



Living CoastLab Halligen

Analysen zum langfristigen Schutz der Halligen - Wechselwirkung zwischen Hydrodynamik und Sedimenttransport

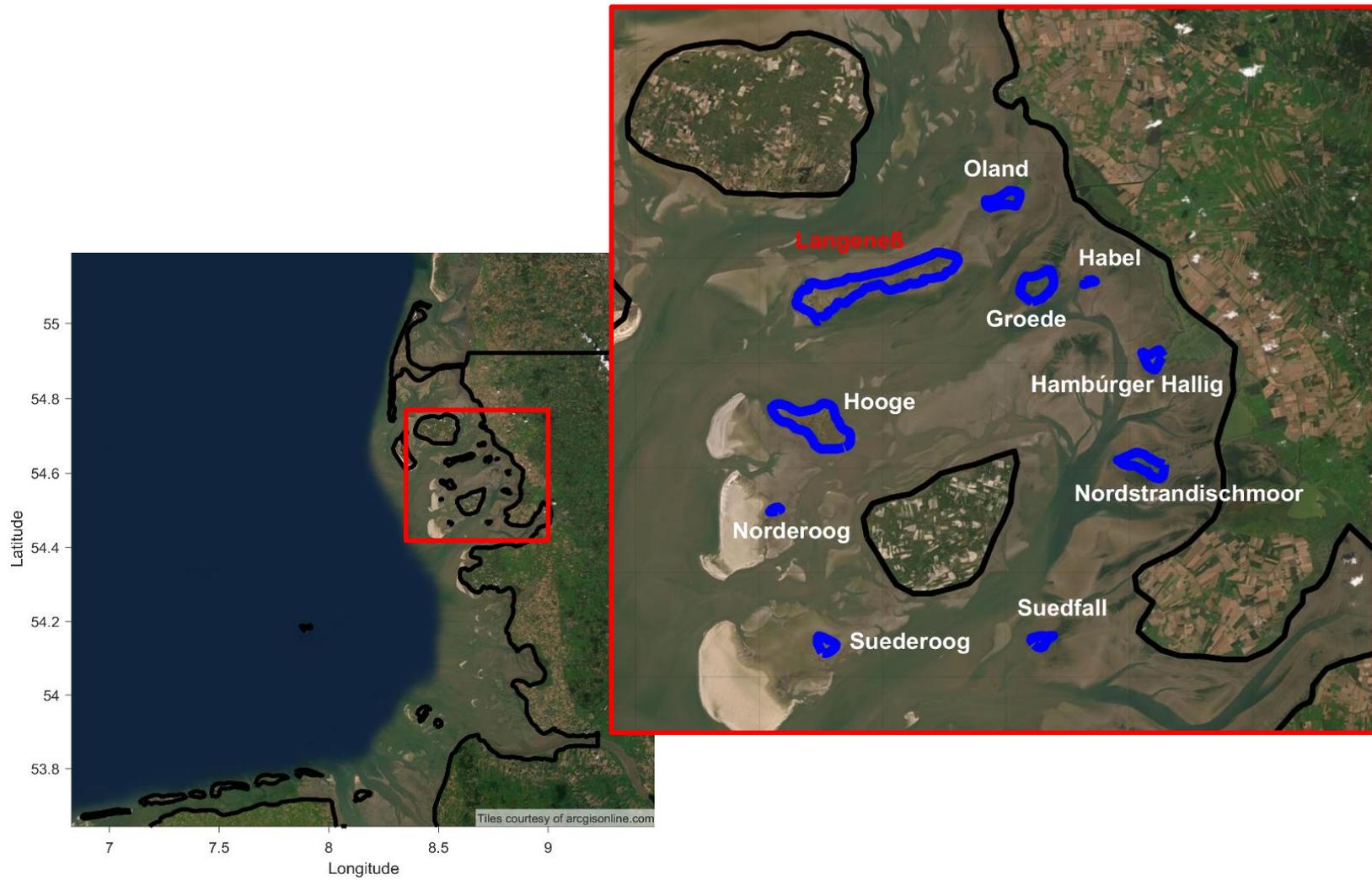


Sebastian Niehüser, Arne Arns, Jürgen Jensen

Forschungsinstitut Wasser und Umwelt (fwu)



Living CoastLab Halligen



Hintergrund

Ergebnisse ZukunftHallig

- Sedimentation infolge regelmäßiger Überflutungen unterstützt das vertikale Anwachsen der Halligflächen!
- Stärkerer Anstieg der mittleren und extremen Wasserstände!
- Weitere Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs ist zu erwarten (Church et al., 2013; IPCC, 2019)!

Folgen

- Mit der natürlichen Sedimentation auf der Halligfläche kann der zukünftige Meeresspiegelanstieg voraussichtlich nicht kompensiert werden!

Ziel Living CoastLab Halligen

Entwicklung von Strategien durch ein inter- und transdisziplinäres Team aus Ingenieuren*innen, Soziologen*innen, Ökologen*innen, Geologen*innen, Halligbewohner*innen und Behörden für eine nachhaltige Sicherung der Halligen, die die natürliche Anpassungsfähigkeit fördern und den Schutz der Halligbewohner*innen auf den Warften verbessern.



Projektpartner

Strategien zum Schutz und Erhalt von Schleswig-Holsteins Halligen

Universität Siegen (fwu, Koordination)

Prof. Jürgen Jensen, Dr. Arne Arns



RWTH Aachen

Prof. Holger Schüttrumpf (IWW)

Prof. Roger Häußling (IFS)

**Lehrstuhl und Institut
für Wasserbau und Wasserwirtschaft**
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management
Aachen University



Universität Göttingen (GZG)

Prof. Hilmar von Eynatten, Dr. Volker Karius



Universität Oldenburg (LÖK)

Prof. Michael Kleyer

LKN Schleswig-Holstein (LKN-SH)

Birgit Matelski/Katharina Heinrich



Landesbetrieb für Küstenschutz,
Nationalpark und Meeresschutz
Schleswig-Holstein

Halligbewohner*innen

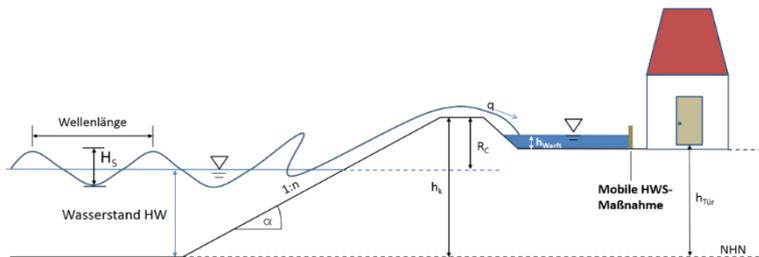


Übergeordnete Fragestellungen/Ziele

- Messung der Trübung und vertikaler Aufwachsrate für einzelne Landunter und Sturmfluten.
- Verständnis der Wirkung von Vegetation auf die Sedimentation.
- Simulation der Wechselwirkungen zwischen hydrodynamischen Einwirkungen und resultierendem Sedimenttransport.
- Abschätzung der Sedimentationsraten (für 2030, 2050, 2080).
- Bereitstellung von optimierten Schutz- und Managementstrategien.
- Einbeziehung der Halligbewohner*innen (Erfahrungen, Bedürfnisse, Erwartungen) für einen nachhaltigen Schutz der Halligen
>> Akzeptanz!

Hochwasserschutzmaßnahmen auf der Warft

- **Hochwasserschutzmaßnahmen** als kurzfristige Strategie, Untersuchungen in Abstimmung mit den Halligewohner*innen:
 - Testen/Vorführen von Küstenschutzmaßnahmen unter realitätsnahen Bedingungen
 - Bewerten der Maßnahmen auf Grundlage von hydrodynamischer Wirksamkeit, Betriebssicherheit, Bauaufwand, Landschaftsbild, Naturschutz, Wartungsaufwand, Akzeptanz, Bereitstellungszeit, Lagerung
 - Dabei Einbeziehung...
 - ...der Ergebnisse **labortechnischer Untersuchungen**
 - ...der Interessen der **Halligebewohner*innen**
- Untersuchung von **zwei Anwendungsfällen**:



Objektschutz



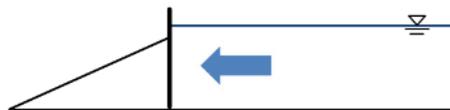
Verschließen von Stöpen

Hochwasserschutzmaßnahmen auf der Warft

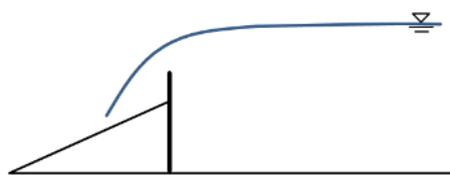
- Fünf Testphasen: Einstau, Anströmen, Überströmen, Wellen und Anprall
- Vier teilstationäre Hochwasserschutzmaßnahmen



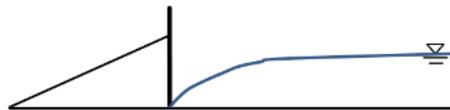
Testphase 1: Einstau



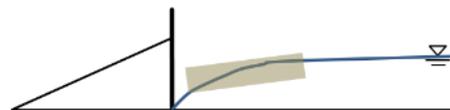
Testphase 2: Anströmen



Testphase 3: Überströmen



Testphase 4: Einzelwellen



Testphase 5: Anprall



Aquawand



Hydrobaffle



Sandsäcke

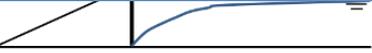
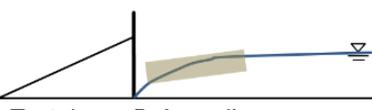


HWS-mobil

Hochwasserschutzmaßnahmen auf der Warft

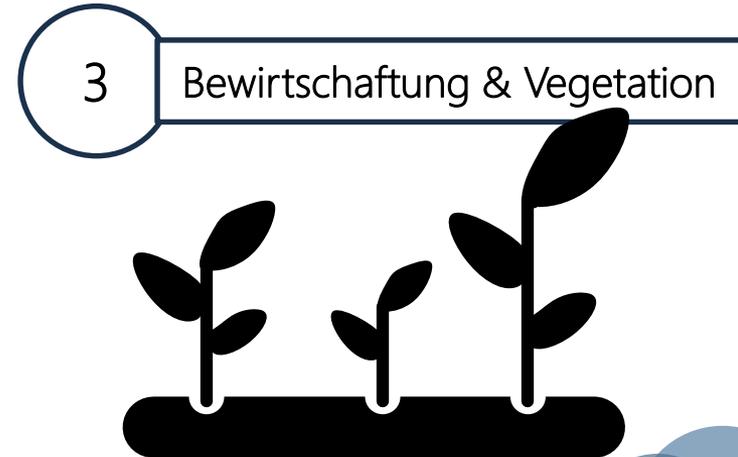
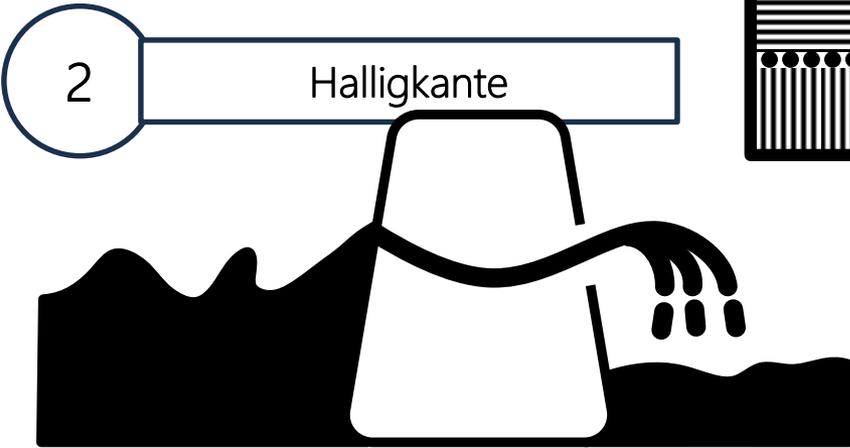
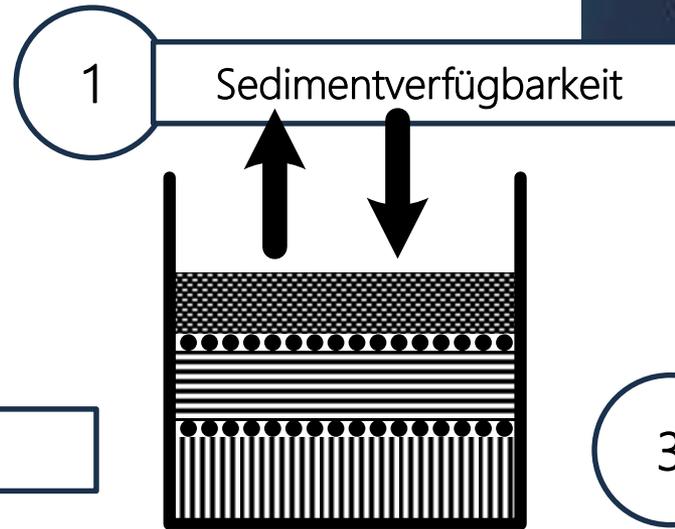
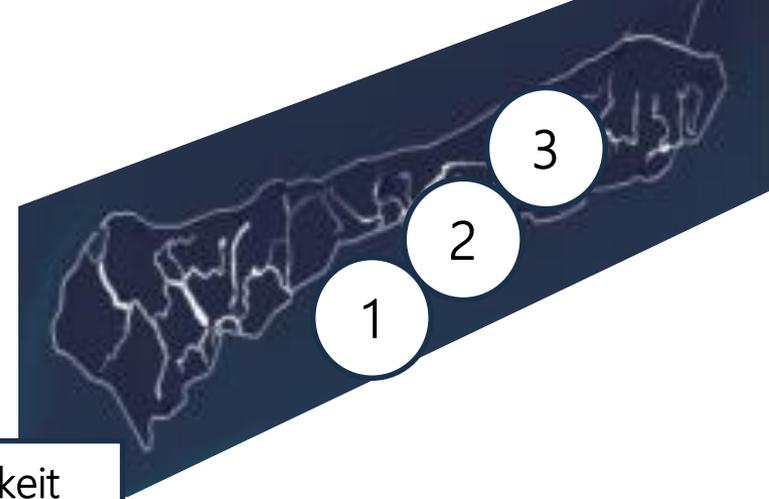
	Aquawand	Hydrobaffle	Howatec	Sandsäcke		
						

- Untersuchte Maßnahmen unter küstenspezifischen Belastungen hydrodynamisch wirksam und für Einsatz auf Warften geeignet.
- Neuartige mobile Hochwasserschutzmaßnahmen verfügen über ein Potenzial, den bestehenden Sturmflutschutz zu ergänzen und an Schwachstellen zu verbessern.
- Gruppendiskussionen und Experten*innen-Interviews auf den Halligen haben jedoch gezeigt, dass die Akzeptanz solcher Maßnahmen seitens der Bewohner*innen hallig- sowie warftspezifisch heterogen ist.

 <p>Testphase 4: Einzelwellen</p>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
 <p>Testphase 5: Anprall</p>	✓	-	✓	-	-	-

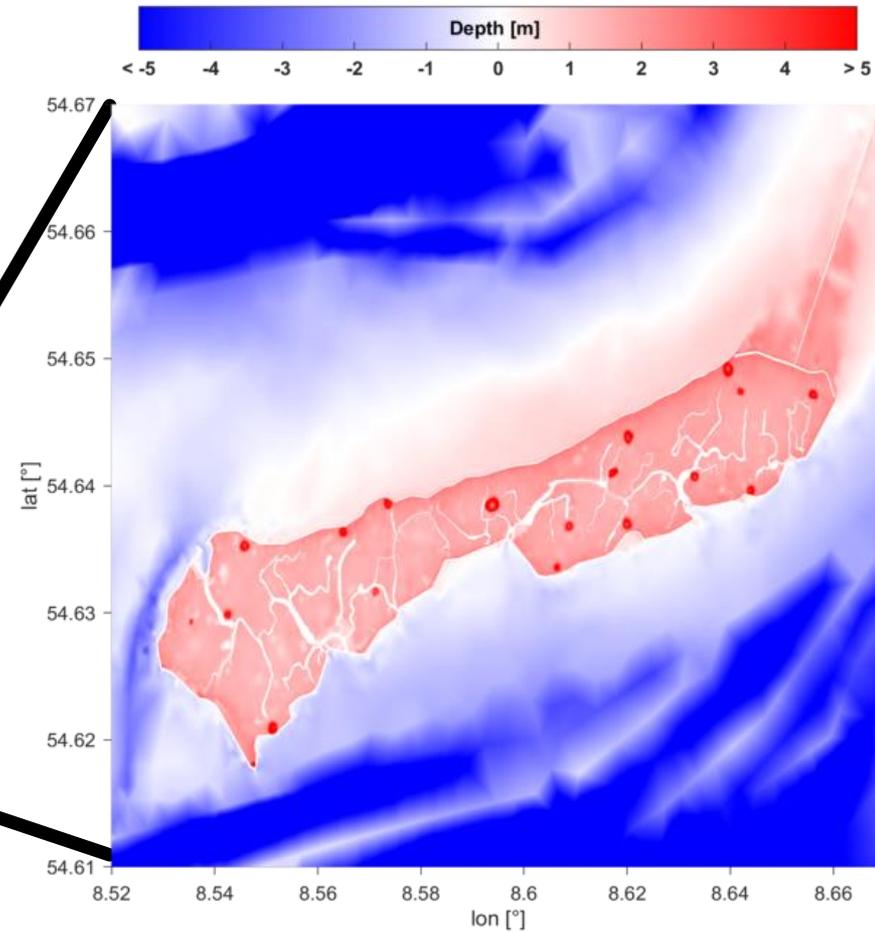
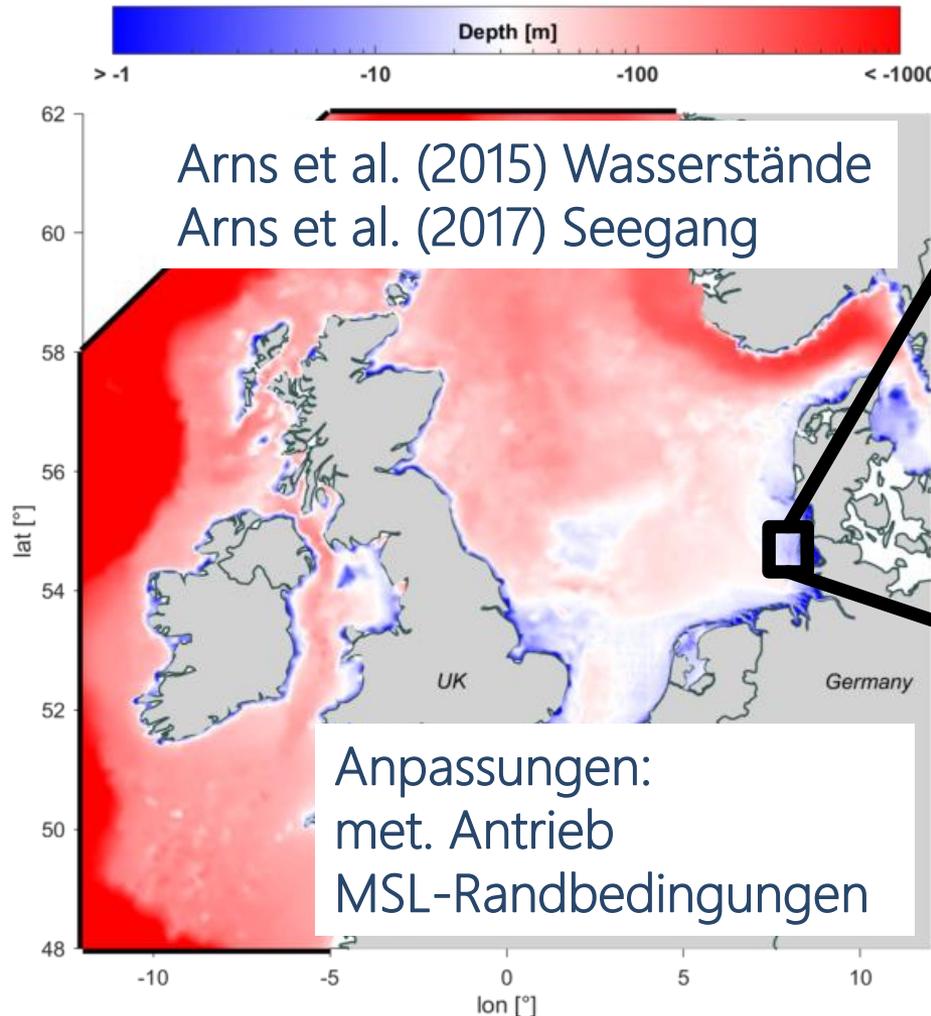
Langfristige Strategien

Wie kann die natürliche Anpassungsfähigkeit der Halligen (Anwachsen) unter Berücksichtigung des Meeresspiegelanstiegs und der Bewirtschaftung verbessert werden?



Modellierung

Output „Nordseemodell“ als Input für...

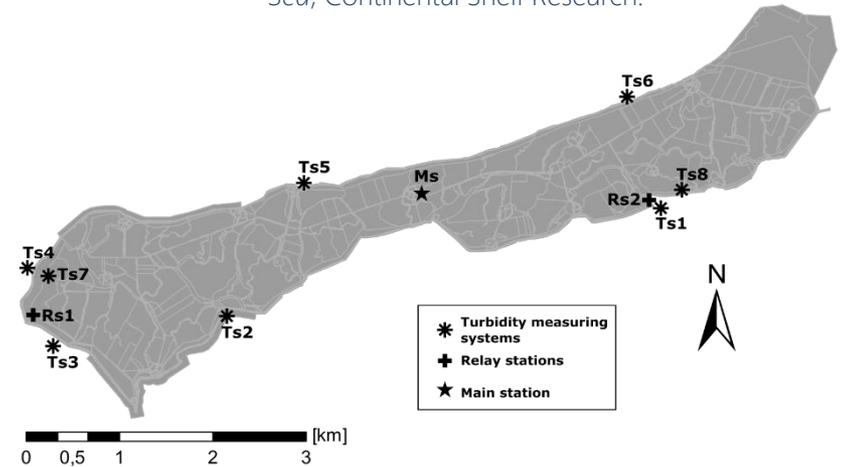
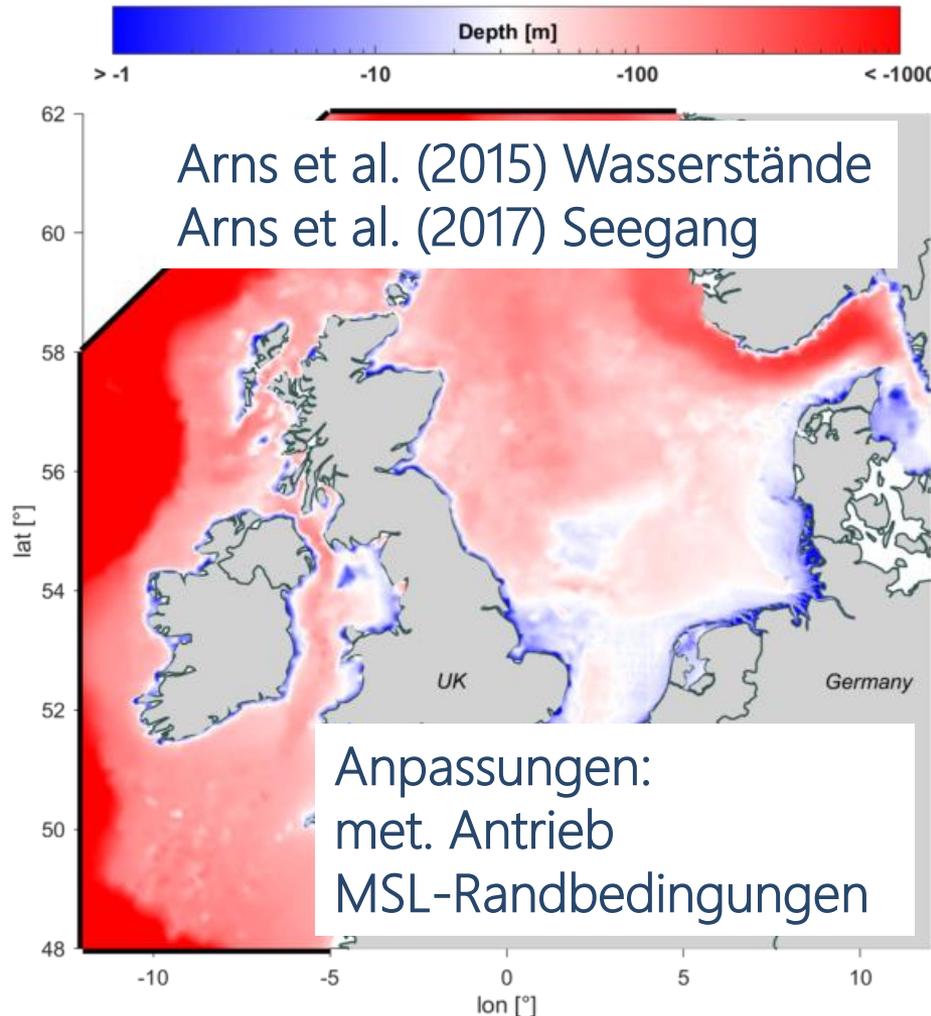


Detailmodell „Langeneß“

Modellierung

Output „Nordseemodell“ als Input für...

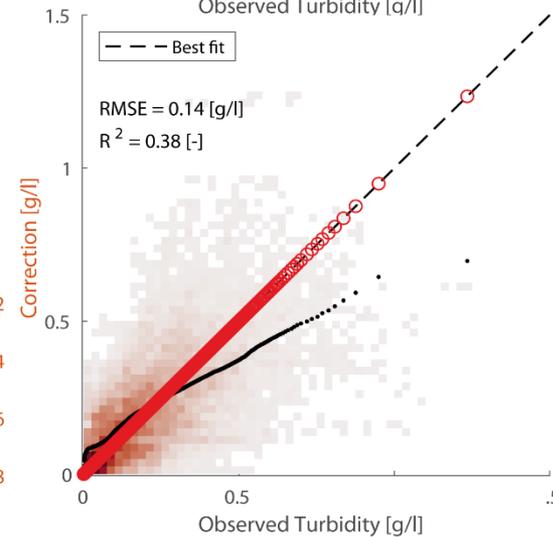
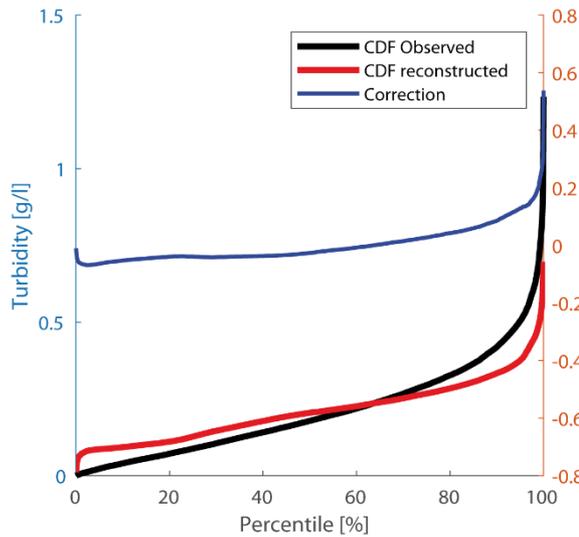
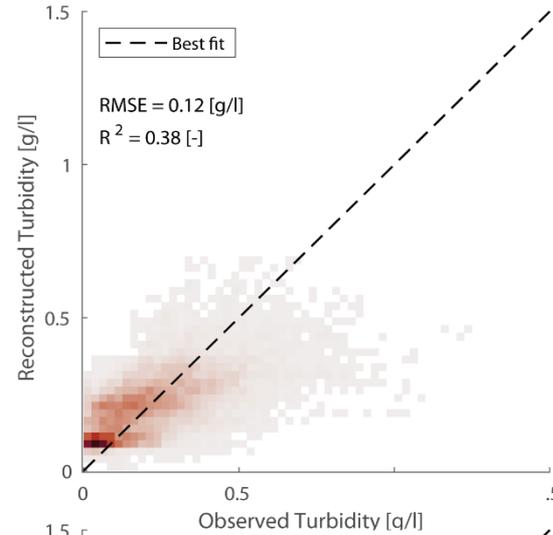
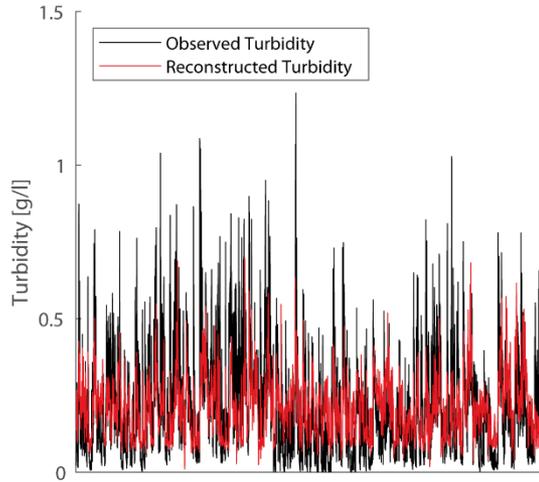
Hache et al. 2019: *The development and application of an autonomous working turbidity measurement network: Assessing the spatial and temporal distribution of suspended particulate matter on tidal flats in the North Frisian Wadden Sea, Continental Shelf Research.*



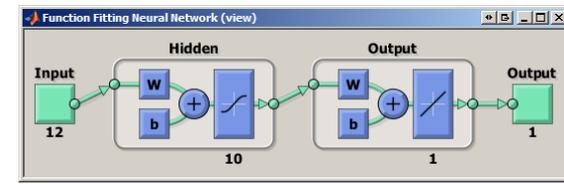
Regressionsmodell/
Neuronales Netz zur
Beschreibung der Trübung

Regressionsmodell

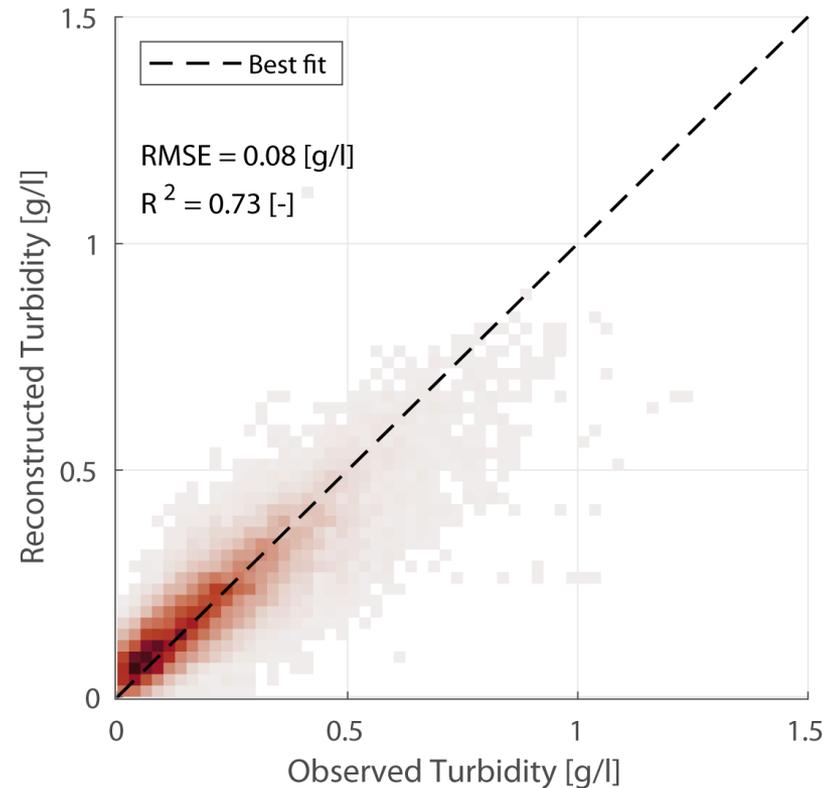
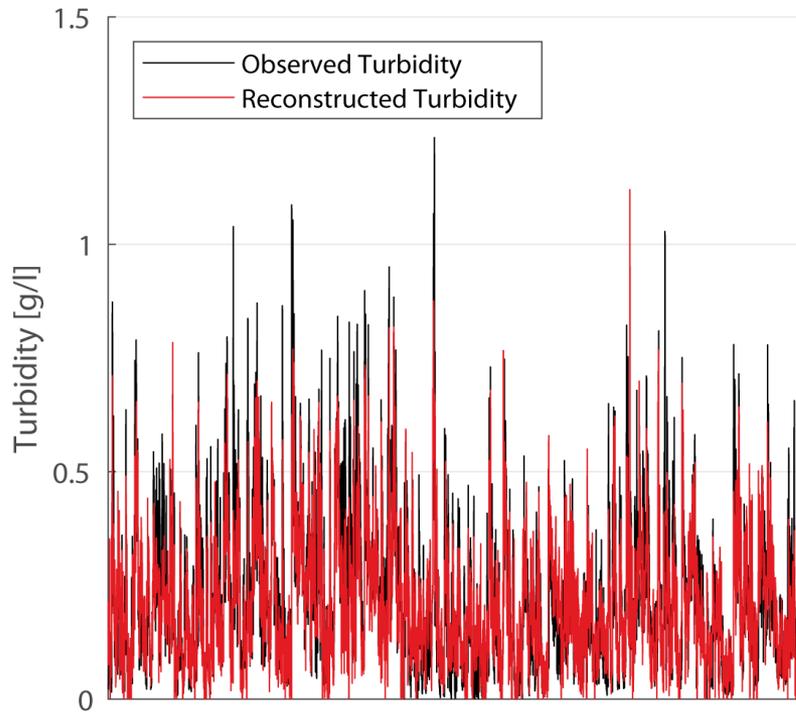
$$T(t) = \sum_{j=0}^n a_j g_j(t) + e(t)$$



Regressionsmodell



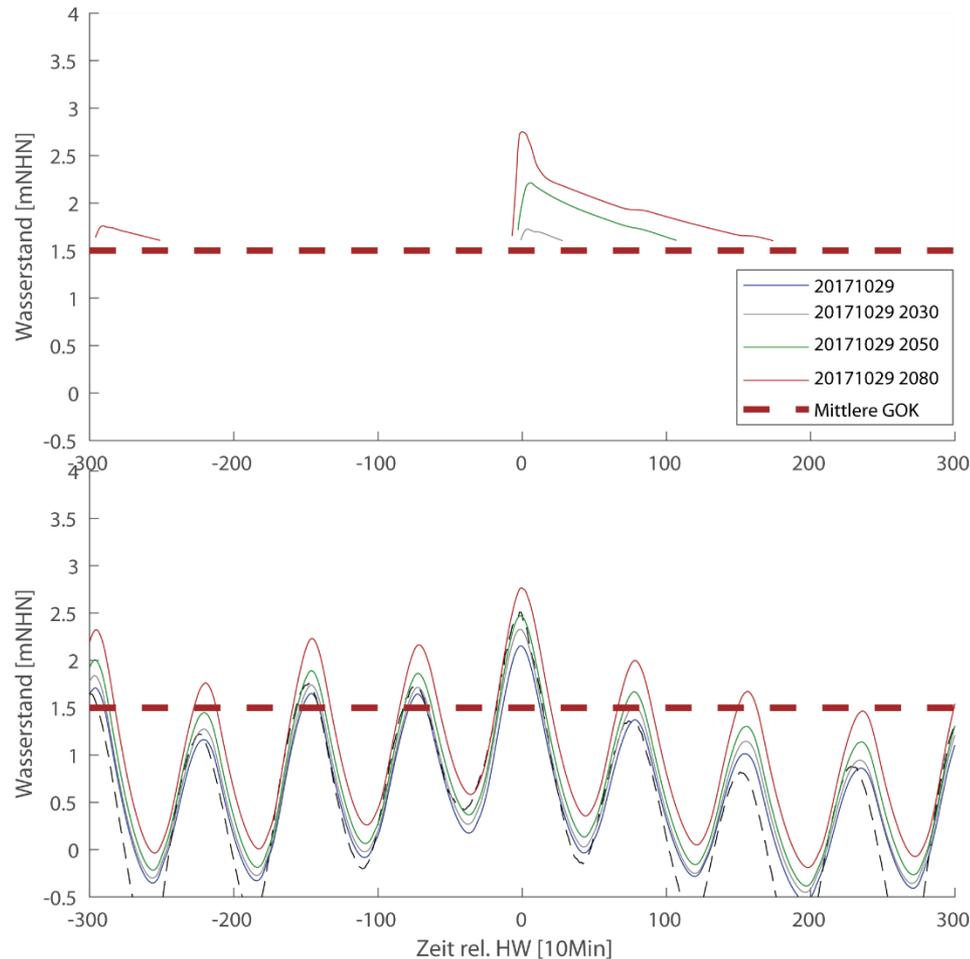
Regressionsmodell zeigt physikalisch plausible Abhängigkeit → KNN erlaubt deren Abbildung in einem Modell („Black Box“)!



Ergebnisse Modellierung

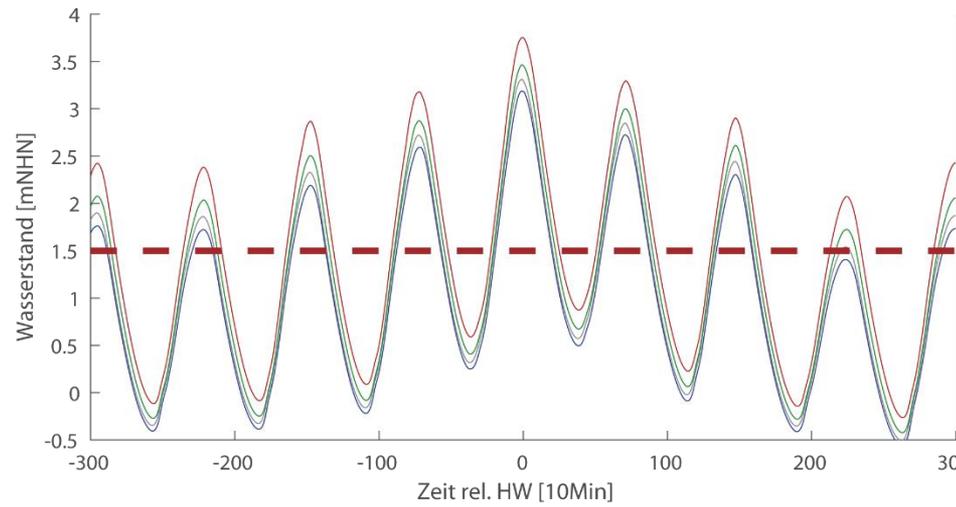
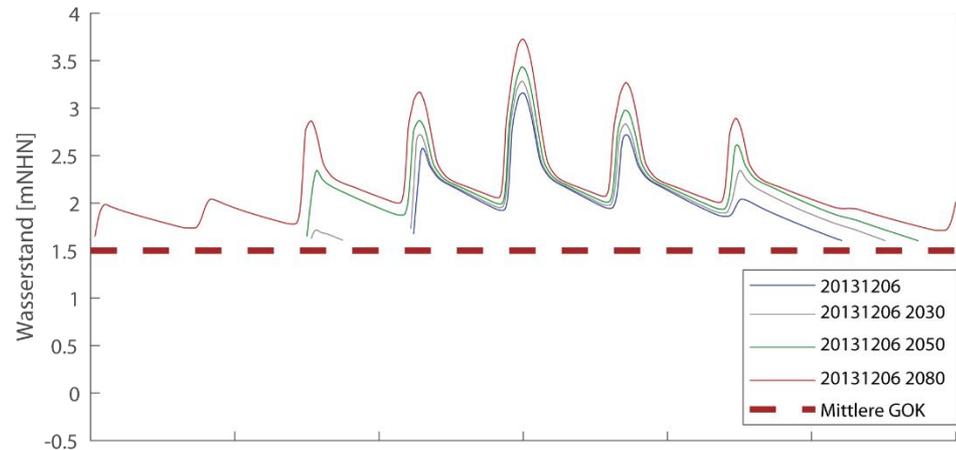
- 3 Modelle (Nordseemodell/Detailmodell/Particle-Tracking-Modell)
- 14 Events á 4 Projektionen (Ist/2030/2050/2080)
- 118 Partikel-Quellen rund um die Hallig
- 5 Partikel-Klassen (Silt bis Mittelsand)

19811124	Sturmfluten
19900126	
19940128	
20131206	
20170913	Landunter Projektlaufzeit
20171029	
20171208	
20180211	
20181208	
20190108	
20190209	
20190305	
20190310	
20190316	



Ergebnisse Modellierung

- 3 Modelle (Nordseemodell/Detailmodell/Particle-Tracking-Modell)
- 14 Events á 4 Projektionen (Ist/2030/2050/2080)
- 118 Partikel-Quellen rund um die Hallig
- 5 Partikel-Klassen (Silt bis Mittelsand)



- | |
|----------|
| 19811124 |
| 19900126 |
| 19940128 |
| 20131206 |
| 20170913 |
| 20171029 |
| 20171208 |
| 20180211 |
| 20181208 |
| 20190108 |
| 20190209 |
| 20190305 |
| 20190310 |
| 20190316 |

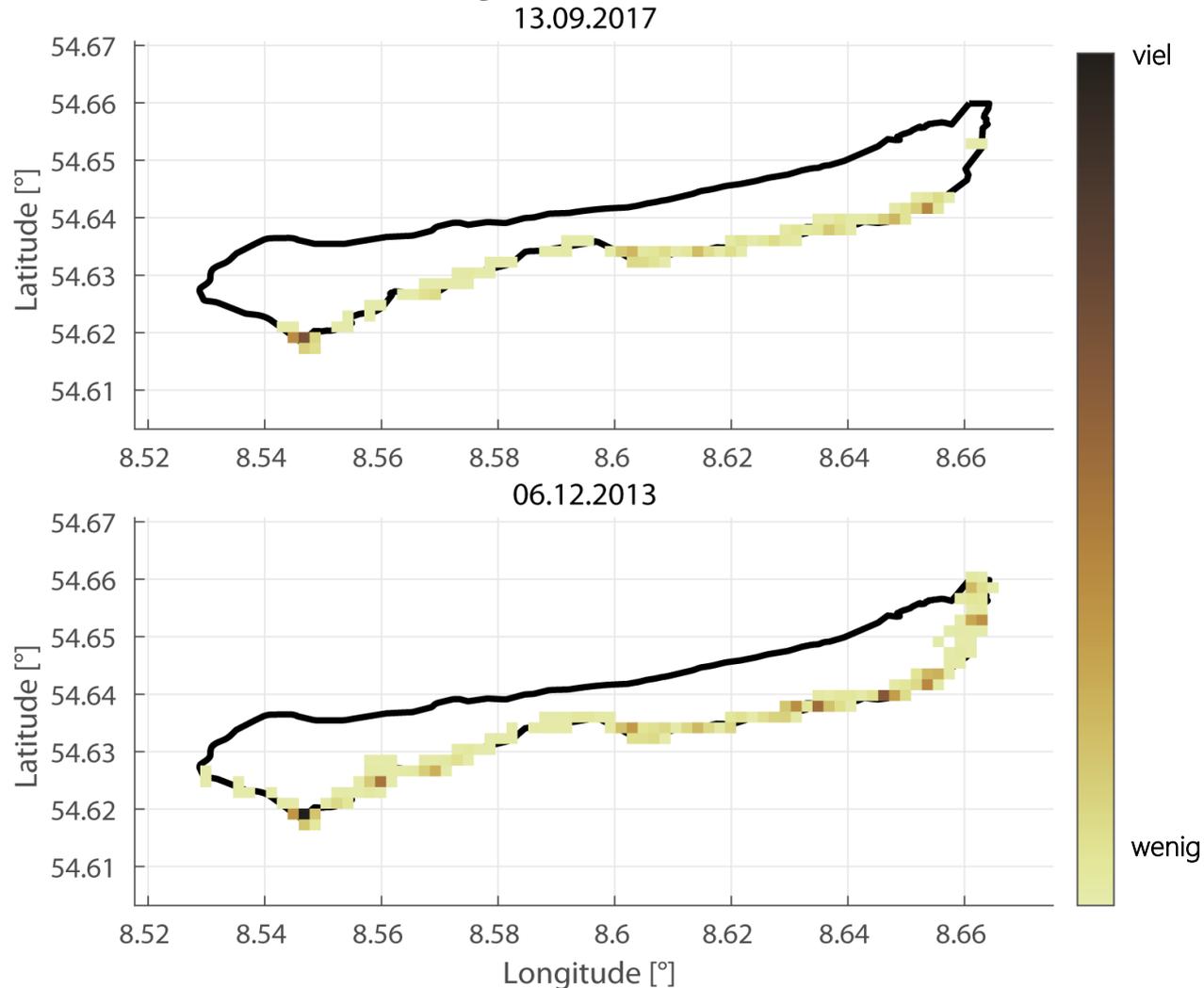
Sturmfluten

Landunter
Projektlaufzeit



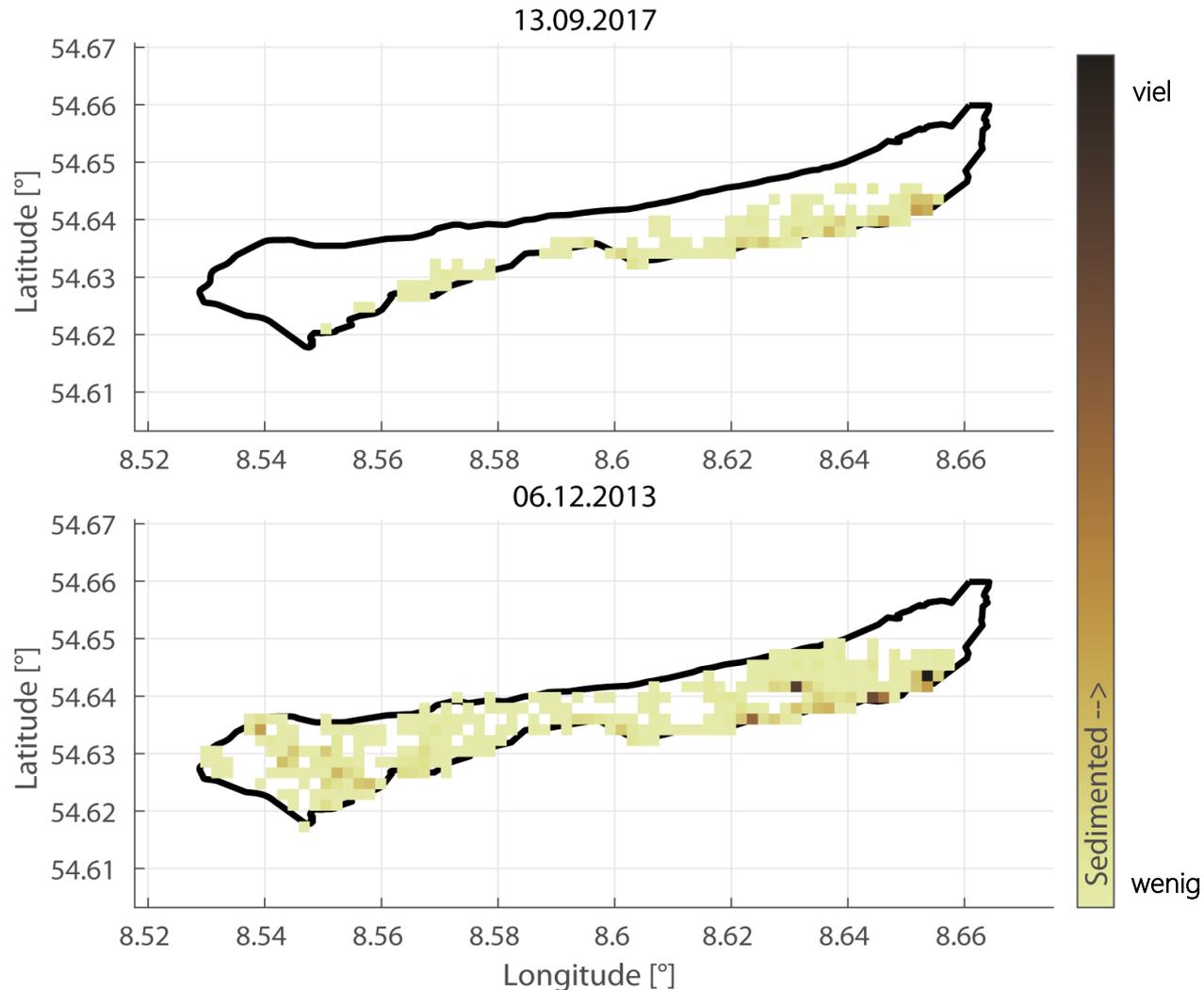
Ergebnisse Modellierung für Langeneß

Wo kommen die Partikel auf die Hallig?



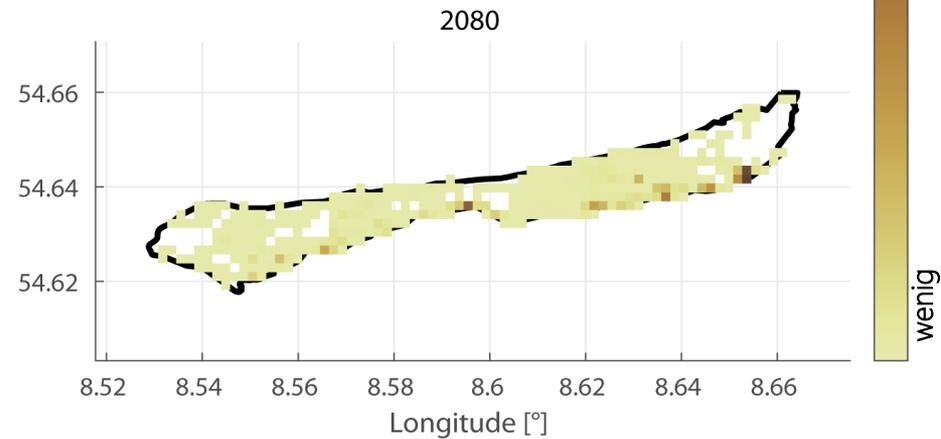
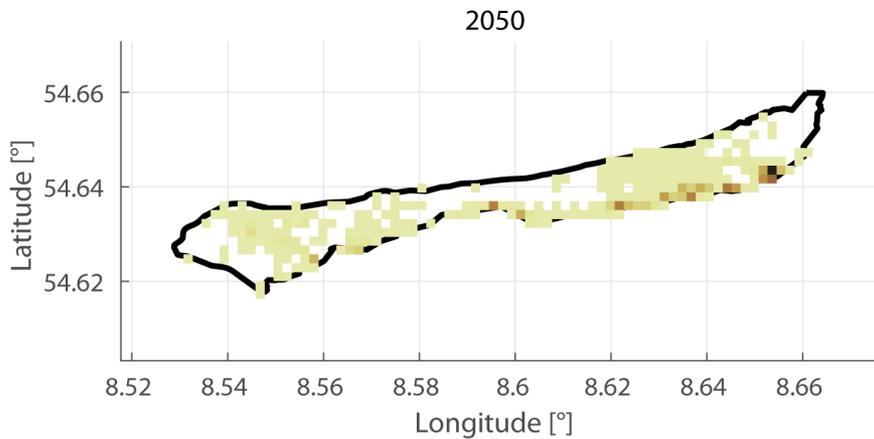
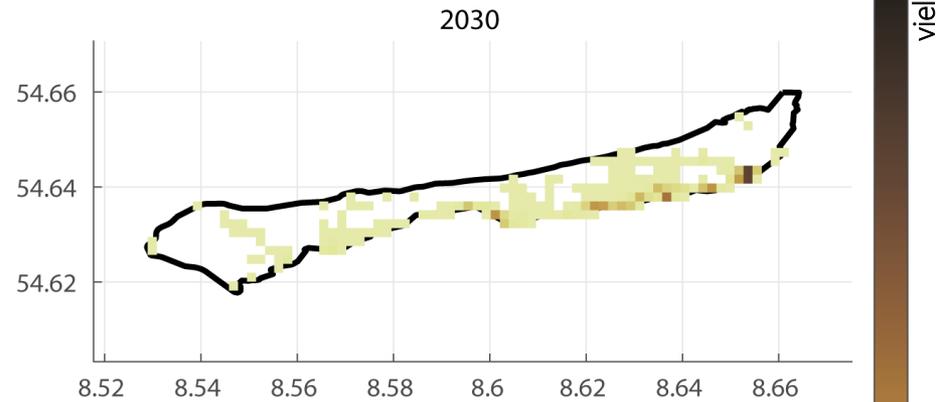
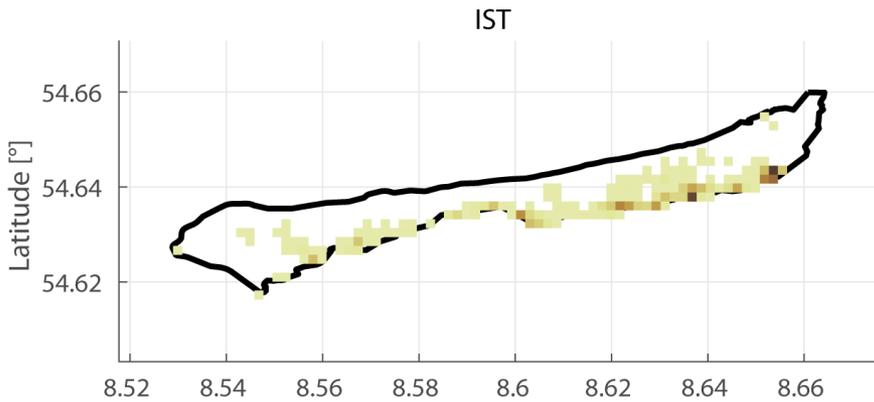
Ergebnisse Modellierung für Langeneß

Wo sedimentieren die Partikel?



Ergebnisse Modellierung für Langeneß

Projektionen: Landunter

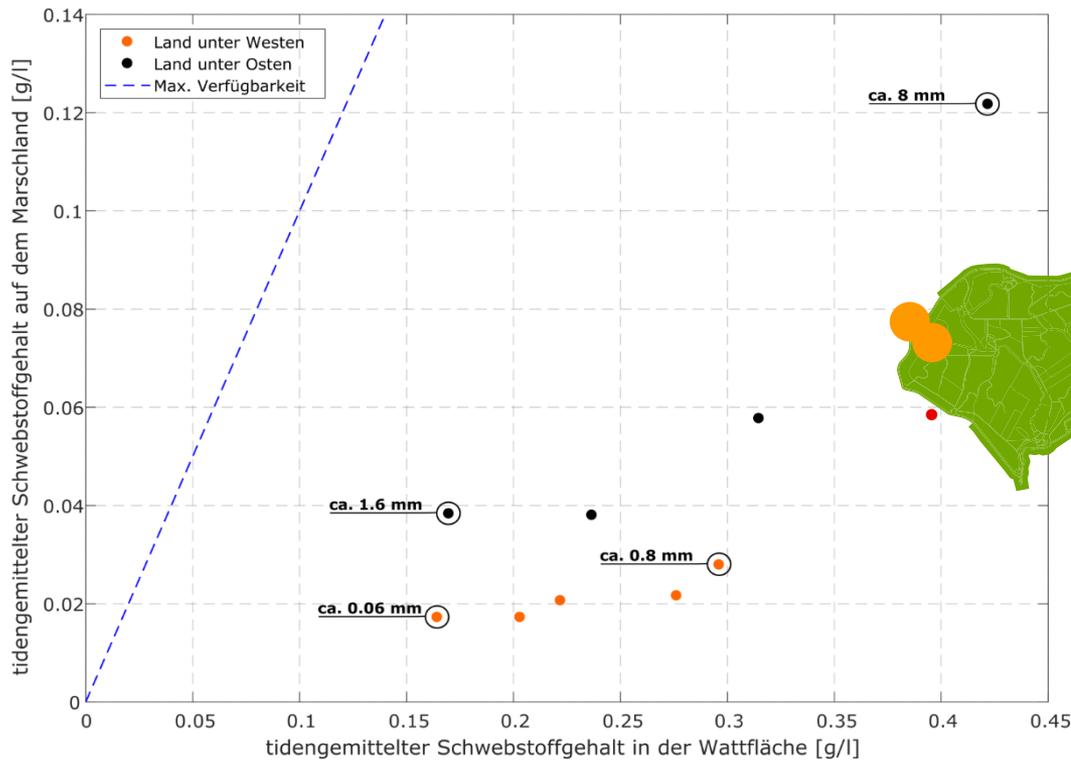


Ergebnisse Naturmessungen/Sedimentologie

Schwebstoffgehalt vor und auf Langeneß

Nur geringe Ausschöpfung ermittelter Schwebstoffverfügbarkeiten!

- Ø ca. 9 % im Westen
- Ø ca. 20 % im Osten



Hache et al. submitted: *Suspended particulate matter for sediment accumulation on inundated anthropogenic marshland in the southern North Sea – Potential, thresholds and limitations*, Continental Shelf Research.

Zusammenfassung

- ✓ **Prozessverständnis** verbessert!
- ✓ **Mobile Hochwasserschutzmaßnahmen** verfügen über Potenzial, den bestehenden Sturmflutschutz zu ergänzen und an Schwachstellen zu verbessern!
- ✓ Bei **Sturmfluten** kommt mehr und gröberes Material auf die Hallig als bei „normalen“ Landunterereignissen!
- ✓ **Sedimentation** zeigt Maximalwerte in der Nähe der Siele!
- ✓ Mit **Meeresspiegelanstieg** nimmt das Sedimentationspotential (insbesondere nördlich der Hallig Langeneß sowie auf der Hallig) zu.
- ✓

Schlussfolgerungen

✓ „Widerspruch“ Sicherung der Halligkante

- Nur hohe Landunter/Sturmfluten bringen Sedimente, die zu einem Aufwachsen der Halligen führen (lange Verweilzeit)!
- Unterschied zwischen Schwebstoffgehalt im Watt und auf Hallig
 - potentiell sind Schwebstoffe vorhanden, die die Halligkante bei einem „normalen“ Landunter nicht überwinden können!

✓ Empfehlungen/Ideen

- Öffnen der Halligkante im südlichen Bereich
- Entwicklung von technischen Maßnahmen (z. B. Sielsteuerung)
- Anpassung der Bewirtschaftung, Vegetation....

✓ Halligbewohner*innen einbeziehen!



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jensen
Dr.-Ing. Arne Arns
Sebastian Niehüser, M.Sc.

Universität Siegen
Forschungsinstitut Wasser und Umwelt (fwu)
Paul-Bonatz-Str. 9-11
57076 Siegen

juergen.jensen@uni-siegen.de
www.fwu.uni-siegen.de/wb/

Vielen Dank an

