

# KLIWAS

Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt  
Entwicklung von Anpassungsoptionen

## Klimawandel und Auswirkungen auf Quantität und Qualität ästuariner Sedimenthaushalte

Carmen Kleisinger, Axel Winterscheid

[Kleisinger@bafg.de](mailto:Kleisinger@bafg.de), [winterscheid@bafg.de](mailto:winterscheid@bafg.de)

Projekte Sedimenthaushalt / Transportverhalten schadstoffbelasteter  
Sedimente in Nordsee-Ästuaren

## Projektziele

### Auswirkungen Klimawandel auf:



#### Quantität z.B.

- Sedimenttransport
- Zustand Feinsedimenthaushalt
- Baggermengenentwicklung

#### Qualität z.B.

- binnenseitiger Schadstoffeintrag
- Belastungsverteilung innerhalb des Ästuars
- Remobilisierung Altablagerungen

#### Systemverständnis und Projektionen



Messzeitreihen Systemzustand  
Quantität und Qualität

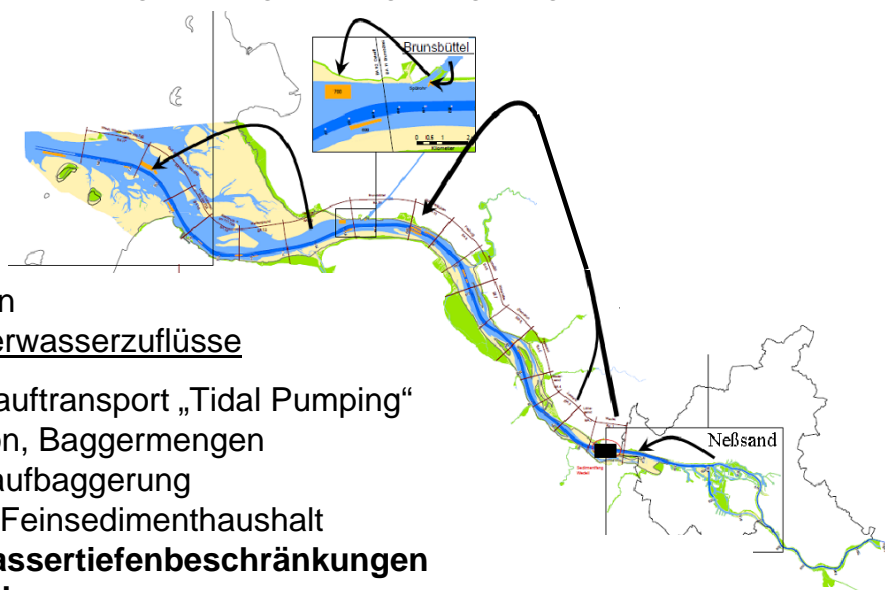
- Trübung / Schwebstoffgehalt
- Sohltopographie
- Korngrößen und Schadstoffbelastung (Proben von Schwebstoffen und Sedimenten)

Oberwasserzufluss

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

## Sedimentmanagement Tideelbe

Gegenwärtige Umlagerungswege Feinsedimente



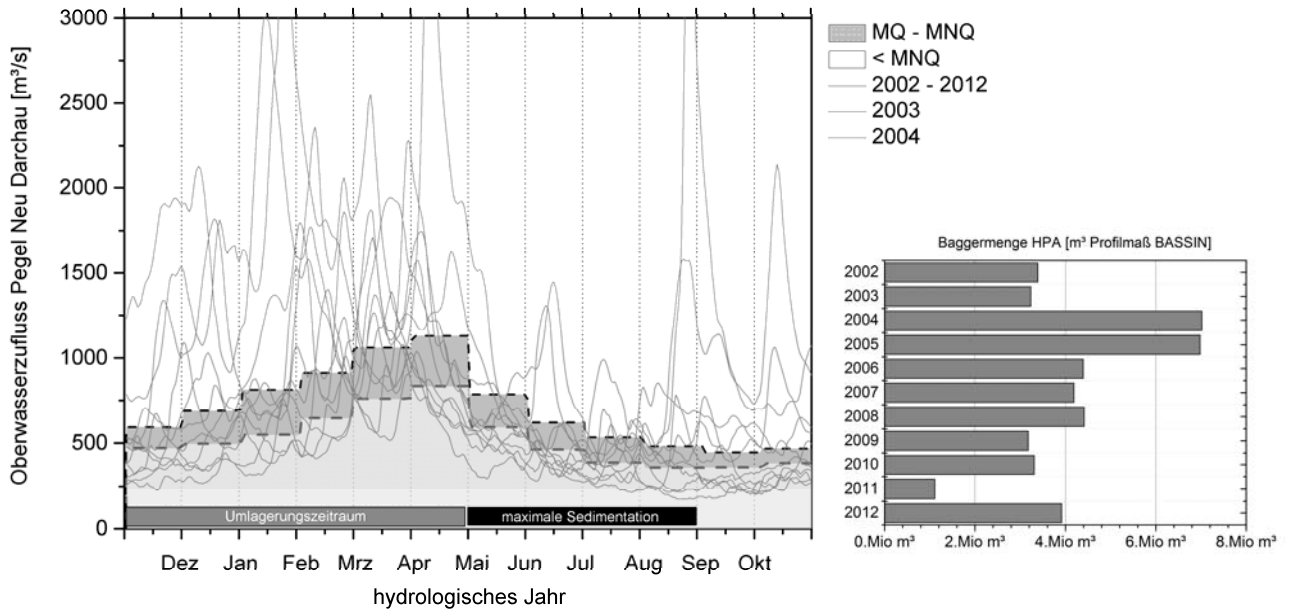
Wirkungskette in Phasen  
anhaltend niedriger Oberwasserzuflüsse

- > Intensivierung Stromauftransport „Tidal Pumping“
- > Anstieg Sedimentation, Baggermengen
- > Intensivierung Kreislaufbaggerung
- > Starke Anreicherung Feinsedimenthaushalt
- > **ggfls. temporäre Wassertiefenbeschränkungen**
- > **ökologische Auswirkungen**

Quelle: Sedimentmanagement Tideelbe  
Strategien und Potenziale  
- Systemstudie II -  
BfG-1783, 2013

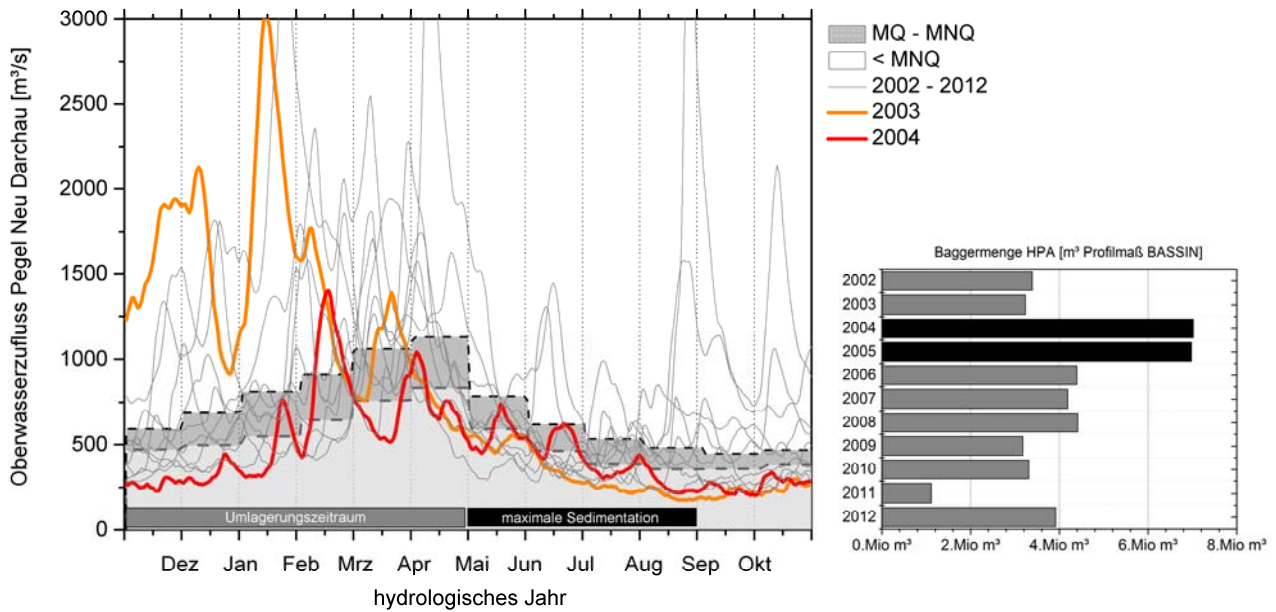
3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

# Randbedingung Oberwasserzufluss



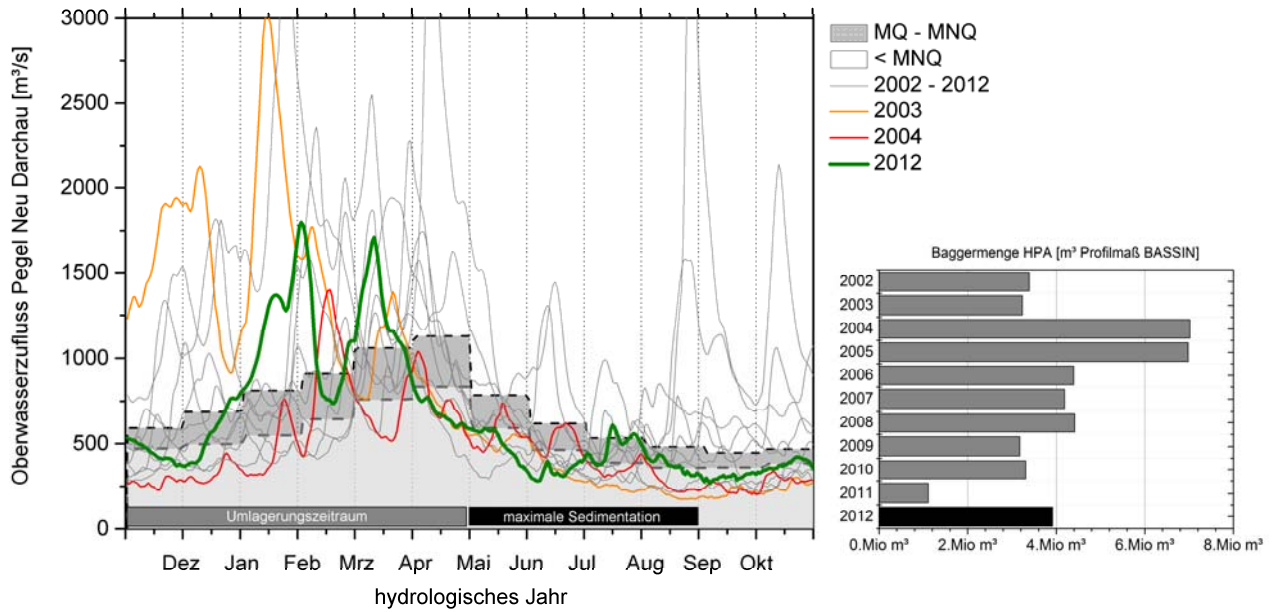
3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

# Randbedingung Oberwasserzufluss 2003/04



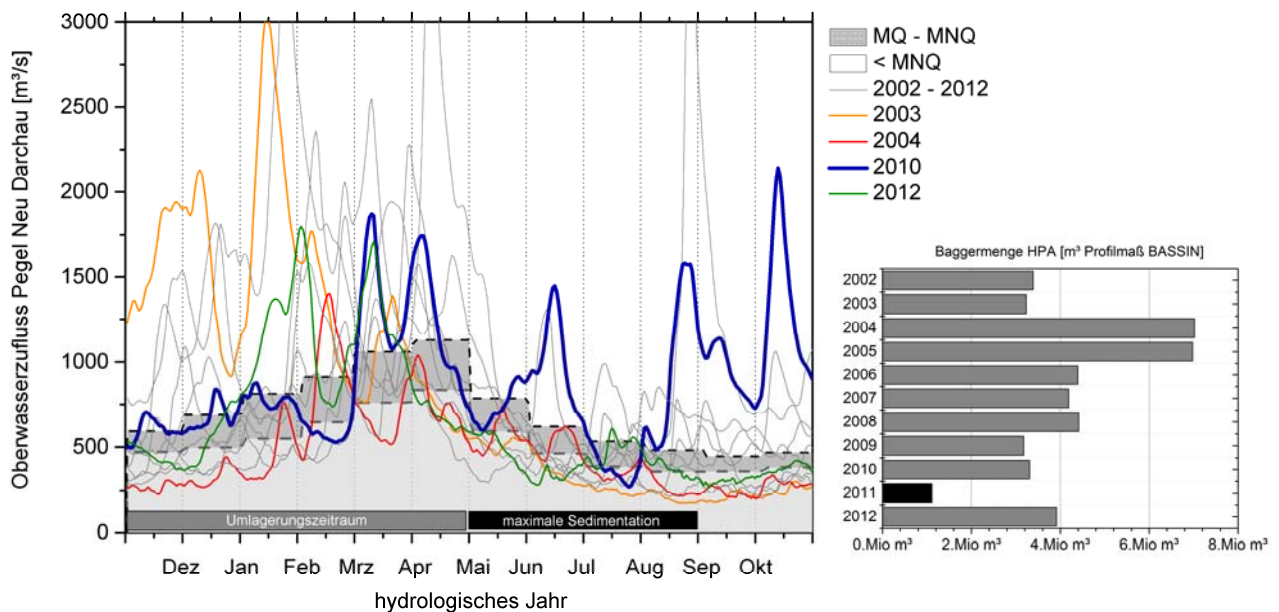
3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

# Randbedingung Oberwasserzufluss 2012

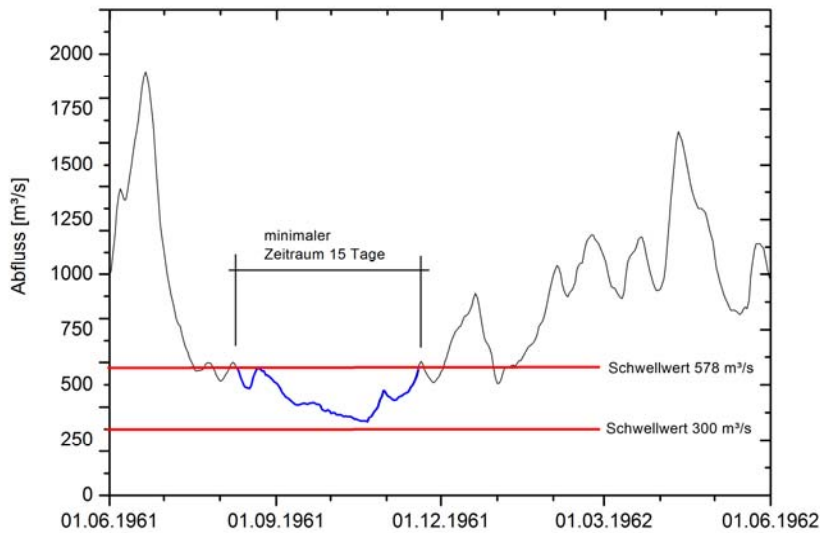


3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

# Randbedingung Oberwasserzufluss 2010



3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin



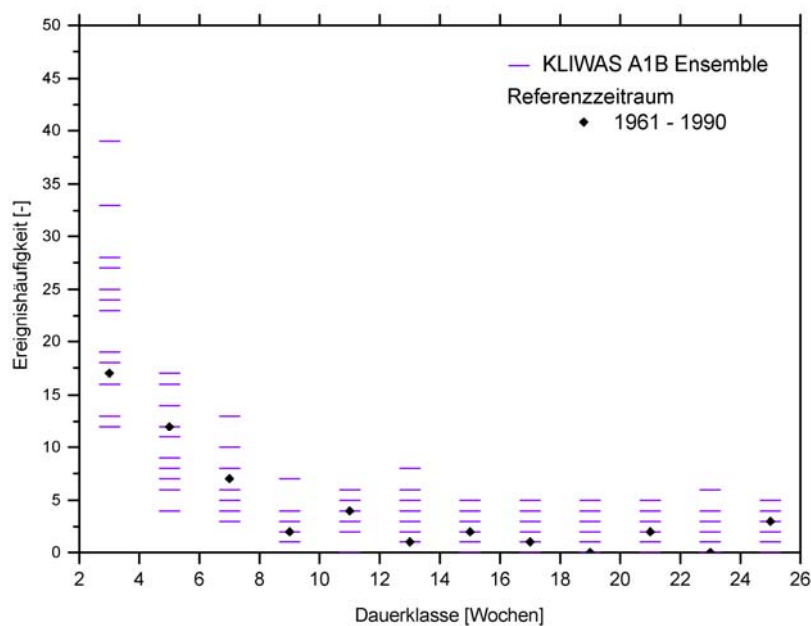
## Zeitreihenanalyse:

Dauer und Häufigkeit von Unterschreitung fester Schwellwerte:

- 578 m<sup>3</sup>/s  
(Median für tägliche Abflüsse 1902 – 2012)
- 400 m<sup>3</sup>/s
- 300 m<sup>3</sup>/s  
(etwa Hauptwert MNQ für Gesamtjahr)

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Schwellwert Q = 578 m<sup>3</sup>/s



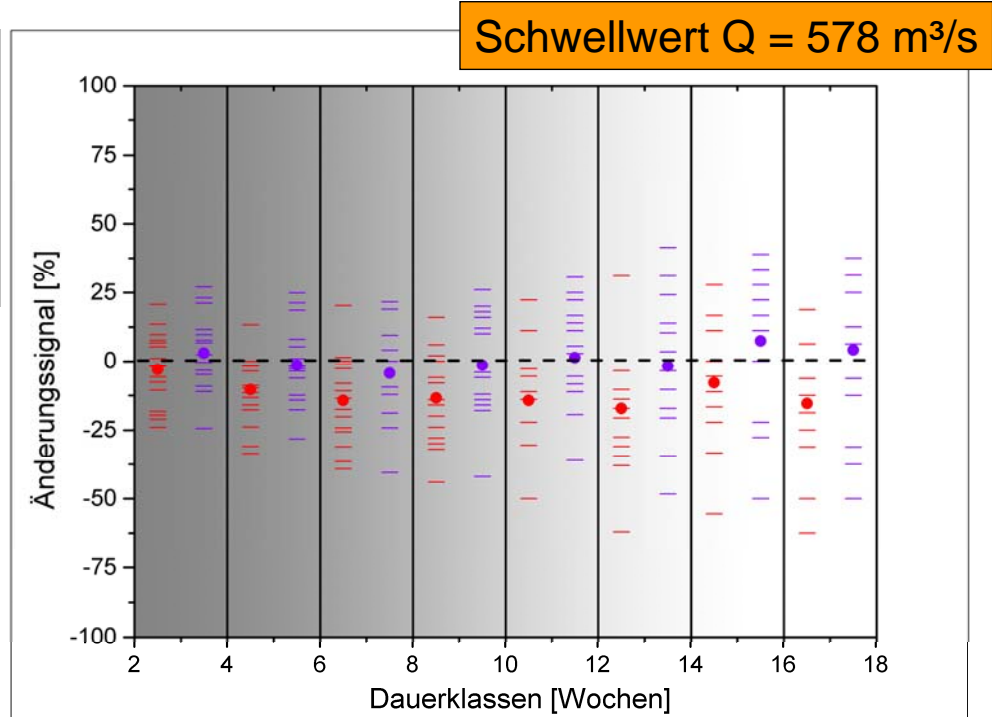
ferne Zukunft  
(2071 – 2100)

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

# Änderungssignale Oberwasserzufluss Elbe – Pegel Neu Darchau



- Einzelwerte
- nahe Zukunft (2021-2050)
  - ferne Zukunft (2071-2100)
- Mittelwerte
- nahe Zukunft
  - ferne Zukunft

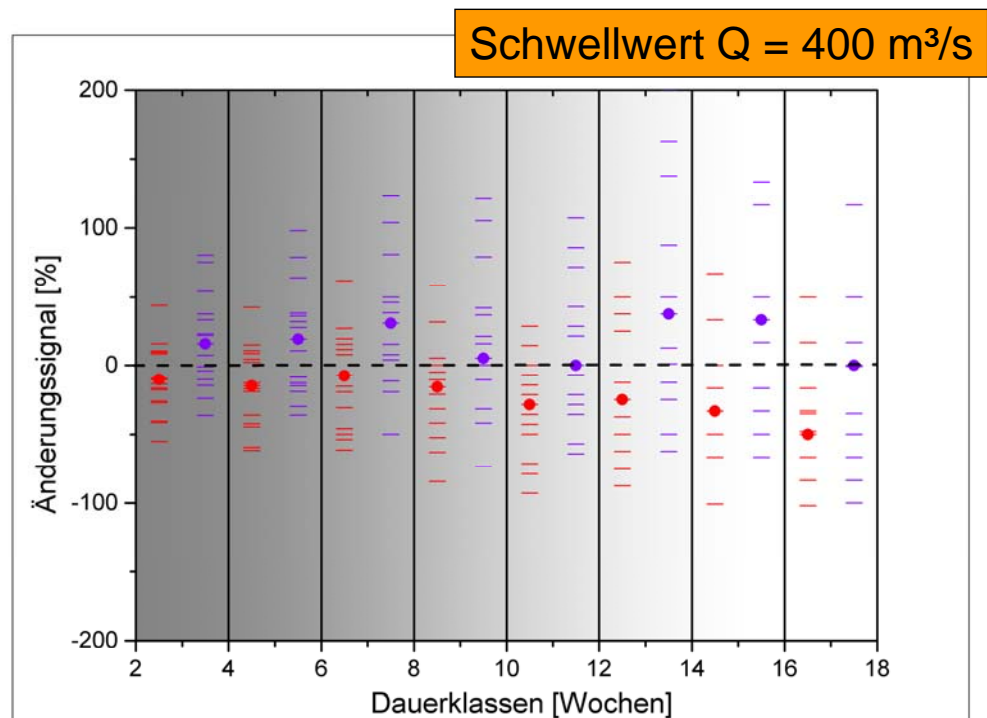


3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

# Änderungssignale Oberwasserzufluss Elbe - Pegel Neu Darchau



- Einzelwerte
- nahe Zukunft (2021-2050)
  - ferne Zukunft (2071-2100)
- Mittelwerte
- nahe Zukunft
  - ferne Zukunft

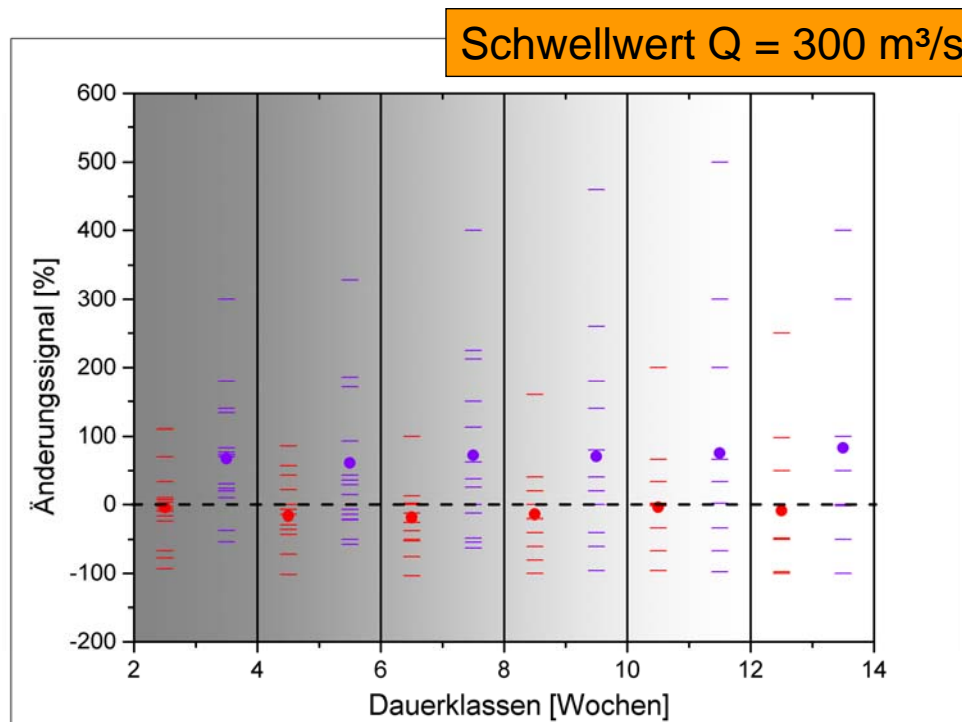


3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

# Änderungssignale Oberwasserzufluss Elbe - Pegel Neu Darchau



- Einzelwerte
- nahe Zukunft (2021-2050)
  - ferne Zukunft (2071-2100)
- Mittelwerte
- nahe Zukunft
  - ferne Zukunft



3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

# Änderungssignal Oberwasserzufluss Elbe – Pegel Neu Darchau



		Änderungssignal und Trend	
		Nahe Zukunft	Ferne Zukunft
Schwellwerte	Q = 578 m <sup>3</sup> /s	mögliches Signal ↘	Signal nicht eindeutig
	Q = 400 m <sup>3</sup> /s	mögliches Signal ↘	Signal nicht eindeutig
	Q = 300 m <sup>3</sup> /s	Signal nicht eindeutig	mögliches Signal ↗ ⚠

## Zwischenfazit für Analyse Oberwasserzufluss

- zentrale Einflussgröße für (Fein-)Sedimentmanagement
- Änderungssignale
  - nicht eindeutig für Gesamtensemble, aber (!)
  - beachte mögliches Signal in **ferner Zukunft** bei Mehrzahl der Einzelprojektionen: häufigere und länger anhaltende Niedrigwasserphasen (Schwellwert Q = 300 m<sup>3</sup>/s)
- in **ferner Zukunft** Baggermehrmengen möglich (im Mittel über mehrere Jahre)

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

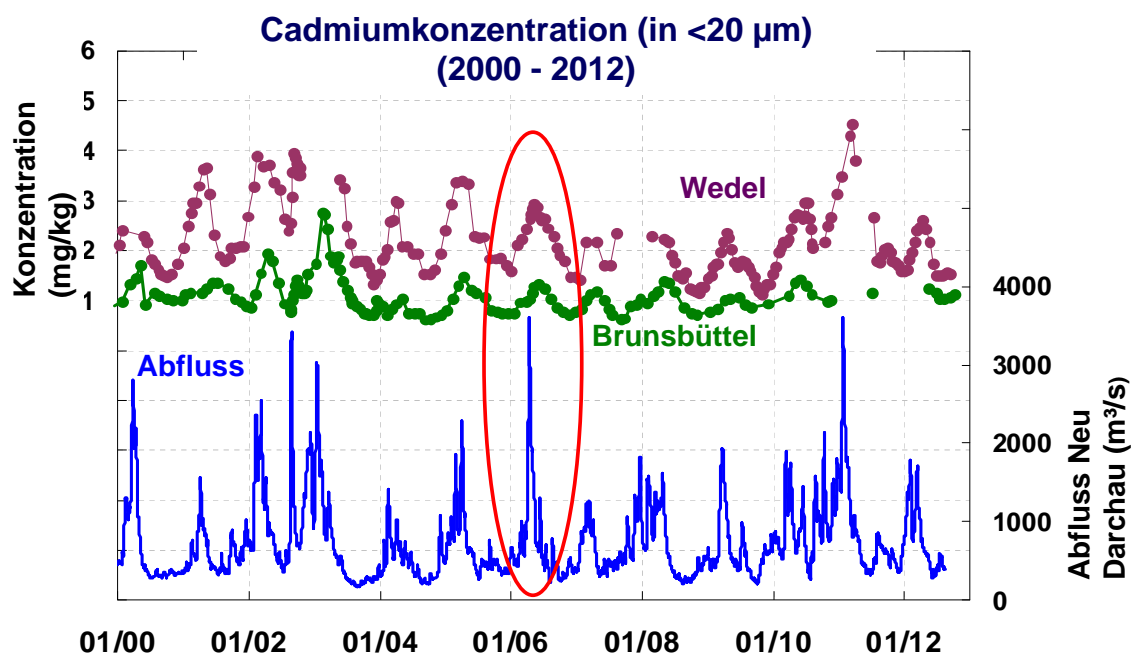


Foto: Michael Schlüsener



3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

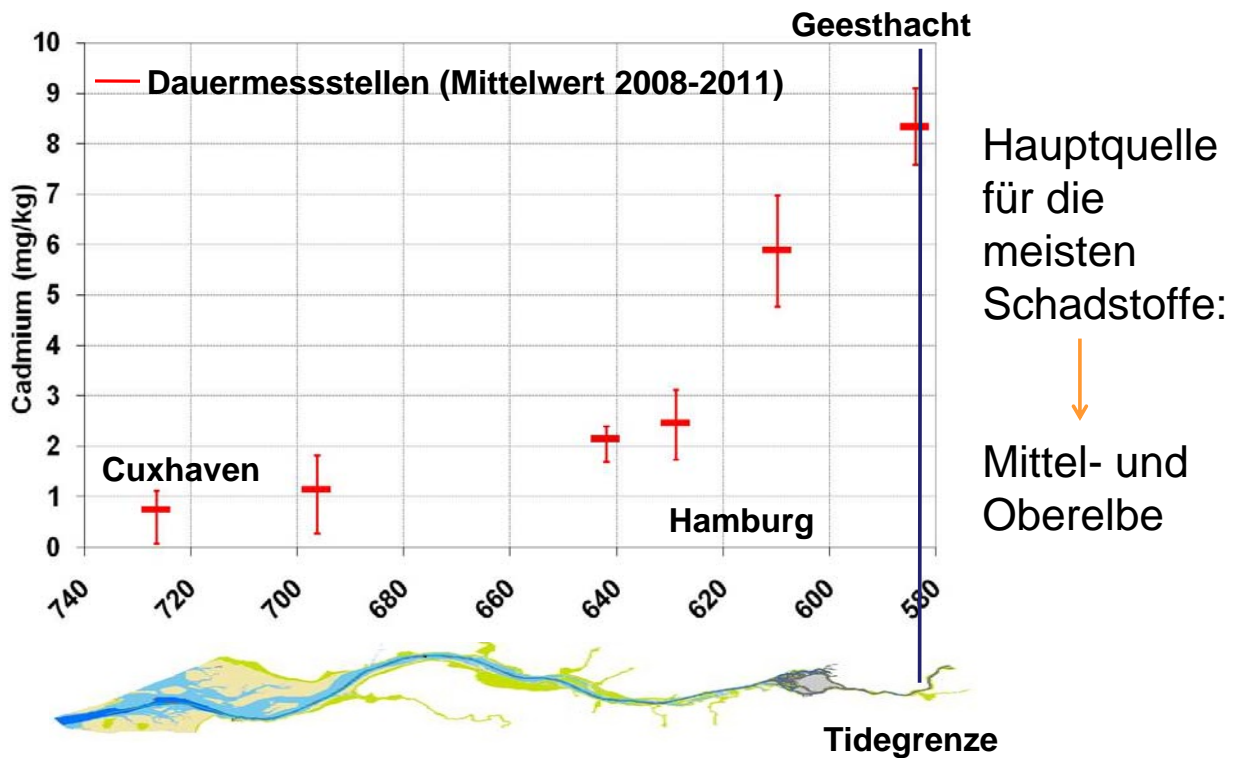
## Randbedingung Oberwasserzufluss - Elbeästuar



hohe Oberwasserzuflüsse  
= steigende Schadstoffgehalte

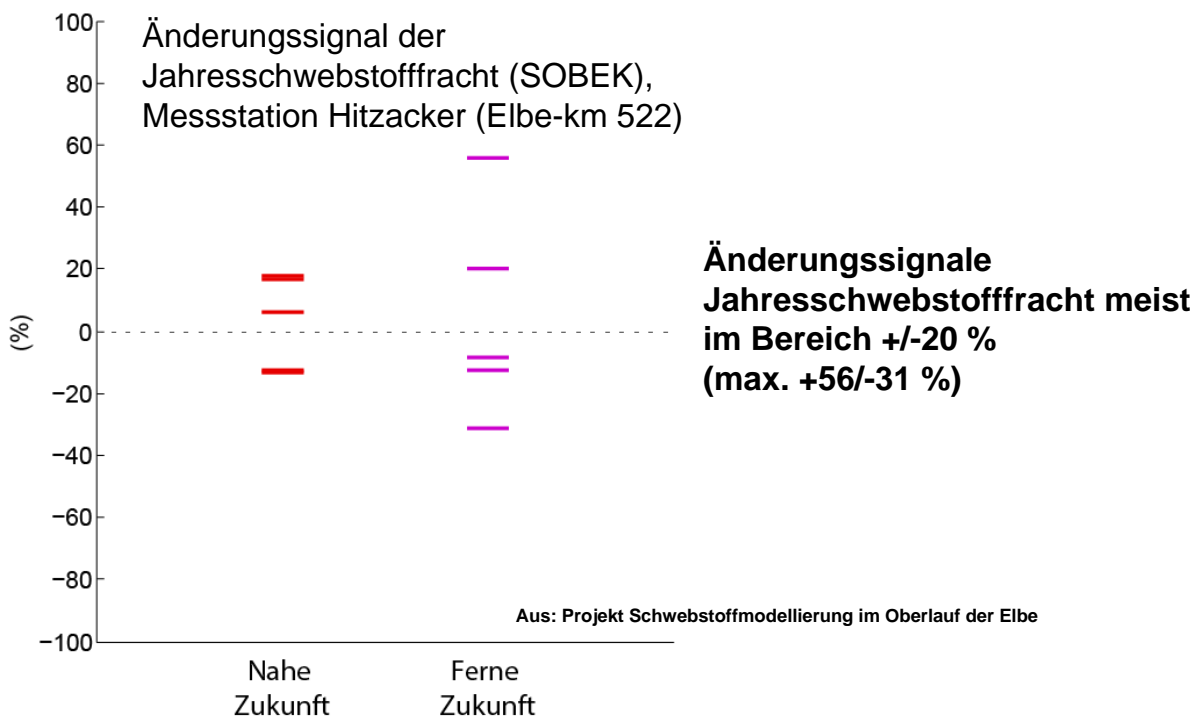


## Längsgradient Schadstoffgehalte - Elbeästuar



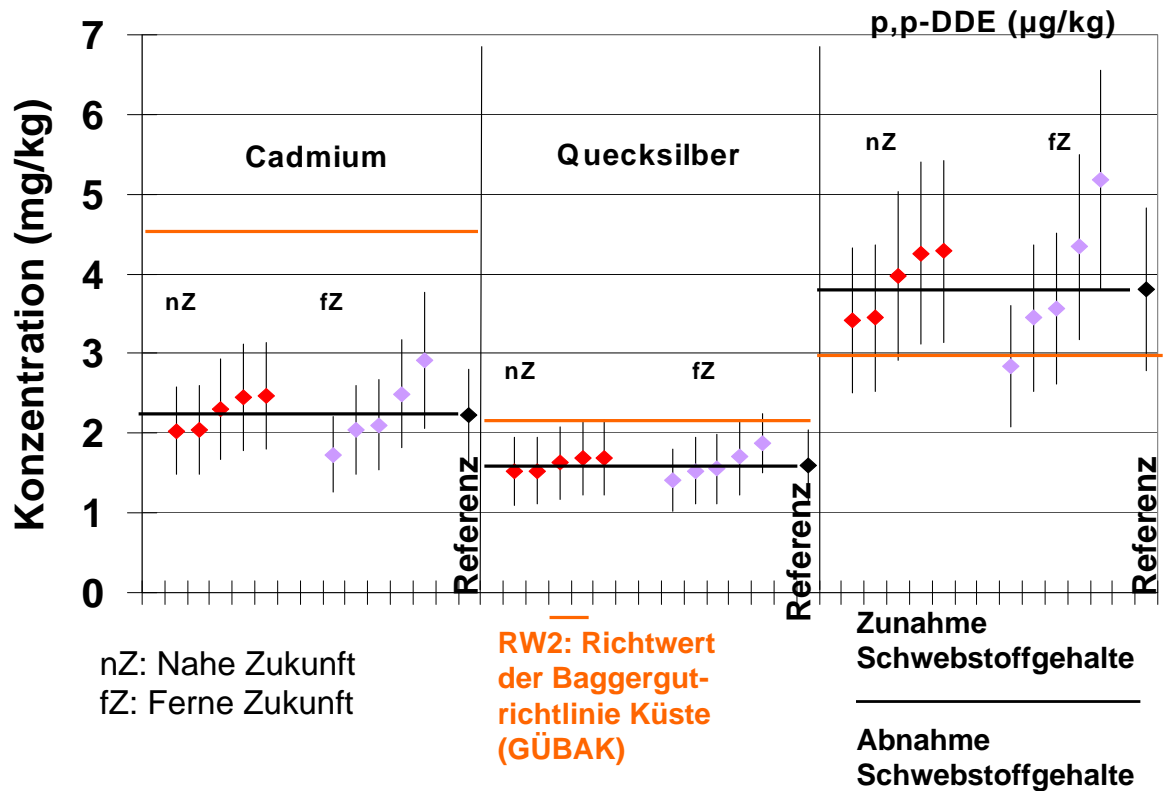
3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

## Projektion Schwebstoffgehalte - Elbe

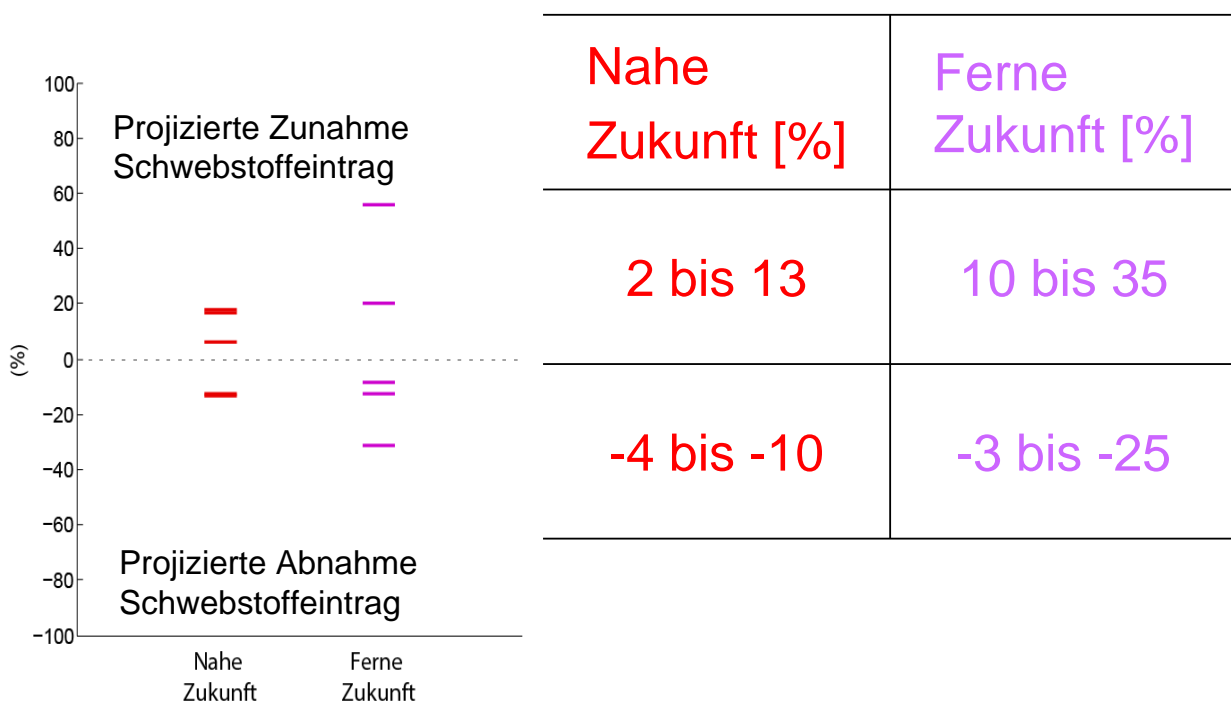


3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

## Projektion Schadstoffgehalte - Elbeästuar



## Projektion Schadstoffgehalte - Elbeästuar

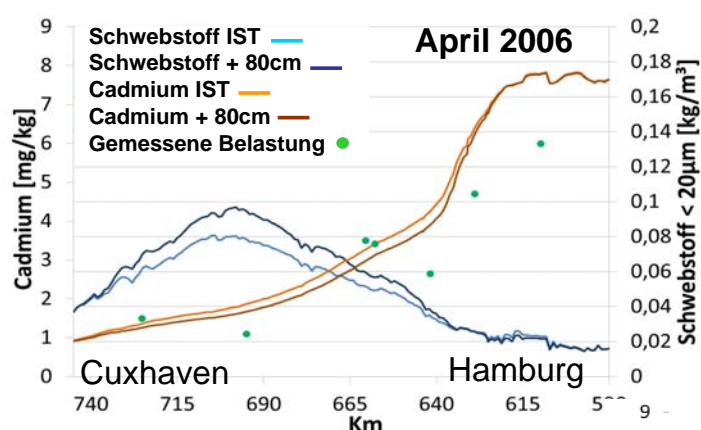


# Sensitivitätsstudie Schadstoffgehalte – Weser und Emsästuar

	Elbe	Weser	Ems
	Zunahme Schadstoffgehalte [%]	Zunahme Schadstoffgehalte [%]	Zunahme Schadstoffgehalte [%]
Zunahme Schwebstoff- eintrag um 56%	10-35	2 - 20	0,5 - 20

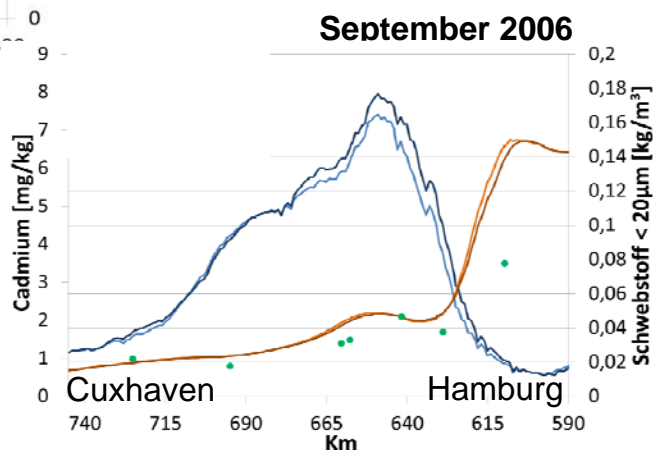


## Sensitivitätsstudie Schadstoffgehalte (BAW)



**Meeresspiegelanstieg 80 cm und  
sehr hoher Oberwasserzufluss  
(max. 3590 m<sup>3</sup>/s)  
-> Verringerung Schadstoffgehalte  
im Längsverlauf Ästuar**

**Meeresspiegelanstieg 80 cm und  
niedriger Oberwasserzufluss  
(300 – 400 m<sup>3</sup>/s)  
-> Verringerung Schadstoffgehalte  
beschränkt auf oberes Ästuar**



## Kernaussagen Elbeästuar – fluvialer Eintrag

ungünstigster Fall (!): Zunahme fluvialer Schwebstoffeinträge um 56% in **ferner Zukunft**  
=> Erhöhung der Schadstoffgehalte um 10-35%

Geringer Effekt auf Baggermengen



Foto: Bernd Mockenhaupt

### Betroffenheit WSV

Verstärkte Überschreitungen von Schadstoffrichtwerten möglich (ferne Zukunft)

### Anpassungsoption

- u.U. Anpassung Sedimentmanagement
- gezielte Entnahme schadstoffbelasteter Sedimente im Oberlauf der Elbe (WRRL)

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

## Kernaussagen Elbeästuar – mariner Eintrag

Oberwasserzufluss in **ferner Zukunft**: häufigere und länger anhaltende Niedrigwasserphasen (nQ) in Kombination mit Meeresspiegelanstieg  
=> Verstärkung Stromauftransport und Anreicherung Feinsedimenthaushalt

u.U. deutliche Baggermehrmengen (im Mittel über mehrere Jahre)

### Anpassungsoption

- Strombau- und Sedimentmanagement, z.B.
  - situationsbedingte Unterbringung von Baggergut auf weiter seewärtig gelegene Stellen (Konfliktpotenzial Schadstoffe)
  - Unterstützung durch Sedimentfänge, Schaffung von Fluträumen

### Betroffenheit WSV

#### Meeresspiegelanstieg:

Leichte Verringerung der Schadstoffgehalte im Baggergut, aber gleichbleibende Schadstoffmengen

#### Häufung nQ:

Verringerung Schadstoffgehalte und -mengen



Foto: Michael Schlüsener

# Kernaussagen Elbe- und Weserästuar – Schadstoffe in Seitenbereichen

## Hohe Schadstoffmengen in Seitenbereichen der Weser und Elbe

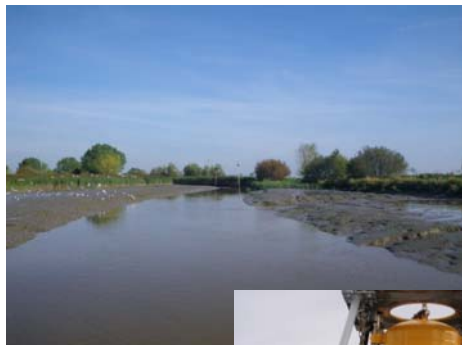
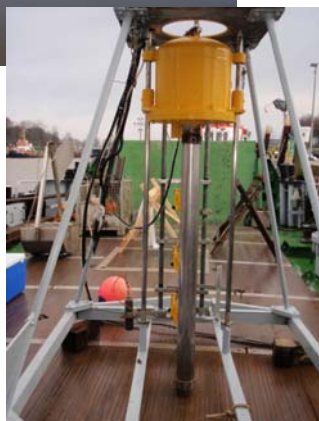


Foto: Norbert Grope



Betroffenheit WSV

Klimabedingte Remobilisierung der schadstoffbelasteten Sedimente wenig wahrscheinlich

Keine Anpassung erforderlich

Generell:

*Bei baulichen Maßnahmen beachten: Remobilisierung schadstoffbelasteter Sedimente aus Seitenbereichen bei Auswirkungsprognosen*

# Auswirkungen Klimawandel versus weitere Veränderungen

## Weitere anthropogene Veränderungen im Elbeästuar oder in Mittel- bzw. Oberelbe

=> schnellere und stärkere Auswirkungen auf die Schadstoffbelastung als Klimawandel



Foto: Vijgen 2006

u.U. Baggermehrmengen

Sanierungsmaßnahmen in Mittel- bzw. Oberelbe oder in den Zuflüssen (WRRL): Verringerung der Schadstoffeinträge => Verringerung des Konfliktpotenzials bei Baggergutunterhaltung

Baumaßnahmen im Elbeästuar (z.B. Fahrrinnenanpassung oder Bauwerke): u.U. Verdünnung der Schadstoffbelastung bei gleichbleibenden Schadstoffmengen

Anpassung Sedimentmanagementstrategie

# Kernaussage Weser- und Emsästuar - Schadstoffgehalte

**Keine Auswirkungen auf Schadstoffgehalte in Sedimenten und Baggergut zu erwarten**

(Annahme: Auswirkungen des Klimawandels auf Hydrologie und Schwebstoffeinträge von Elbe auf Ems und Weser ähnlich)



**Keine Betroffenheit und keine Anpassungsoptionen**



Weser

Foto: Norbert Grope



Ems

Foto: Dirk Löffler

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

## Schlussfolgerungen

- **Oberwasserzufluss -> mögliches Änderungssignal für **ferne Zukunft** (Schwellwert  $Q = 300 \text{ m}^3/\text{s}$ )!  
= wichtige Managementgröße in Sedimentmanagement**
- **Weiterentwicklung Strombau- und Sedimentmanagement sowie Verbesserung Systemverständnis  
=> beste Vorbereitung auf Anforderungen Klimawandel**
- **Umsetzung WRRL und Bewirtschaftungsplan Elbe  
=> beste Voraussetzung zur Verbesserung der Schadstoffbelastung**
- **Weiterentwicklung von Methoden zur Bilanzierung Fein-sedimenthaushalt und der Schadstofffrachten**

3. KLIWAS Statuskonferenz 2013, 12./13.11.2013, Berlin

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit !



Foto: Norbert Grope



---

**Projekt 3.03:** Einfluss von klimabedingten Änderungen auf den Sedimenthaushalt der Nordsee-Ästuar

Axel Winterscheid, Nicole Gehres, Nathalie Cron

**E-Mail:** [winterscheid@bafg.de](mailto:winterscheid@bafg.de)

- Deutscher Wetterdienst (DWD)
- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
- Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)
- Bundesanstalt für Wasserbau (BAW)

**Projekt 3.06:** Einfluss von Klimaänderungen auf das Transportverhalten schadstoffbelasteter Sedimente und dessen Auswirkung auf die Unterhaltung von Schifffahrtsstraßen in den Nordseeästuaren

Carmen Kleisinger, Norbert Grope, Beate Burger, Holger Haase, Birgit Schubert

**E-Mail:** [kleisinger@bafg.de](mailto:kleisinger@bafg.de), [schubert@bafg.de](mailto:schubert@bafg.de)

Auftragnehmer: Franzius Institut, Universität Hannover  
Quodata GmbH, Dresden  
Limnologisches Institut Dr. Nowack, Ottersberg  
GBA, Gesellschaft für Bioanalytik, Pinneberg  
FTZ, Büsum