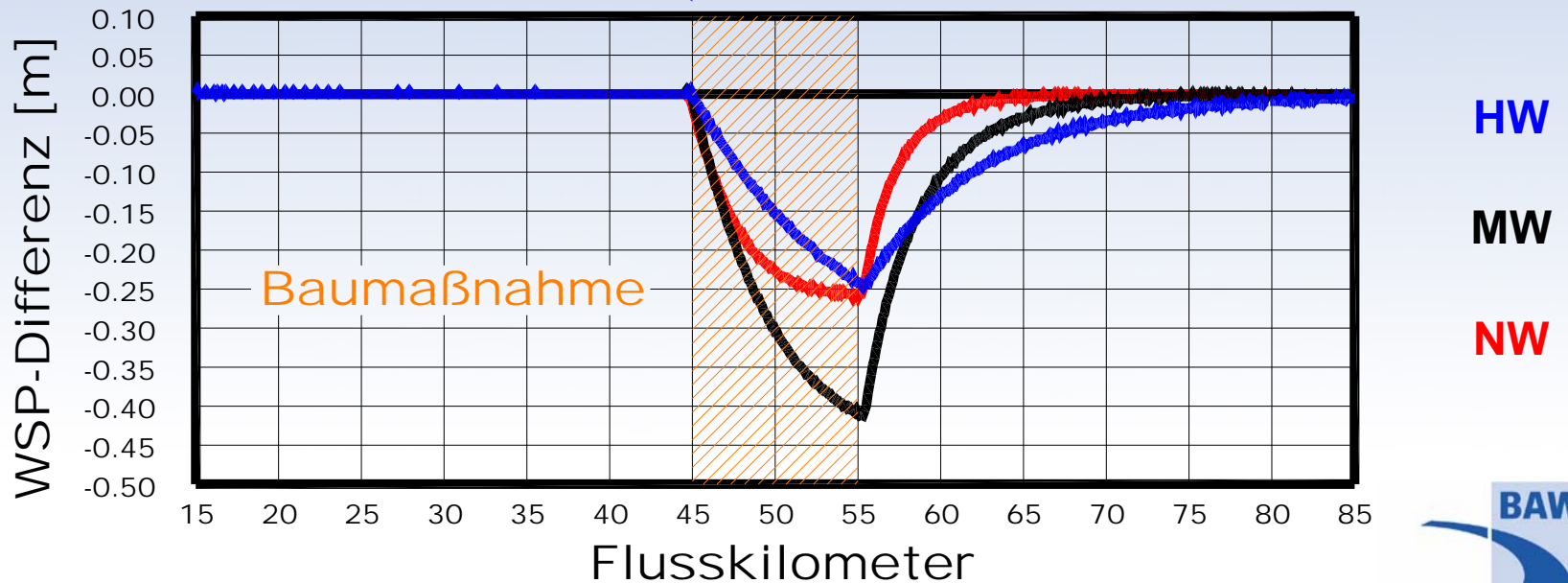


- Stellen Sie sich ein 100 km langen Fluss vor
- Dynamisches Gleichgewicht an der Sohle
 - keine Erosion
 - keine Sedimentansammlung
 - stabile Situation
- die hier stark abstrahierten Prozesse entsprechen den ungleich komplexeren Naturprozessen in ihrem prinzipiellen Ablauf.

Hydraulische und morphologische Wirkungen



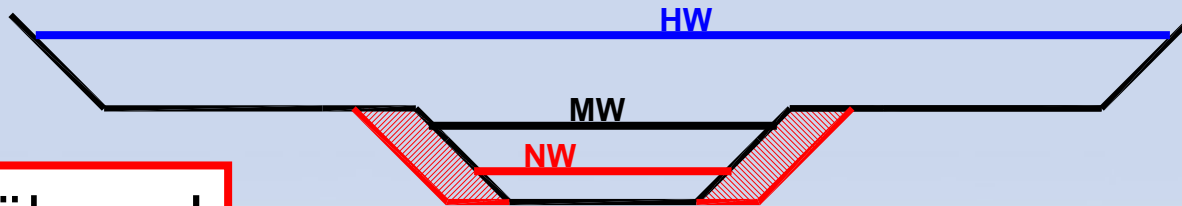
← Strömungsrichtung



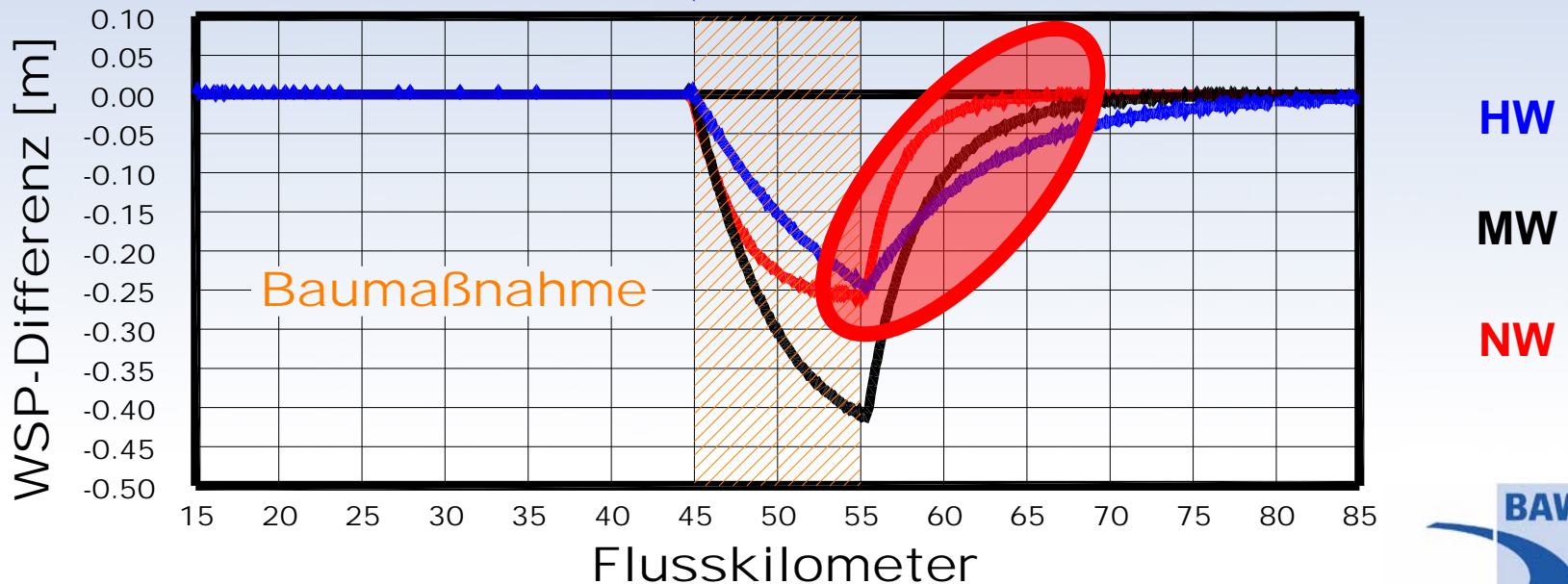
Wasserspiegeldifferenz unmittelbar nach ...

Aufweitung des Flussschlauches um 30 %

Überhöhung !

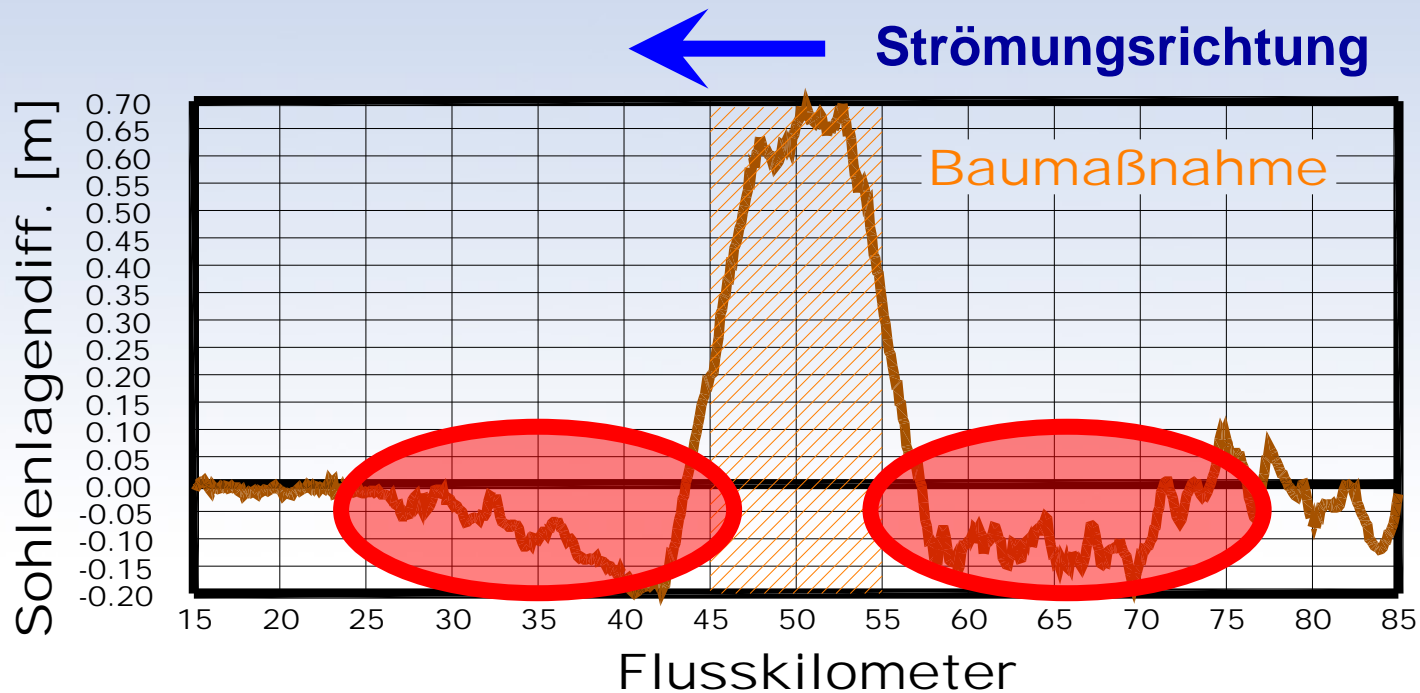


← Strömungsrichtung



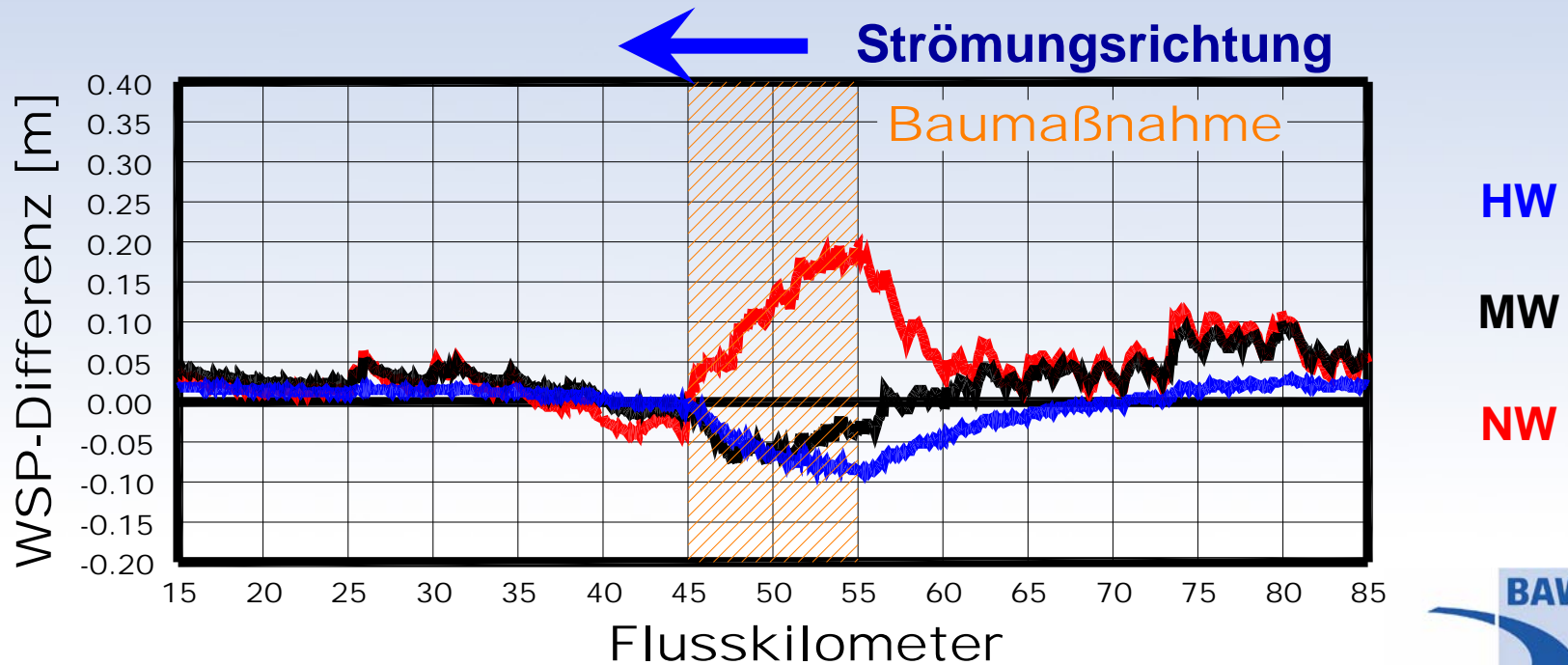
Sohlentwicklung nach 40 Jahren

Differenz der Sohlenhöhen zwischen dem Ausgangszustand und der Ausbau - Variante



Wasserspiegeldifferenz nach 40 Jahren

**bei Aufweitung des
Flussschlauches um 30%
und beweglicher Sohle**



Verkehrswasserbau und Gewässerökologie - gemeinsame Arbeitsfelder -

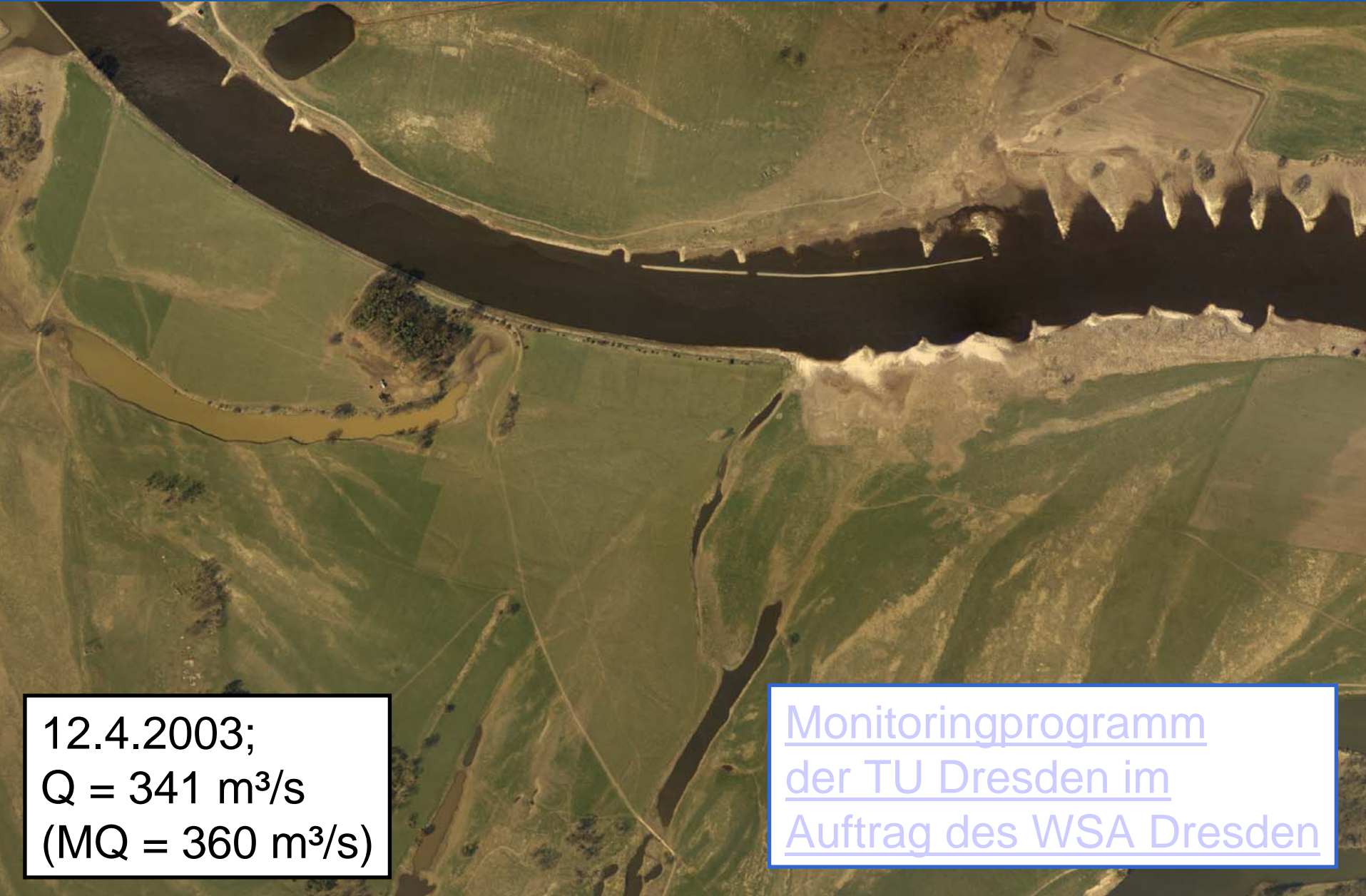
- **Fluss**
 - Regelungsbauwerke (Buhnen, PW)
 - Geschiebemanagement
 - Durchgängigkeit
 - Schiff
- **Uferzone**
 - Uferentstärkung
 - Technisch-biologische Ufersicherung
 - Uferstrukturierung, Flachwasserzonen
 - Schiff
- **Vorland**
 - Deichrückverlegung
 - Altarmbindung, Nebenrinnen
 - Auwaldentwicklung



Fluss

Anpassung von Regelungsbauwerken Knickbuhnen an der Elbe bei Schönberg (01/2001)





12.4.2003;
 $Q = 341 \text{ m}^3/\text{s}$
(MQ = $360 \text{ m}^3/\text{s}$)

Monitoringprogramm
der TU Dresden im
Auftrag des WSA Dresden

Untersuchungen zu hydraulischen Aspekten bei der Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit



Verkehrswasserbau und Gewässerökologie - gemeinsame Arbeitsfelder -

- **Fluss**
 - Regelungsbauwerke (Buhnen, PW)
 - Geschiebemanagement
 - Durchgängigkeit
 - Schiff
- **Uferzone**
 - Uferentsteinung
 - Technisch-biologische Ufersicherung
 - Uferstrukturierung, Flachwasserzonen
 - Schiff
- **Vorland**
 - Deichrückverlegung
 - Nebenrinnen / Altarmbindung
 - Auwaldentwicklung



Untersuchungen zu alternativen, technisch-biologischen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen



**Erdbau und
Uferschutz (G4)**
(Federführung)

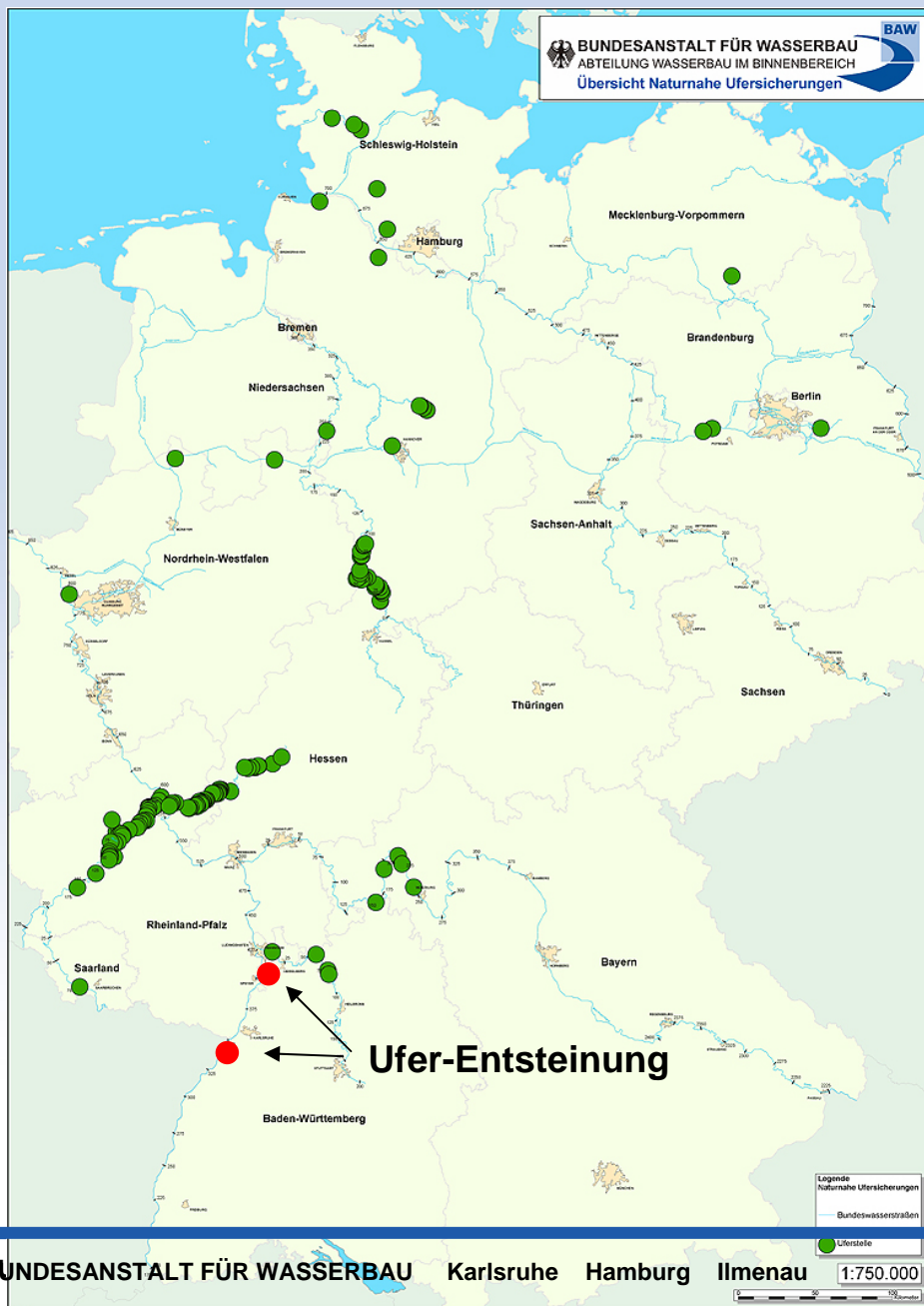
**Vegetationskunde,
Landschaftspflege (U3)**

Tierökologie (U4)

**Schiff/ Wasserstraße
Naturuntersuchungen
(W4)**

**Ökologische Wirkungs-
zusammenhänge
(U2)**

Umfrage

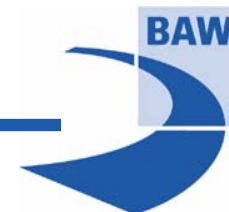


Versuchsstrecken

Stand: **Mai 2005**

Anzahl: **ca. 160**

incl. Nachmeldungen



Geometrie

Böschungsneigung, Wassertiefe, Freibord, Besonderheiten, ...

Geotechnische Randbedingungen

Bodenart, Lagerungsdichte, Konsistenz, Grundwasser, ...

Vegetation

Pflanzenarten, -vielfalt, Zustand, ...

Fauna

Tierarten, -vielfalt, ...

Schiffsbelastung

Anzahl der Schiffe, Geschwindigkeit, Abstand vom Ufer, ...

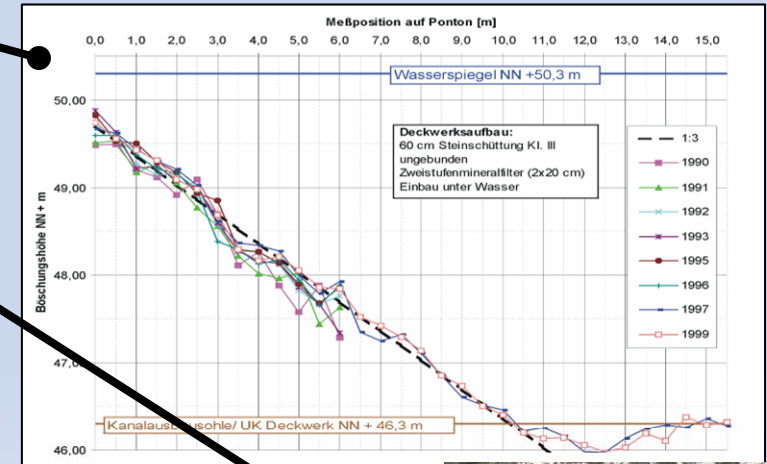
Hydraulische Einwirkungen

Wellenhöhen, Absenk, Strömungsgeschwindigkeiten, ...

Zustandsveränderungen

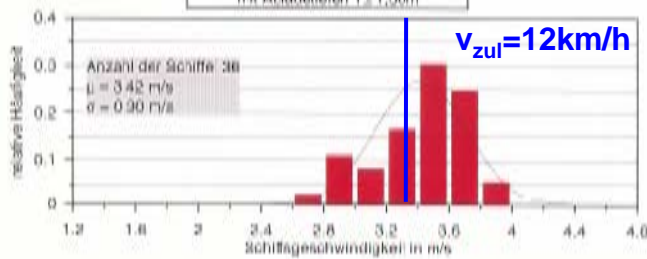
Fotos + Befragung:
Schäden, Abbrüche, Umlagerungen, ...

Untersuchungen



BAW-BfG
+ WSÄ
+ Vergabe

Gleichverteilung der Schiffe mit Abfahrtslängen Ts=1,50m

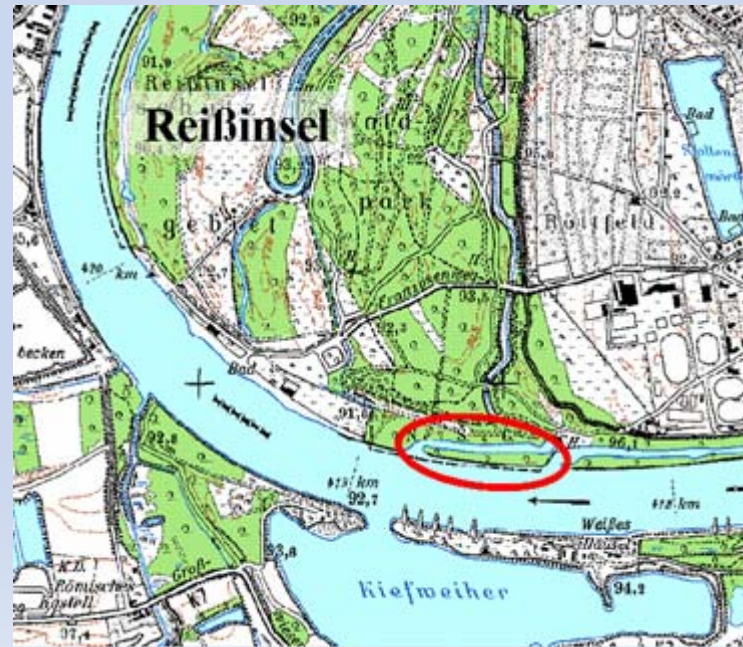


Versuchsstrecke Reißinsel (Rhein-km 418,6)

WSA Mannheim

Entsteinung

Bj. 2004



Blick stromab



Blick stromauf



Versuchsstrecke UHW (km 50,1)

WSA Brandenburg

Palisaden-Lahnung

Bj. 2006



Versuchsstrecke Stolzenau / Weser



**BUNDESANSTALT
FÜR GEWÄSSERKUNDE**
Koblenz



**BUNDESANSTALT
FÜR WASSERBAU**
Karlsruhe



**Untersuchungen zu alternativen
technisch-biologischen
Ufersicherungen an
Binnenwasserstraßen**

Teil 2:

**Versuchsstrecke Stolzenau / Weser
km 241,550 - 242,300
(Textband)**

F & E - Projekt
(BAW - BfG)

Oktober 2008

Nov. 2008

Zustand **1988** ... vor der Maßnahme



Starke Beweidung

Zustand **1989** ... nach der Maßnahme



erster Bewuchs

Zustand **2006**



Weidengebüsch



PIANC

Report n° 99 - 2008



Considerations to reduce
environmental impacts of vessels

"Navigation, Ports, Waterways"
"Navigation, Ports, Voies Navigables"

PIANC-INCOM WG 27

3 Bauingenieure, 3 Ökologen,
2 Schiffbauer, 2 Repräsentanten
(2003 – 2008)

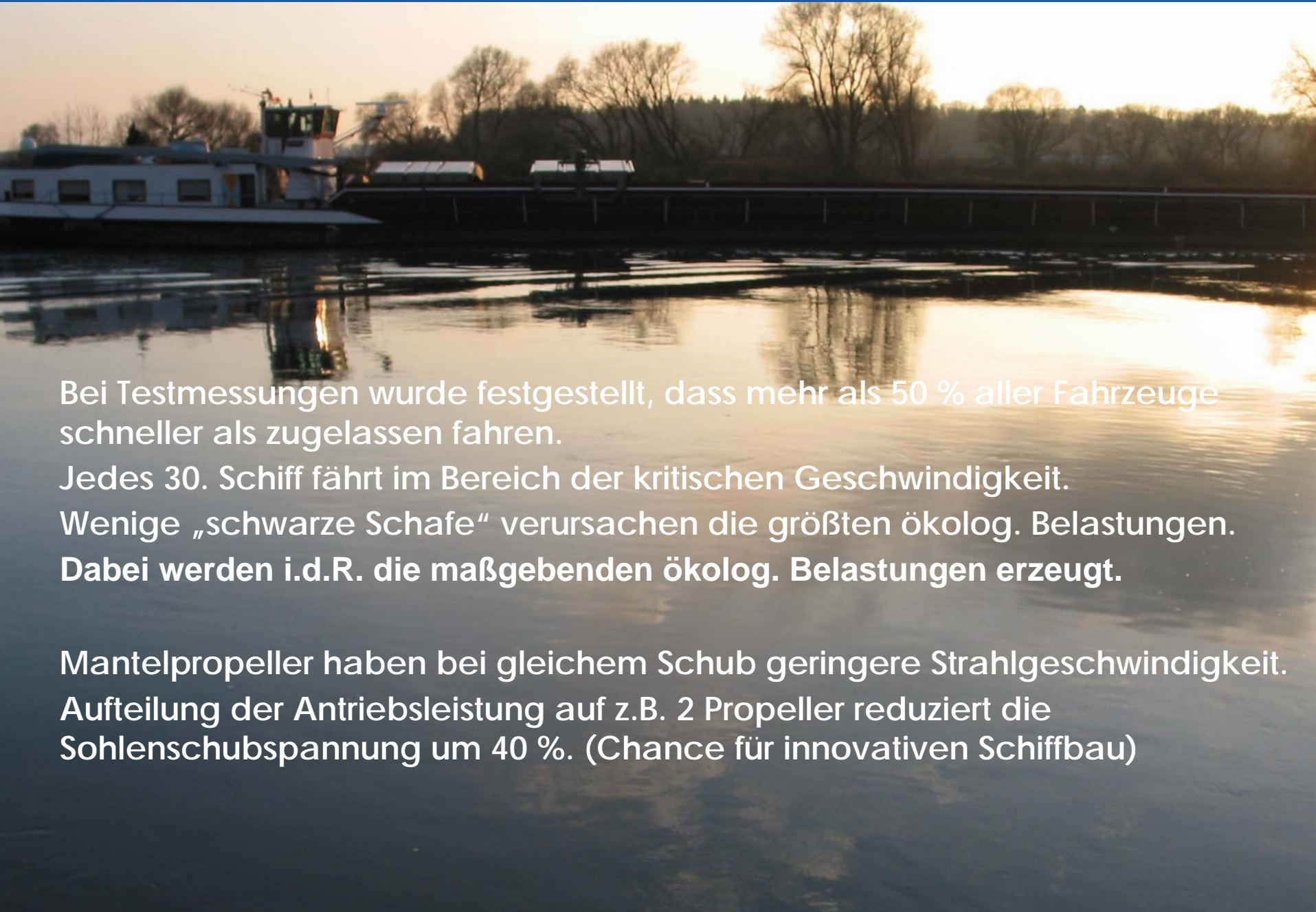
Untersuchungsgegenstand:

- Direkte Einwirkungen aus der Schifffahrt
- Einwirkungen aus Wstr.-ausbau und -unterhaltung waren nicht Gegenstand der Untersuchung



BAW





Bei Testmessungen wurde festgestellt, dass mehr als 50 % aller Fahrzeuge schneller als zugelassen fahren.

Jedes 30. Schiff fährt im Bereich der kritischen Geschwindigkeit.

Wenige „schwarze Schafe“ verursachen die größten ökolog. Belastungen.

Dabei werden i.d.R. die maßgebenden ökolog. Belastungen erzeugt.

Mantelpropeller haben bei gleichem Schub geringere Strahlgeschwindigkeit.

Aufteilung der Antriebsleistung auf z.B. 2 Propeller reduziert die Sohlenschubspannung um 40 %. (Chance für innovativen Schiffbau)

Reduzierung schifffahrtsbedingter Umwelteinwirkungen (PIANC WG 27)

- Ingenieurmaßnahmen

- Moderne Binnenschiffe (Antriebe, Steuerung, Abmessungen)
 - Mantelpropeller, Aufteilung der Antriebsleistung auf 2 oder mehr Propeller
 - Einsatz moderner nautischer Hilfen (Bugrudereinsatz \Rightarrow Reduktion der erforderlichen Zusatzbreite bei Kurvenfahrt; Autopilot)
- Schutz ökologisch sensibler Bereiche (Fahrrinnenoptimierung, Wellenschutz, Erosionsschutz)
- alternativer (technisch-biologischen) Uferschutz

- Ordnungsrahmen für die Schifffahrt

- Zulassungsbedingungen (Schiffsabmessungen)
- Leistungs- oder Tiefgangsbegrenzungen
- zulässige Uferabstände, Schiffsgeschwindigkeit

Wirksame Kontrolle von Geschwindigkeitsbegrenzungen

(ca. 3% der Fahrzeuge \rightarrow geringer Nutzenverlust, hoher Gewinn durch weniger Unterhaltung).

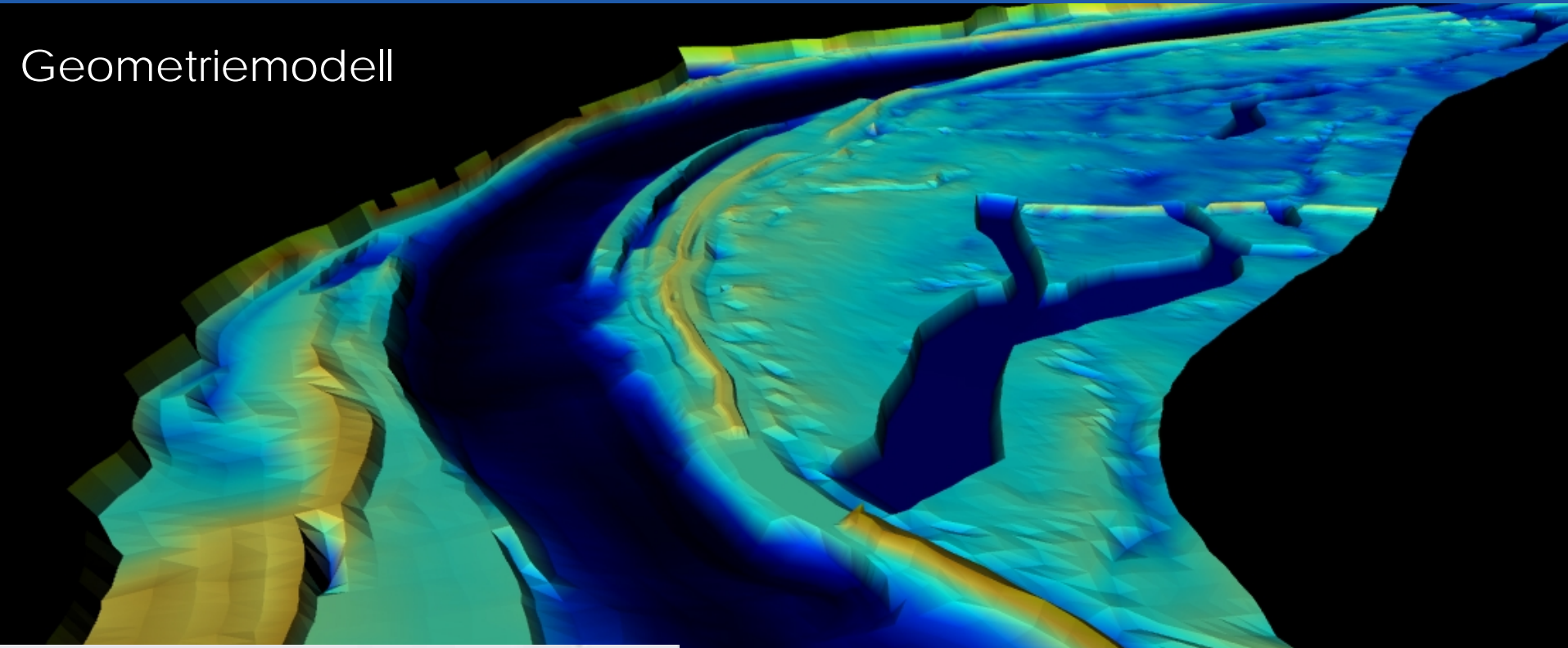
Verkehrswasserbau und Gewässerökologie - gemeinsame Arbeitsfelder -

- **Fluss**
 - Regelbauwerke (Buhnen, PW)
 - Geschiebemanagement
 - Durchgängigkeit
- **Uferzone**
 - Uferentstärkung
 - Technisch-biologische Ufersicherung
 - Uferstrukturierung, Flachwasserzonen
- **Vorland**
 - Deichrückverlegung
 - Nebenrinnen, Altarmbindung,
 - Auwaldentwicklung

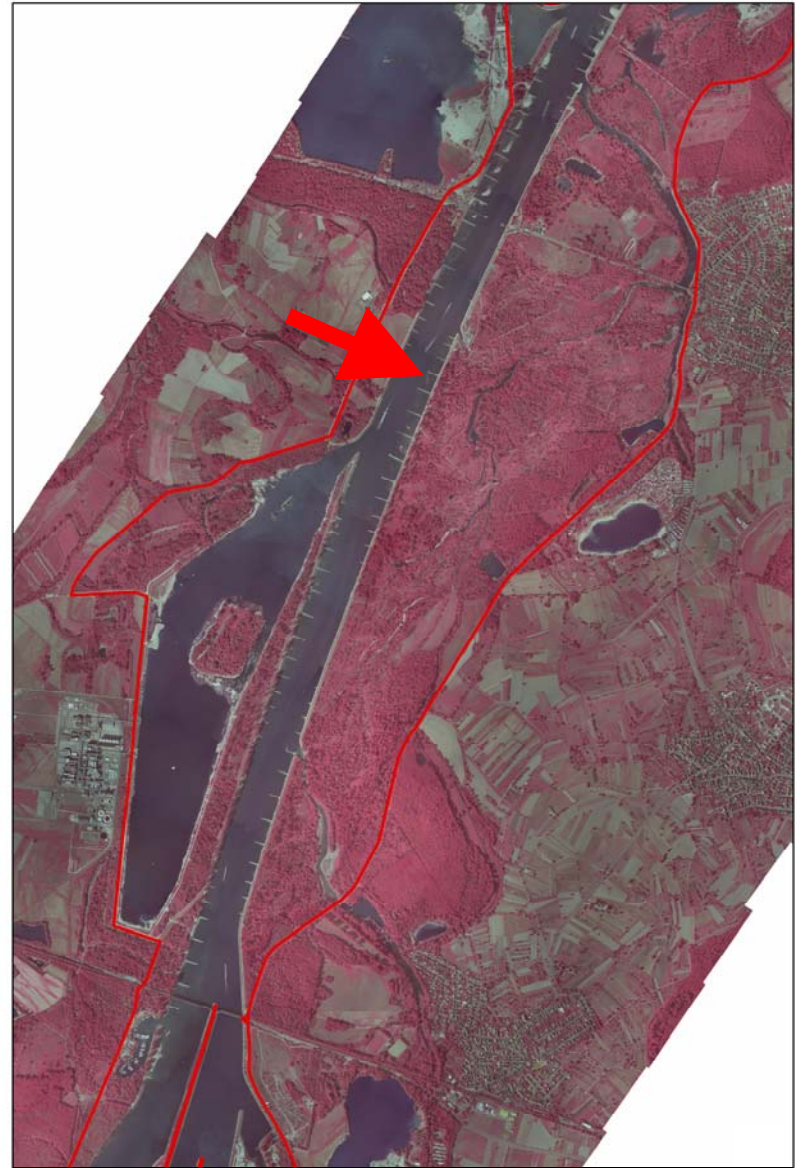
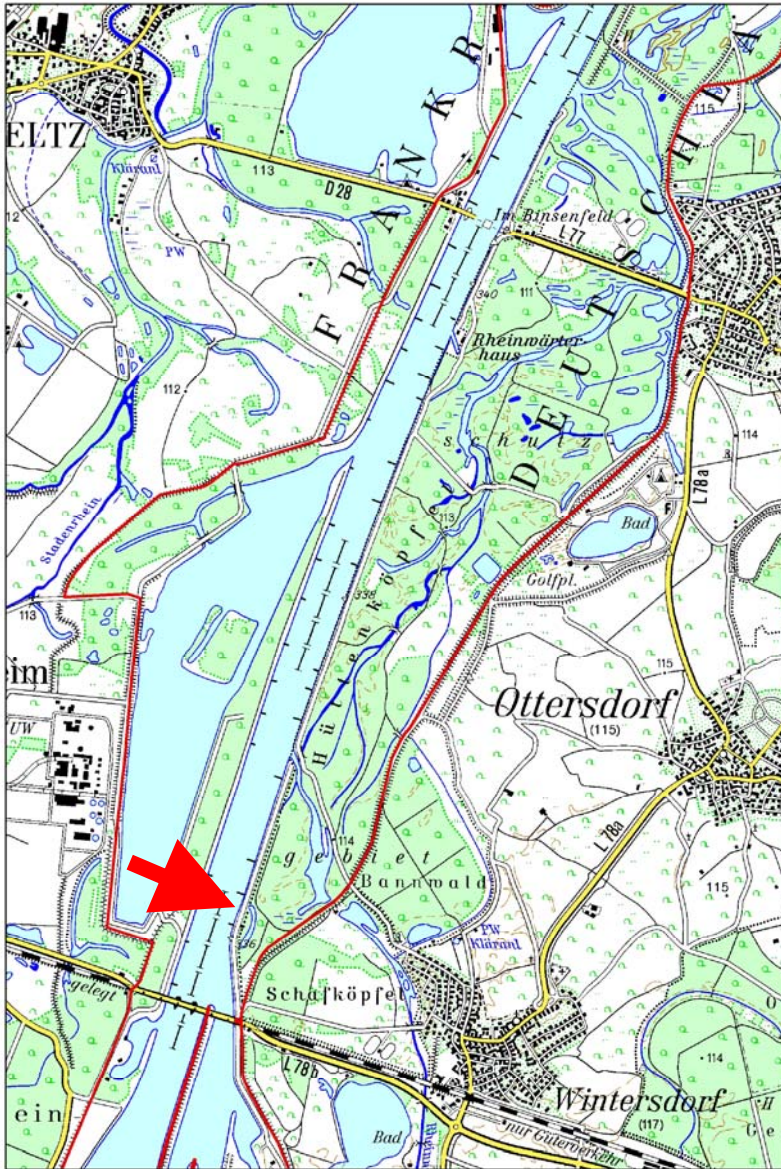


Untersuchung + Monitoring Deichrückverlegung (Elbe bei Lenzen)

Geometriemodell



Oberrhein: UW Iffezheim



Oberrhein: UW Iffezheim



Anschluss von Nebenrinnen UW Iffezheim (Rhein)



Anschluss eines Altarms

Elbe – Kurzer Wurf (El-km 250)

nach
Dessau

Ausgangs-
zustand 1998
 $Q \cong 250 \text{ m}^3/\text{s}$

von
Wittenberg



Anschluss eines Altarms

Elbe – Kurzer Wurf (El-km 250)

**Anschluss und Entschlammung
des Altarms**

(220.000 m³; Mächtigkeit 0,5 bis 3 m)

EU-Life Projekt

Ausführung durch

Biospärenreservat „Mittlere Elbe“

mit Unterstützung des WSA Dresden

Öffnung am 12.12.2001

Sohlbreite: 10 m

Einströmung ab 0,5 m unter MW

Anschluss eines Altarms

Elbe – Kurzer Wurf (El-km 250)

Aufnahme: 11. April 2003

$Q = 370 \text{ m}^3/\text{s}$
($MQ = 360 \text{ m}^3/\text{s}$)



Anschluss von Nebenrinnen

Freifließend

- Aufweitung des Abflussquerschnitts
 - *Absenken des Wasserspiegels im Hauptstrom*
 - *Absenkung der Geschwindigkeit im Hauptstrom*
 - *Verminderung der Transportkraft*
 - *Geschiebeablagerung im Hauptstrom*
 - *Fahrrinntiefenverminderung*
 - *Geschiebedefizit im Unterstrom der Maßnahme*
- Geschiebeentzug durch Ablagerung i. d. Nebenrinne
- Unterhaltungsaufwand zur Freihaltung der Nebenrinne
- Ggf. Einengung im Hauptstrom prüfen

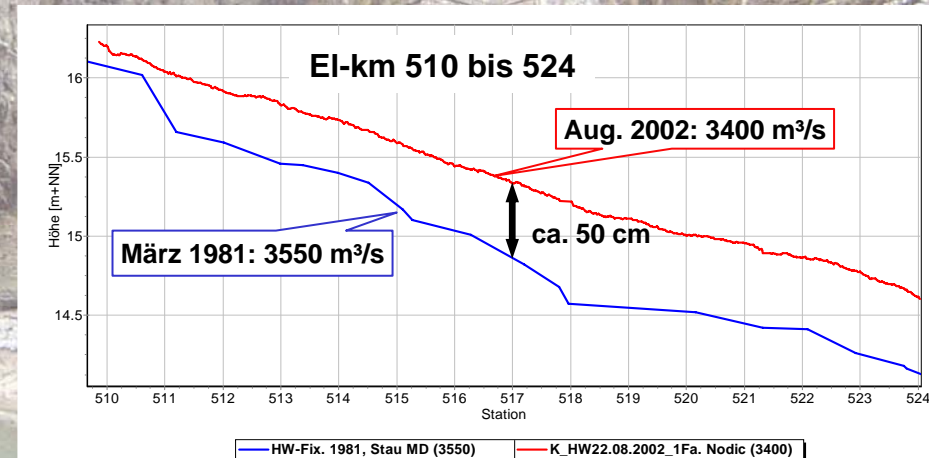
Stauregelung

- Geringe Folgen für die Schifffahrt



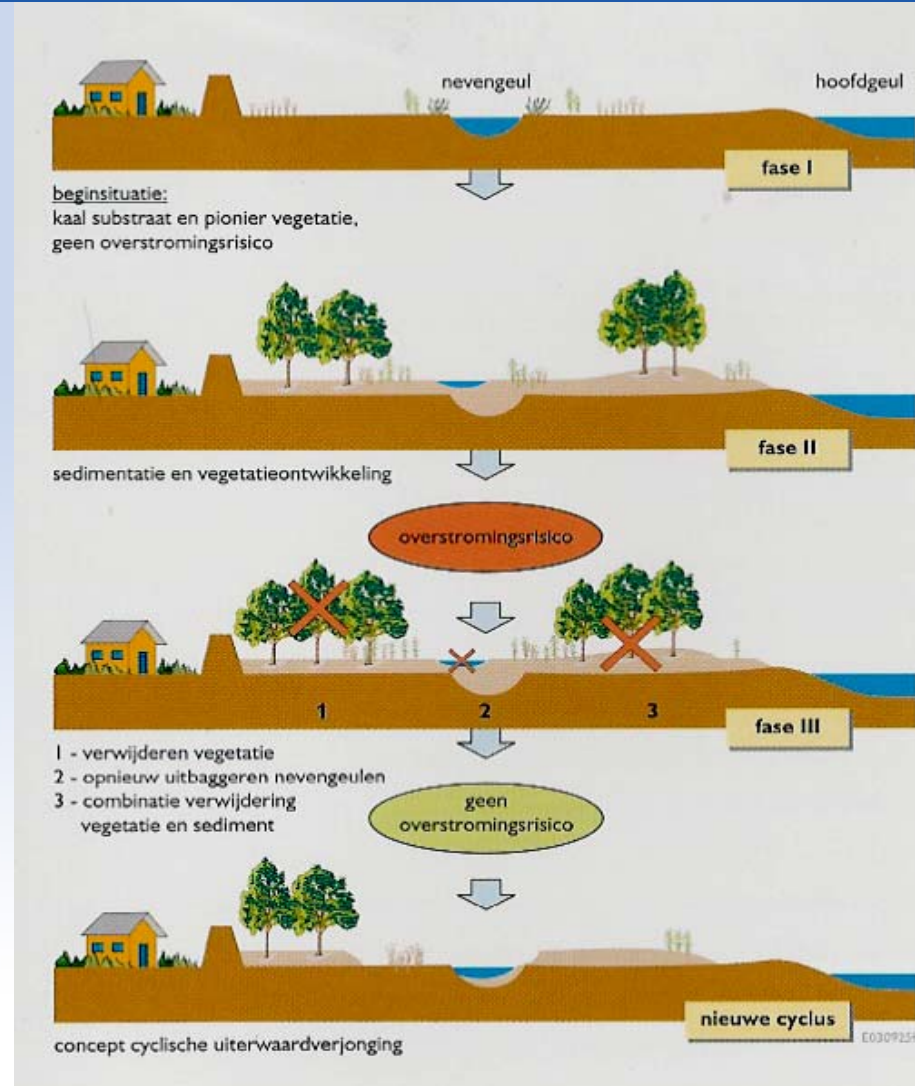
Auswirkungen Ufergehölz- und Auwaldentwicklung

- **wirkt ab Ausuferungsabfluss wie Querschnittseinengung**
- **Vorlandaufhöhung**
- **Treibholzeintrag**
- *Eisentstehung und Eisstau werden begünstigt*
- *Erhöhter Unterhaltungsaufwand bei der Bewuchspflege (Sicherheit)*
- *Sichtbehinderung in Kurven*
- *Verklausung*
- **Maßnahmenkombinationen**
 - **mit Nebenrinnen**
 - *Auwaldentwicklung im Strömungsschatten*
 - *Maßnahmen gegen Treibholzaustrag vorgesehen*
 - *Anwendung des Konzepts der „Zyklischen Verjüngung“*
- **Konzentration des Abflusses im Hauptstrom**
- **Wasserspiegel und Schubspannung werden erhöht**
- **Erosionsverstärkend im Maßnahmenbereich**
- **Sedimentation ober- und unterstrom**



Zyklische Verjüngung

- Ausgangslage: kleines Gewächs
- Sedimentation und Vegetationsentwicklung
- Abbau von Boden und Vegetation
- Neuanfang



Quelle: LucJans „Erfahrungen mit Nebenrinnen in den Niederlanden“
Fachtagung des Nabu 7./8.2.2008 Revitalisierung degraderter Ufer des Rheins



Einzelfallprüfung der Nebenrinnenanbindung

Ortsabhängige Wirkungen

- **Wechselwirkung mit benachbarten Streckenabschnitten**
- **Örtlicher Abflussquerschnitt**
- **Verfügbare Wassertiefen**
- **Anpassungsmöglichkeit bestehender Bauwerke zwecks hydraulisch morphologischem Ausgleich**
- **Flächenverfügbarkeit (bei Seitenerosion)**
- **Örtliche Geschiebebilanz**
- **Verkehrssituation**

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

- Schifffahrtverträgliche Gewässerökologie ist unter Beibehaltung bestehender Ziele möglich
- Anpassung der Parameterwerte des bisherigen verkehrsbezogenen Regelungskonzeptes
- Klimaänderung auch bei Anpassung des Regelungskonzeptes an Gewässerökologie berücksichtigen
- Einzelfallprüfung erforderlich wie bei jedem anderen „Bauvorhaben“ auch



*Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit*

