



STENCIL

Strategies and Tools for Environment-Friendly
Shore Nourishments as Climate Change Impact
Low-Regret Measures

Werkzeuge und Methoden für nachhaltige Sandaufspülungen

S. Schimmels (Forschungszentrum Küste)
und die STENCIL-Projektpartner

KüNO-Jahrestagung 2018, Hannover, 28.08.2018



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Motivation

- Küstenmanagement fordert nachhaltige, umweltfreundliche Entwicklung der Küstenregionen
 - Sandaufspülung gilt als naturnahe, anpassungsfähige („weiche“) Küstenschutzmaßnahme
 - Unterschiede in der Verantwortung, Motivation, Vorgehensweise, Umweltüberwachung, ...
 - Bislang wenig Forschung zu langfristigen ökologischen Auswirkungen; fehlendes Verständnis der biologischen Relevanz verschiedener Prozesse während und nach der Aufspülung
- Übergeordnetes Projektziel: Entwicklung einer gemeinsamen, interdisziplinären (Küsteningenieurwesen, Geologie, Biologie...) Strategie für die Auslegung und das Monitoring von Sandentnahme und Aufspülung



Buhnen u. Deckwerke auf Norderney (Städt)



(Dredging International)



Projektziele

TP 2 – TP 6

Entwicklung von **Werkzeugen** (Modelle und Methoden), mit denen umweltfreundliche und nachhaltige Sandaufspülungen geplant und begleitet/überwacht werden können



Ludwig-Franzius-Institut
für Wasserbau, Ästuar- und
Küsteningenieurwesen



RWTH AACHEN
UNIVERSITY



TP 1

Entwicklung einer **Strategie** für das umweltverträgliche Management von Sandaufspülungen im Einklang mit dem Ecosystem Approach (EAM)

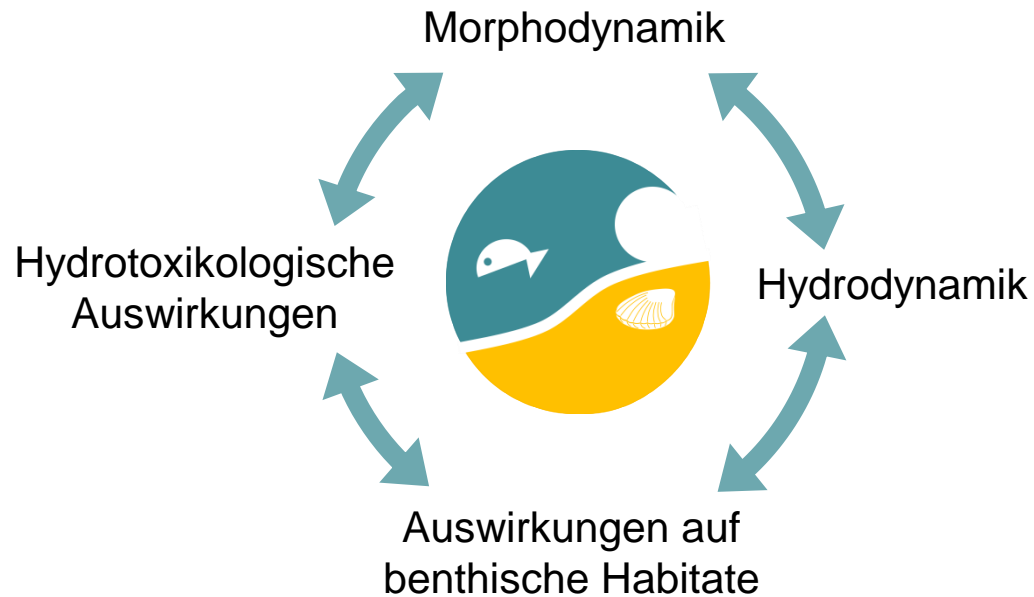


Projektziele

TP 2 – TP 6

1. Entwicklung von **Werkzeugen** (Modelle und Methoden), mit denen umweltfreundliche und nachhaltige Sandaufspülungen geplant und begleitet/überwacht werden können

2. Verbessertes Prozessverständnis und Vorhersage von:





TP 2

Hydrodynamische Modellierung für umweltfreundliche Sandaufspülungen



STENCIL

Strategies and Tools for Environment-Friendly
Shore Nourishments as Climate Change Impact
Low-Regret Measures

Gesamtziel

- Modellierung relevanter hydrodynamischer Prozesse im Küstennahbereich
- Wirkungsweise unterschiedlicher Sandaufspülungsstrategien

Methodik

1. Auswahl geeigneter Modelle
2. Aufbau eines künstlichen neuronalen Netzwerks (KNN) im Küstennahbereich
3. Aufbau eines kombinierten daten- und prozessbasierten Modells für Pilotstudie
4. Hydrodynamische Untersuchung unterschiedlicher Sandaufspülungsstrategien

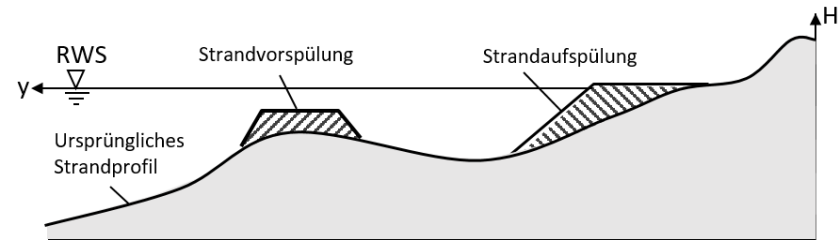


Abb. 1: Schematische Darstellung zur Platzierung von Strandvorspülungen und -aufspülungen

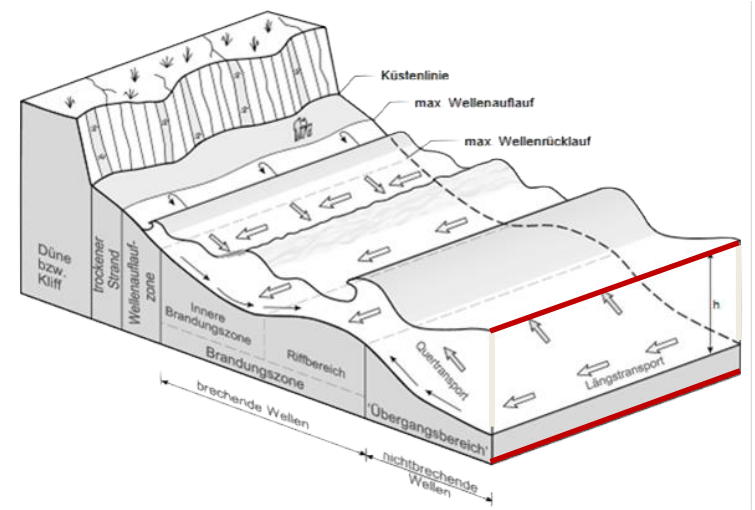


Abb. 2: Dreidimensionale lokale Prozesse und Transportsysteme in einem Küstenprofil (Peters, 2000)

Erste Ergebnisse

Prozessbasierte Modellierung

Modellvergleich Delft3D und XBeach X

- Delft3D: Bessere Abbildung der Hydrodynamik
- Gute Ergebnisse im Rinnenbereich,

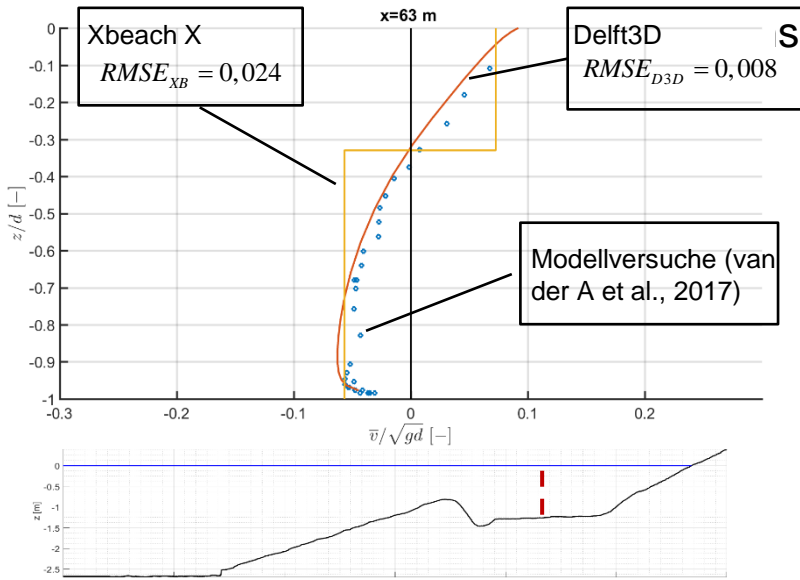


Abb. 3: Strömungsprofil im Querschnitt 63 m, Vergleich Modelldaten und Messungen (oben), Modellprofil (unten)

Datenbasierte Modellierung

KNN zur datenbasierten Modellierung der hydrodynamischen Randbedingungen vor Sylt

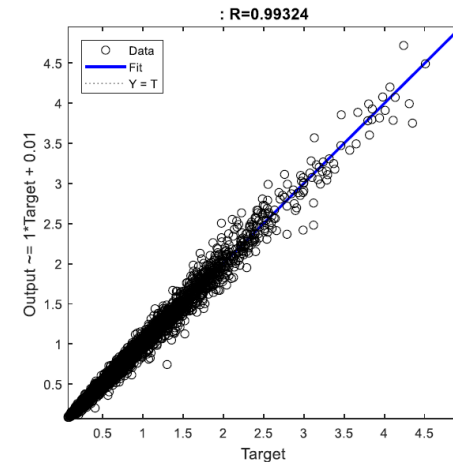
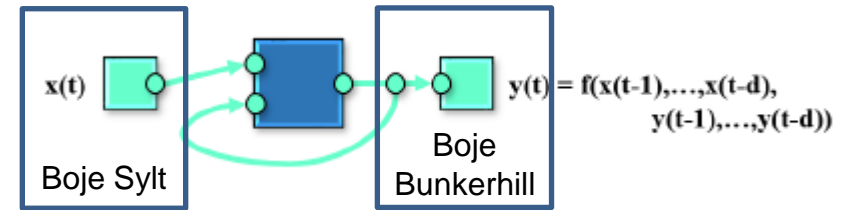


Abb. 4: Ergebnisse des KNN für Hs Bunkerhill, Testzeitraum 1 a (Niederstadt, 2018)

Nächste Schritte

1. Erweiterung des neuronalen Netzes

- Mit zusätzlichen Input Parametern aus Feldmessungen:
 - Bathymetrie
 - Meteorologie (Wind)
 - Wasserstand
 - Tide
- mit Hilfe von physikalischen Modellversuchen
 - Seegangparameter
 - Strömungsprofile (Undertow)

2. Kopplung des neuronalen Netzes mit prozessbasiertem Modell für die Pilotstudie

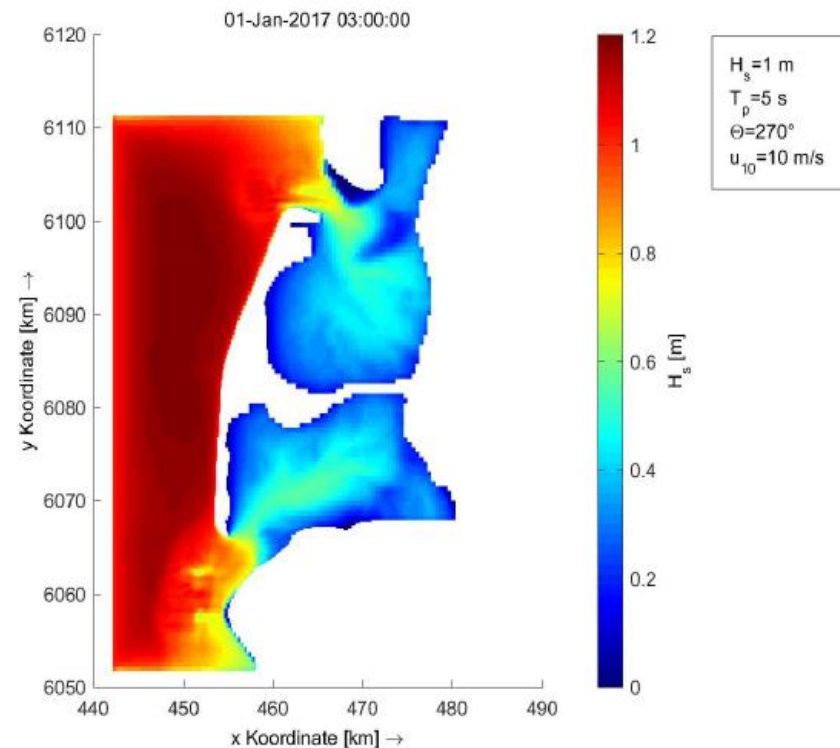


Abb. 5: Aufbau regionales Modell der Pilotstudie mit Delft 3D



Ludwig-Franzius-Institut
für Wasserbau, Ästuar- und
Küsteningenieurwesen

TP 3

Ursachen und Effekte von mesoskaligen morphologischen Veränderungen



STENCIL

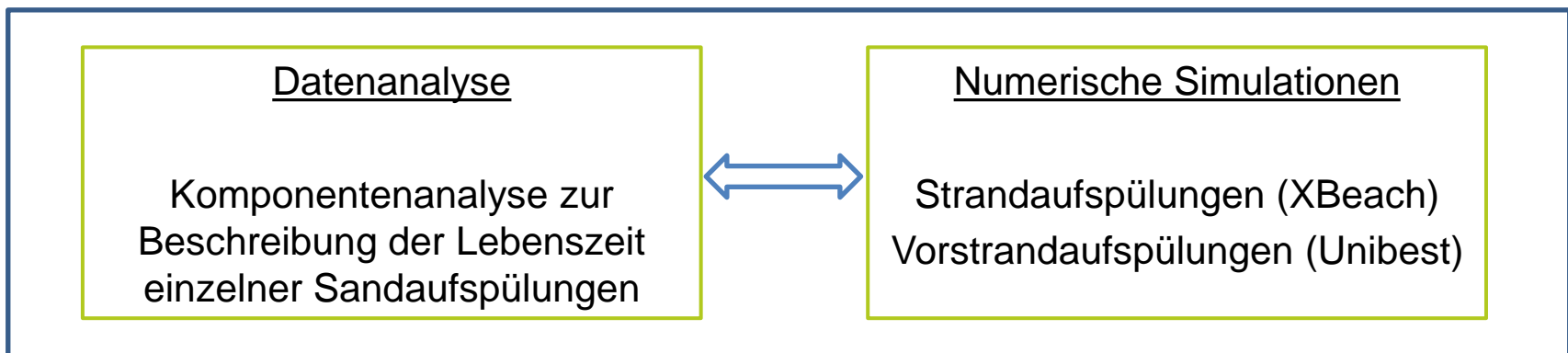
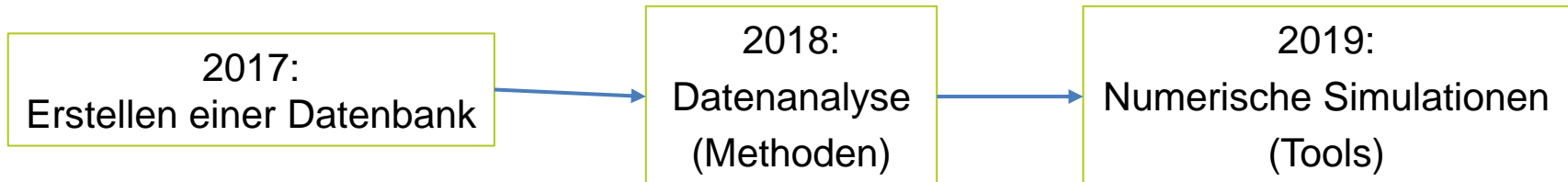
Strategies and Tools for Environment-Friendly
Shore Nourishments as Climate Change Impact
Low-Regret Measures



Gesamtziel

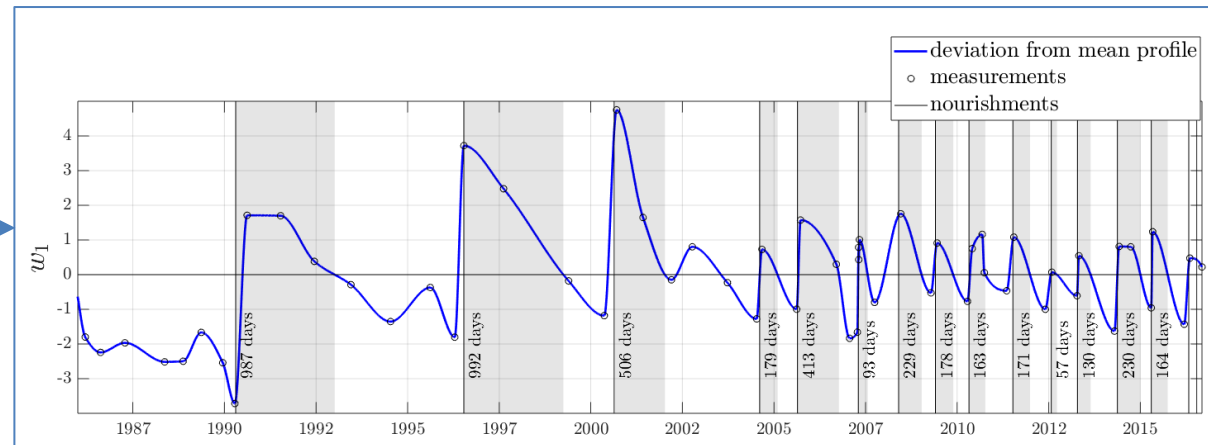
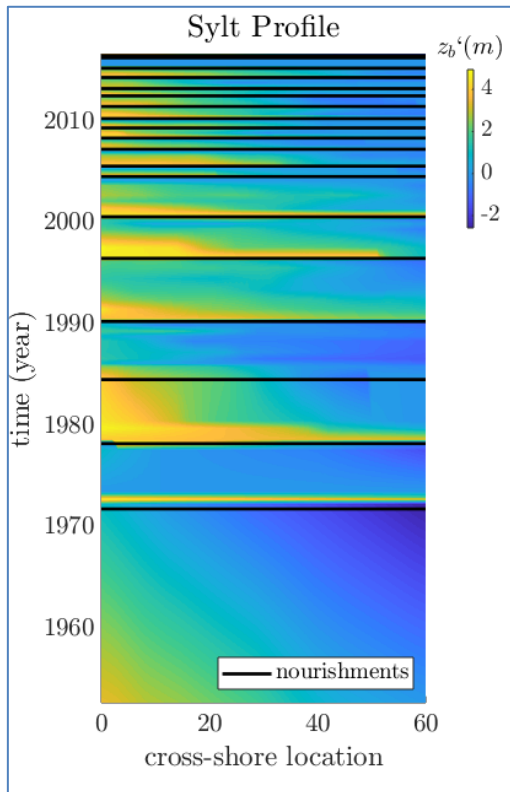
1. Entwicklung einer Methode zur Bestimmung der Effizienz von Sandaufspülungen
2. Quantifizierung des Einflusses der einzelnen Design-Parameter
3. Empfehlungen für zukünftige Sandaufspülmaßnahmen

Methodik





Zwischenergebnisse (Datenanalyse)



Journal-Beitrag (zur Veröffentlichung eingereicht):

Gijsman, Visscher and Schlurmann (2018): The lifetime of shoreface nourishments in fields with nearshore sandbar migration

Konferenz-Beitrag (in Bearbeitung):

Gijsman, Visscher and Schlurmann (2018): A systematic comparison of the design characteristics of sand nourishments

Nächste Schritte (Numerische Simulationen)

1. Untersuchung kürzerer Zeitskalen und Interaktion mit Hydrodynamik
2. Datenlücken schließen, um Datenanalyse zu verbessern

TP 4

Modellierung des Küstenquertransports unter Sturmflutbedingungen



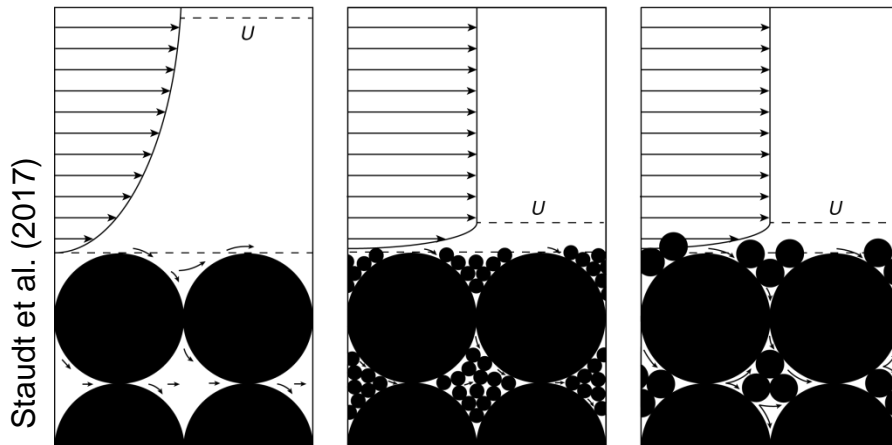
STENCIL

Strategies and Tools for Environment-Friendly
Shore Nourishments as Climate Change Impact
Low-Regret Measures

Gesamtziel

- Verbesserung der Modellansätze für Sedimenttransport, weil
 - Häufig konzipiert für nur eine Korngröße (D_{50}) – *keine natürliche Korngrößenverteilung*
 - Validiert mit Versuchen in „Oscillatory Flow Tunnels“ (OFT) – *limitiert in der Nachbildung natürlicher Prozesse*
- Schlechte Abbildung natürlicher Transportprozesse

OFT: Keine freie Wasseroberfläche



Staudt et al. (2017)

Andere Mischungsverhältnisse → andere Prozesse → andere Transportraten



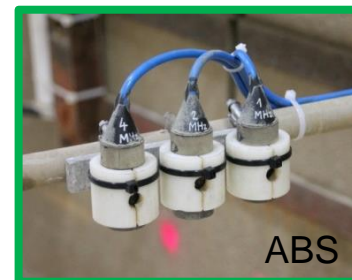
GWK-Versuche (Mai – Juni 2018): Einfluss der Korngrößen-Mischungsverhältnisse auf die Transportraten?



Versuchsaufbau und Messungen 1/2

- Sand mit $D = 0.21 \text{ mm}$ (F) und $D = 0.58 \text{ mm}$ (G)
- Mischungen: 100 % F, 75 % F, 50 % F, 25 % F
- 2 Wellenbedingungen ($H = 1.5 \text{ m}$, $H = 1.0 \text{ m}$, $T = 7 \text{ s}$)

Profilierung der Sohle; Sedimentkonzentrationen;
Strömungsgeschwindigkeiten / Sedimentflüsse;
Sedimentproben (Sortierung, Entmischung?)

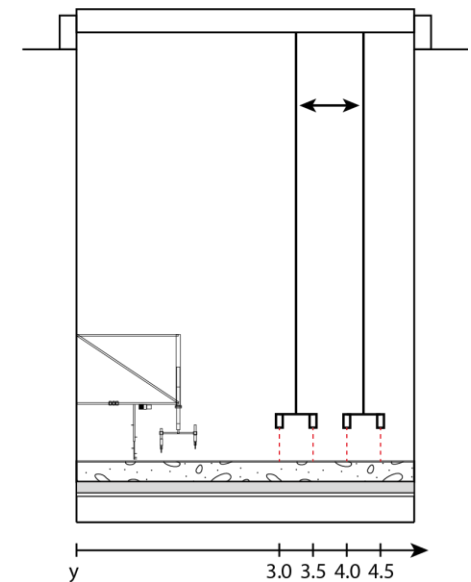
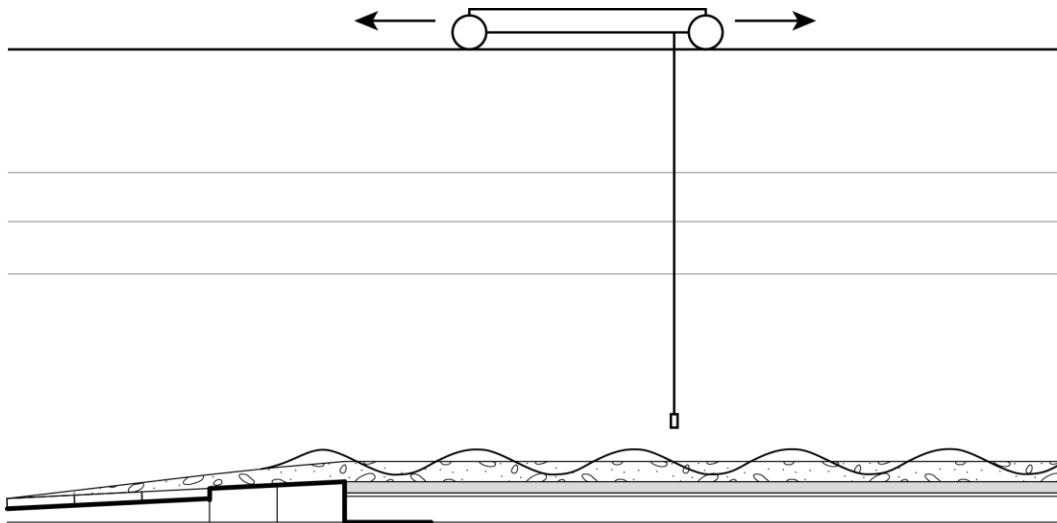




Versuchsaufbau und Messungen 2/2

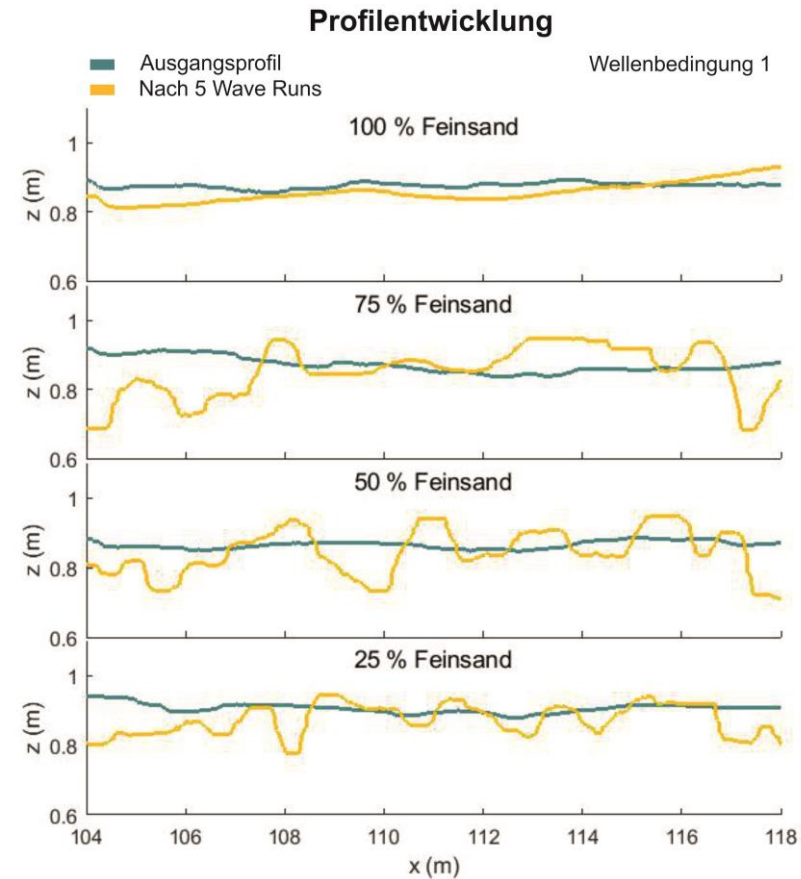
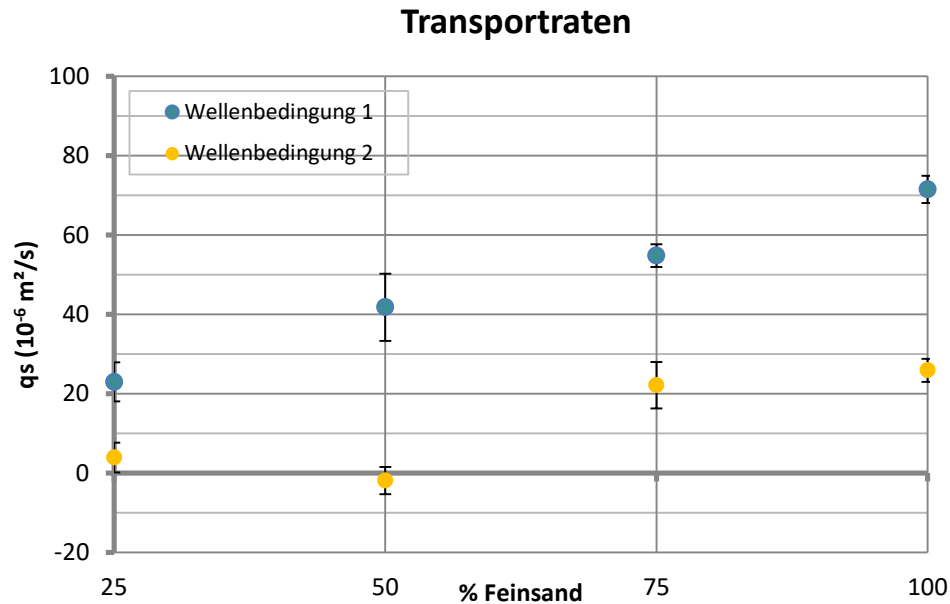
Sohlprofile

- Transportraten
- Sohlformen, Transportregime





Erste Ergebnisse



Nächste Schritte

- Entwicklung neuer Parameter für die Korngrößenverteilung, d.h. **Stufung** und **Feinanteil** des Sandes
- Implementierung in eine Formel für Transportraten (SANTOSS, van der A et al., 2013)



TP 5

Monitoring der Sedimenteigenschaften und benthischen Habitate in Aufspül- und Entnahmegebieten



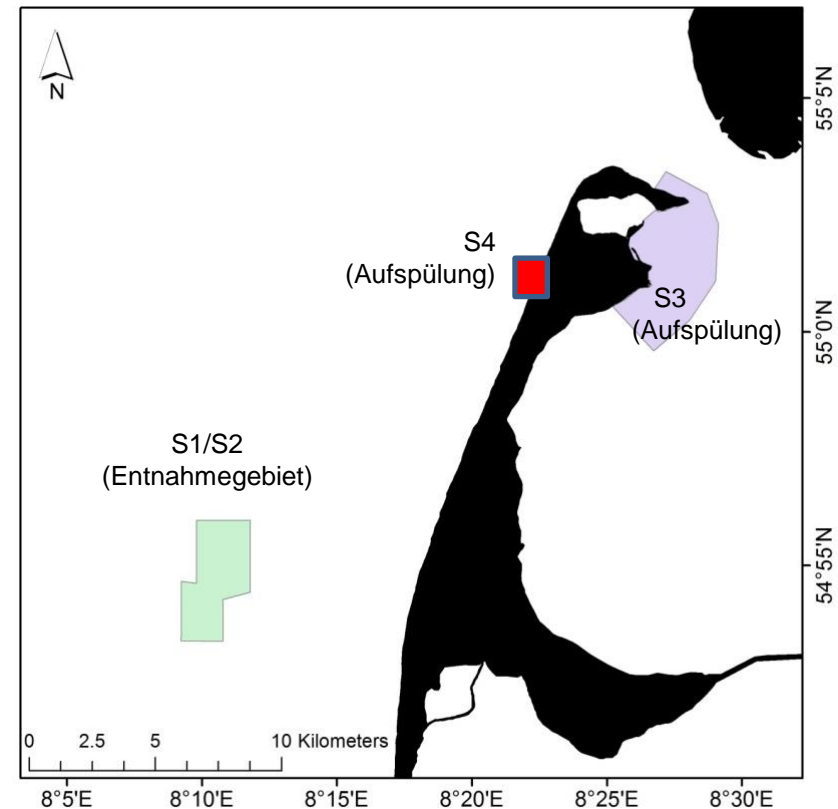
STENCIL

Strategies and Tools for Environment-Friendly
Shore Nourishments as Climate Change Impact
Low-Regret Measures



Gesamtziel

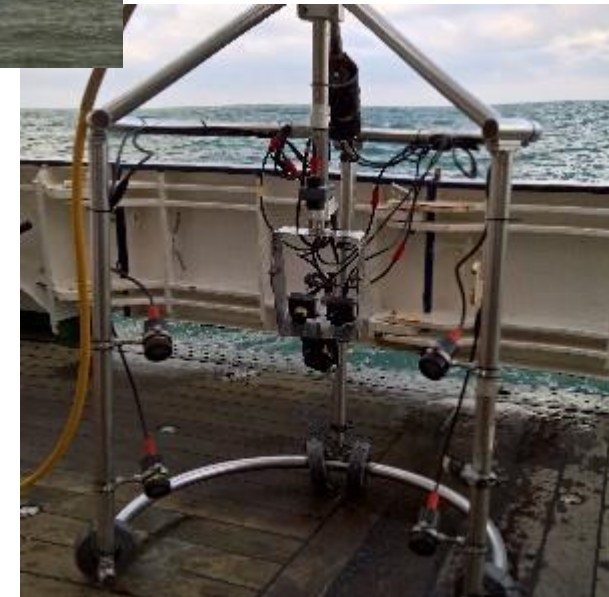
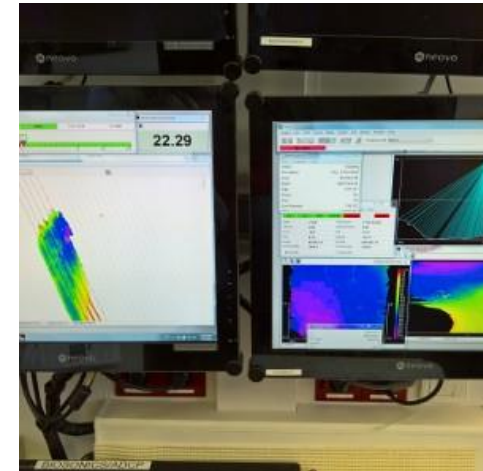
- Halbjährliche Bathymetrien, Sedimentproben und Unterwasseraufnahmen im Sandentnahmegebiet Westerland II/III (S1 und S2)
- Jährliche Luftaufnahmen, Bathymetrien und Strandprofile in Aufspülgebieten S3/S4
- Erstellung von Habitatkarten
- Analyse der kurzfristigen Veränderungen in allen Untersuchungsgebieten
- Evaluierung der Auswirkungen der anthropogenen Eingriffe auf die Untersuchungsgebiete
- Beurteilung des Regenerationspotentials





Methodik

- Fächerecholote (Bathymetrie)
- Seitensichtsonare (Habitatbestimmung)
- Sedimentproben (Habitatbestimmung)
- Unterwasserkameras (Habitatbestimmung)
- dGPS-Vermessung (Strandprofile)

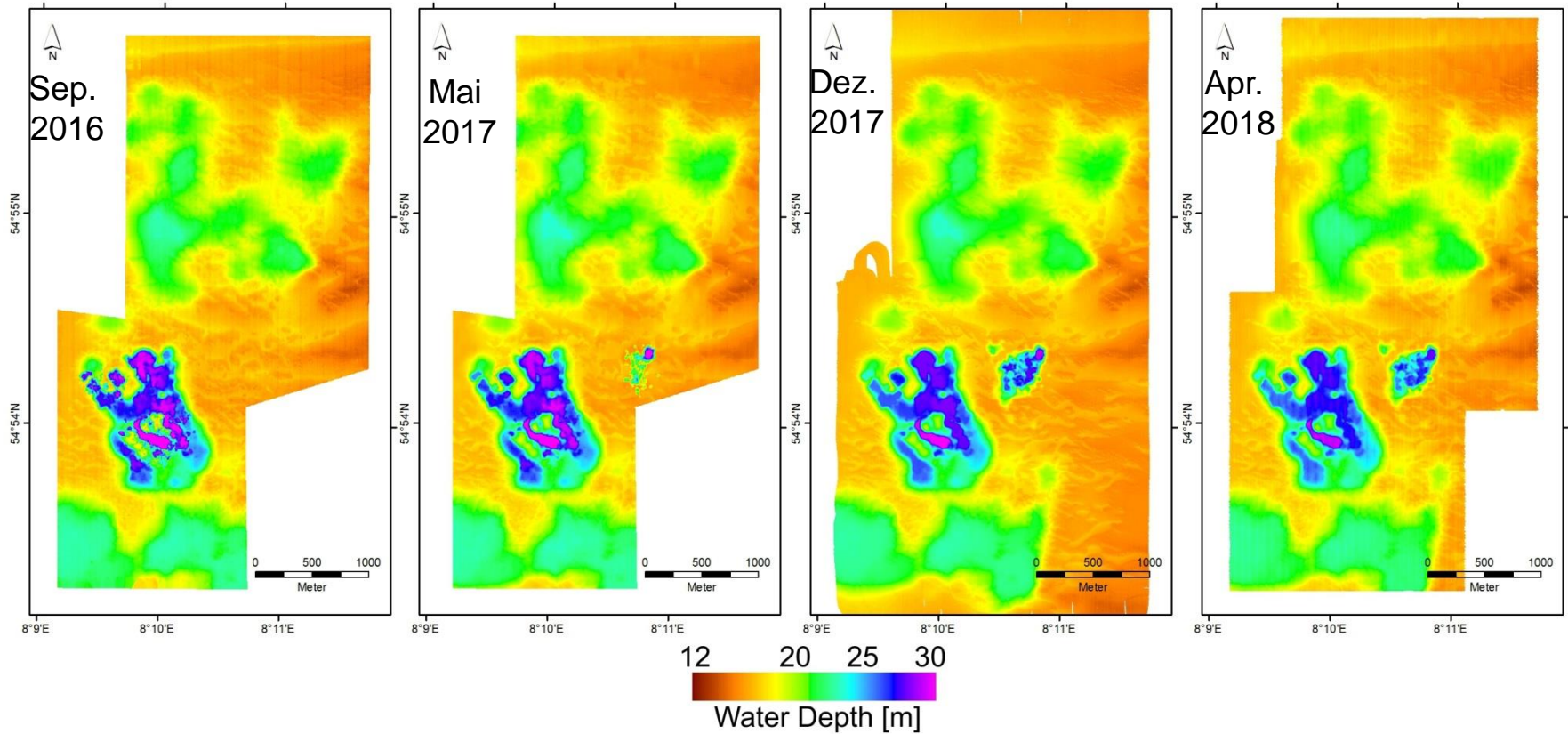




Erste Ergebnisse 1/2

Beispiel:

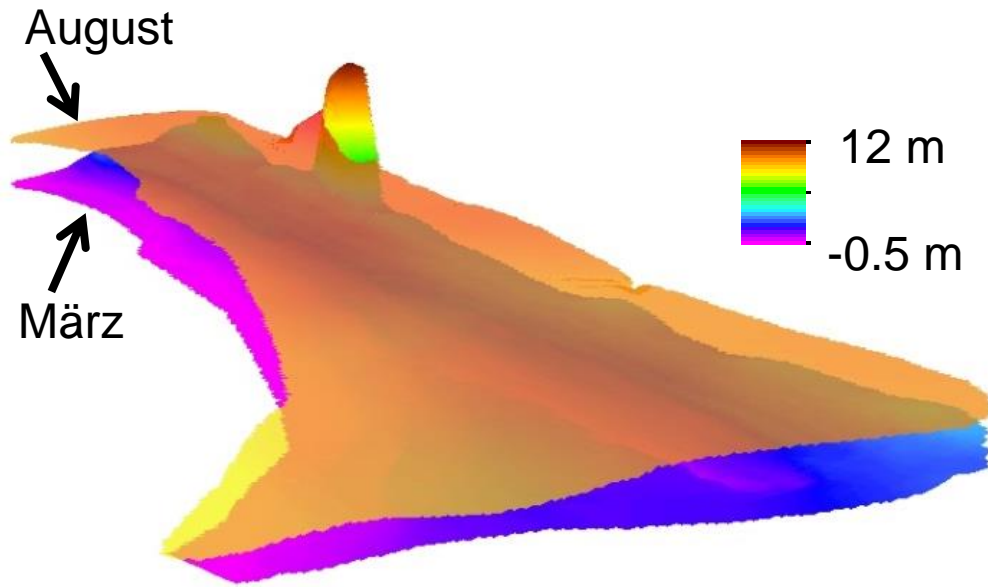
Halbjährliches Monitoring der Morphologie im Sandentnahmegebiet Westerland: Neue Entnahmetrichter und Verfüllungsprozesse durch Rutschungen und Sedimentation



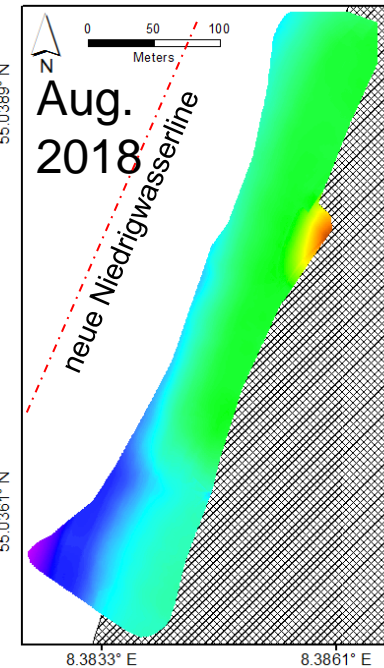
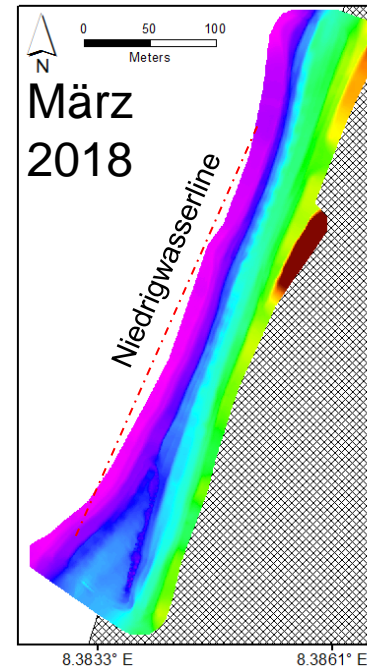
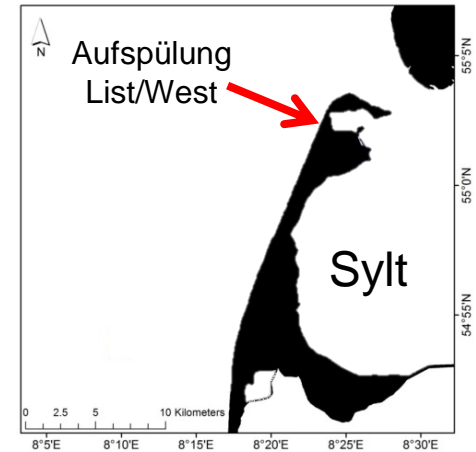


Erste Ergebnisse 2/2

Beispiel:
Strandvermessung Aufspülung List/West mittels dGPS



- ca. 385.000 m³ Sediment wurden aufgespült
- Aufschüttungen mit einer Höhe von bis zu 4,5 m





Nächste Schritte

- Drei weitere Vermessungen im Entnahmegebiet Westerland (S1/S2) in 2018/2019 (halbjährlich)
- Beobachtung des Strandzustandes im Untersuchungsgebiet S3/S4 und weitere Vermessungen ggf. direkt nach Sturmereignissen (evtl. Drohnenflug und „Structure From Motion“)
- Vergleich der Zeitreihen und Bestimmung der Verfüllungs-/ Erosionsraten
- Beurteilung des Regenerationspotentials



TP 6

Methode zur experimentellen Untersuchungen von hydrotoxikologischen Auswirkungen infolge von Sandentnahme und -aufspülung



STENCIL

Strategies and Tools for Environment-Friendly
Shore Nourishments as Climate Change Impact
Low-Regret Measures



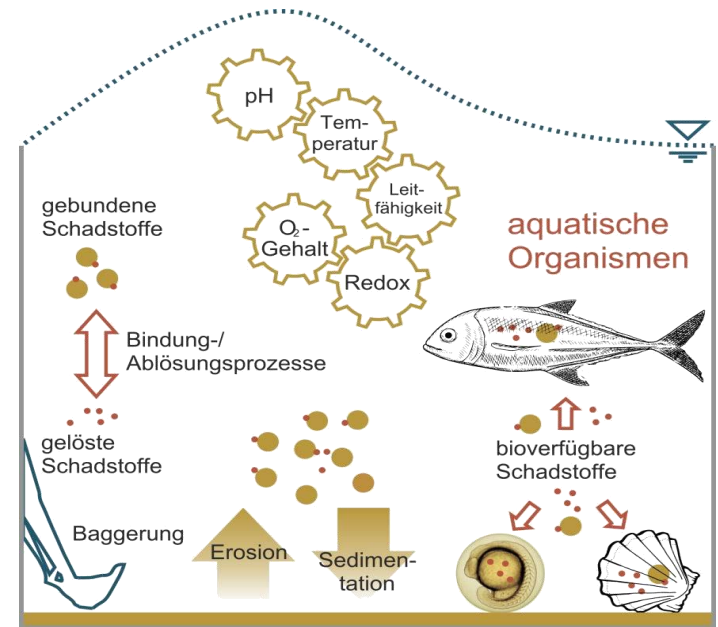
TP 6: Methode zur experimentellen Untersuchungen von hydrotoxikologischen Auswirkungen

Gesamtziel

Entwicklung einer Methodik zur Untersuchung von Erosions- und Resuspensionsprozessen infolge von Sandaufspülungen und Sandbaggerungen und damit verbundenen Auswirkungen auf chemisch-physikalische Wasserqualitätsparameter und ökotoxikologische Reaktionen

Methodik

- Chemisch-physikalische Sedimentanalysen
- Experimentelle Untersuchungen im Kreisgerinne
- Feldmessungen zu Fließgeschwindigkeiten, Schwebstofftransport, Wasserqualität und ökotoxikologischen Effekten



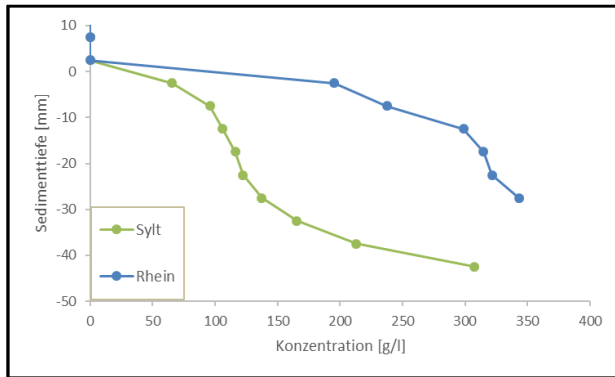
Untersuchung	Art der Probe	Norm
Wassergehalt	Pro Fass	DIN EN ISO 17892-1
Korngrößenverteilung	Pro Fass	DIN EN ISO 17892-4 / ISO 13320
Organische Substanz	Pro Fass	-
Konsolidierungsversuche	Mischprobe	-
Kritische Sohlschubspannungen	Mischprobe	-



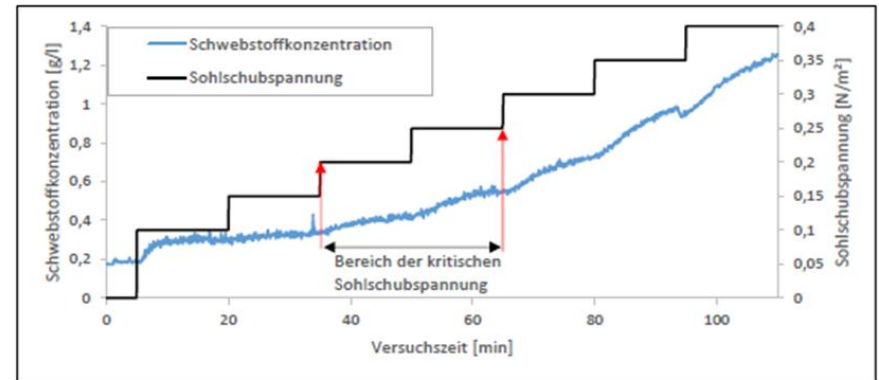
Erste Ergebnisse 1/2

Voruntersuchungen

Konsolidierungsverhalten

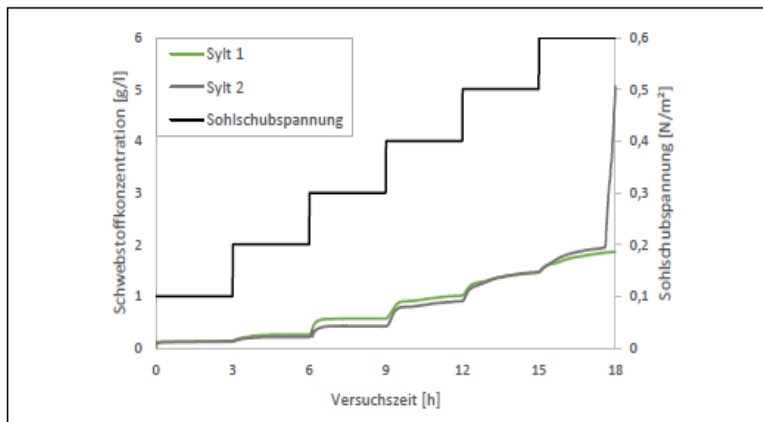


Kritische Sohlschubspannungen

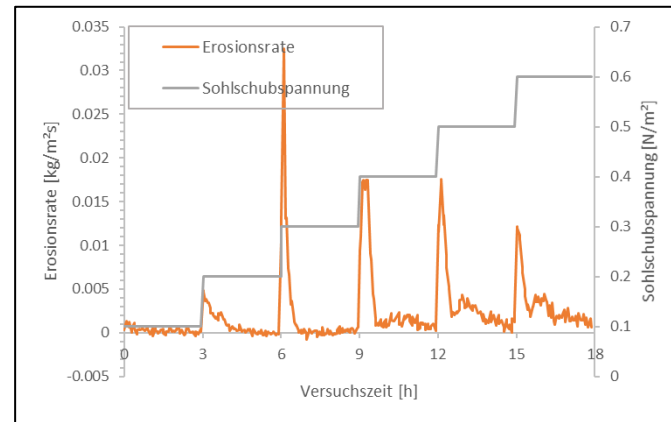


Erosionsuntersuchungen im Kreisgerinne

Resuspensionsverhalten



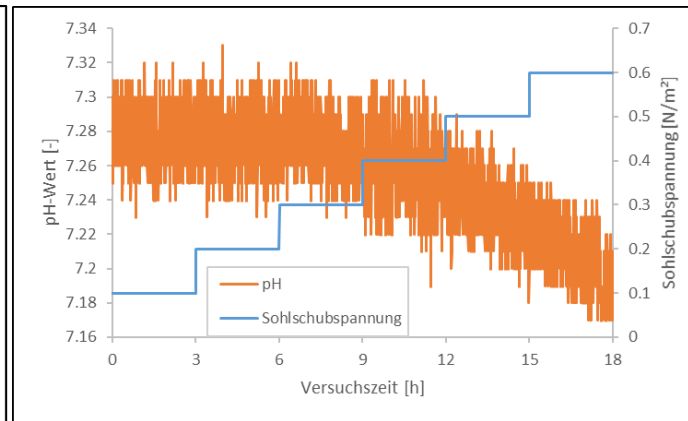
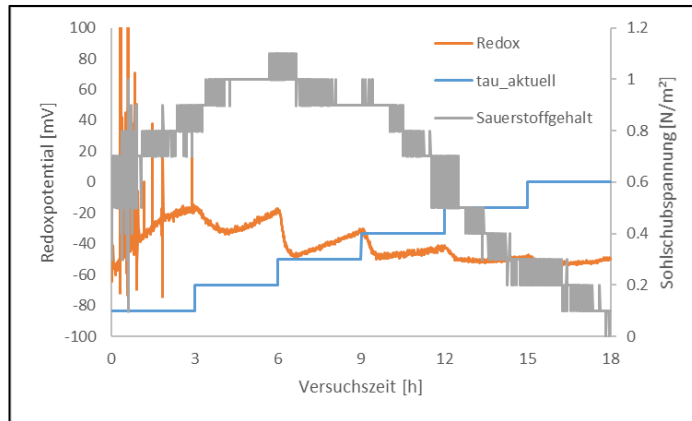
Erosionsraten





Erste Ergebnisse 2/2

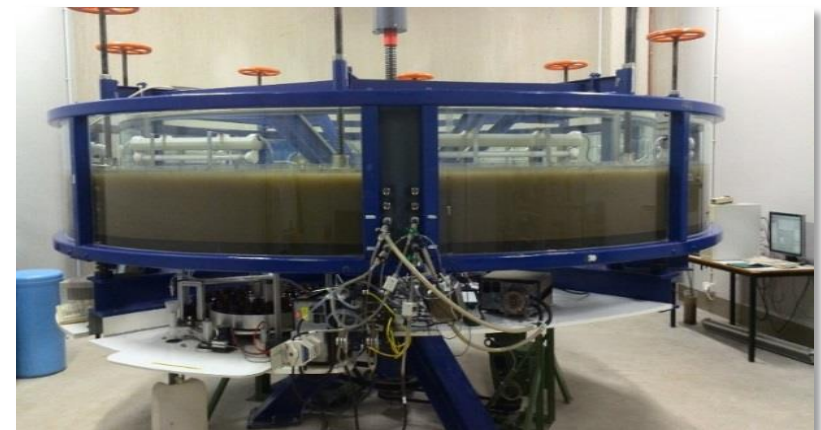
Wasserqualitätsparameter während Erosionsuntersuchungen



Redoxpotential, Sauerstoffgehalt und pH-Wert werden durch Resuspension beeinflusst.

Nächste Schritte

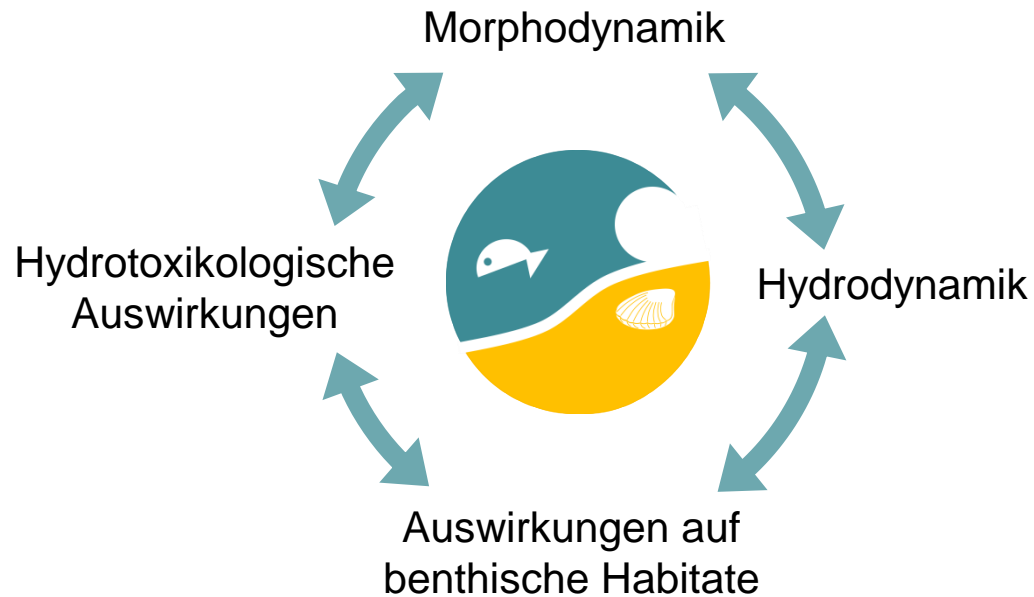
- Hydrotoxikologische Experimente mit Muscheln und Sedimenten im Kreisgerinne
- Feldmesskampagne (Muschelkäfige, Fließgeschwindigkeiten, Schwebstofftransport, Wasserqualitätsparameter)





TP 2 – TP 6

1. Entwicklung von **Werkzeugen** (Modelle und Methoden), mit denen umweltfreundliche und nachhaltige Sandaufspülungen geplant und begleitet/überwacht werden können
2. Verbessertes Prozessverständnis und Vorhersage von:





**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

STENCIL-Team:

FZK: Stefan Schimmels, Franziska Staudt, Daniel Posanski

LuFI: Torsten Schlurmann, Jan Visscher, Rik Gijsman

LWI: Nils Goseberg, David Schürenkamp, Johanna Wolbring

AWI-Sylt: Karen Wiltshire, Christian Hass, Finn Mielck

RWTH Aachen: Holger Schüttrumpf, Henner Hollert,
Catrina Brüll, Caroline Ganal, Björn Deutschmann

GEFÖRDERT VOM

