

Multidekadische Wechselwirkungen von Morphologie und Extremwasserständen im nordfriesischen Watt

Ulf Gräwe¹, Yunzhu Yin¹, Robert Hagen²,
Sebastian Niehüser^{3,4} und Arne Arns⁴

¹Leibniz-Institut für Ostseeforschung, Warnemünde

²Bundesanstalt für Wasserbau, Hamburg

³hochschule 21, Buxtehude

⁴Universität Rostock, Rostock

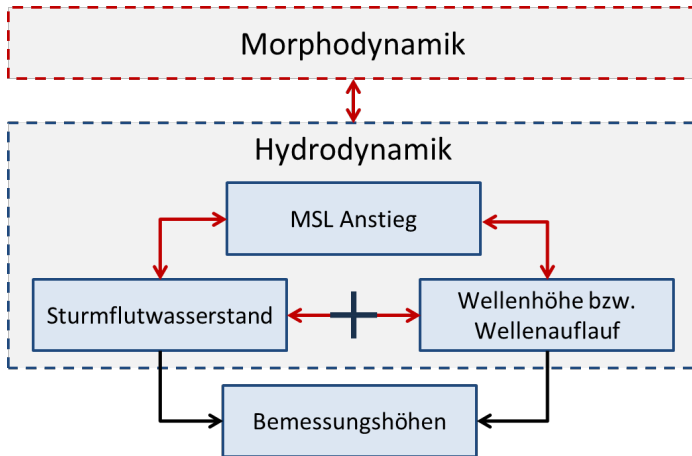
Arns et al. 2017: Sea-level rise induced amplification of coastal protection design heights. Scientific Reports, 7(1), 40171

“... Over the entire region, predicted changes in design heights exceed SLR by an average of 48–56% (slightly decreasing with larger SLR scenarios) ...”

“... Over the entire region, predicted changes in design heights exceed SLR by an average of 48–56% (slightly decreasing with larger SLR scenarios) ...”

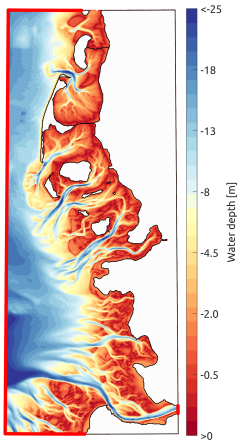
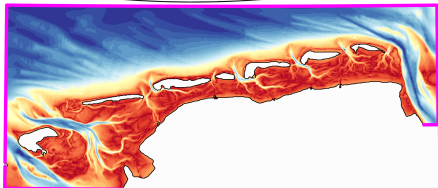
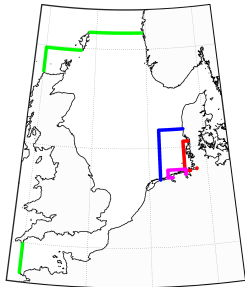
wave run-up height

Modelluntersuchungen zum Einfluss eines MSL-Anstiegs auf die Bemessung von Küstenschutzbauwerken (M-Lab)

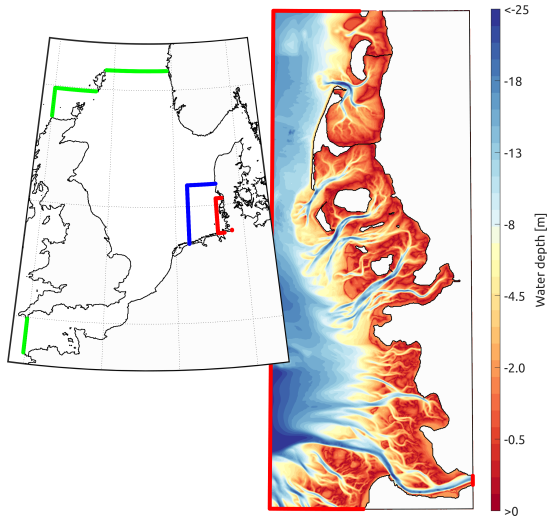


Modelluntersuchungen zum Einfluss eines MSL-Anstiegs auf die Bemessung von Küstenschutzbauwerken (M-Lab)

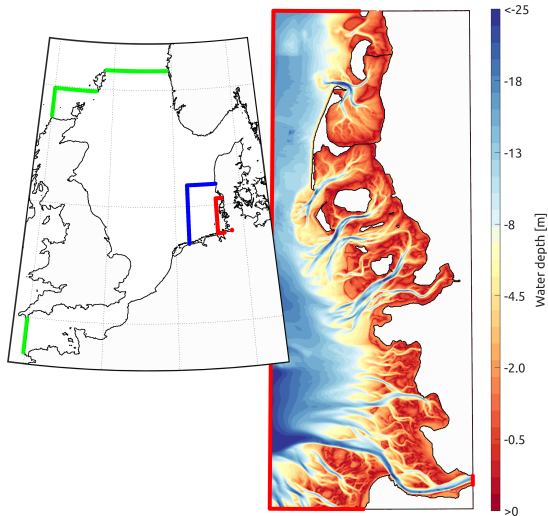
Universität Rostock / Universität Siegen	Leibniz-Institut für Ostseeforschung
statistischen Analyse die Wechsel- wirkung von SLR, Sturmfluten, Wellen und Morphologie	numerische Modellierung der Wech- selwirkung von SLR, Sturmfluten, Wellen und Morphologie



- ▶ 1979-2018
- ▶ Hydrodynamik (GETM)
 1. 4 nm Nordatlantik
 2. 1 nm Nordsee
 3. 600 m deutsche Bucht
 4. 200 m NFW
 5. 100 m EFW
- ▶ Wellen (WaveWatch3)
 1. 6 nm Nordatlantik
 2. 1 nm Nordsee
 3. 1.2 km deutsche Bucht
 4. 600 m NFW
 5. 300 m EFW

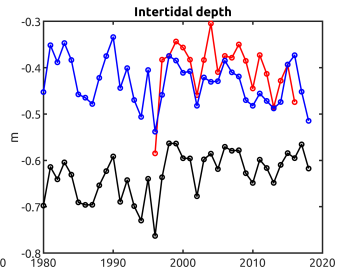
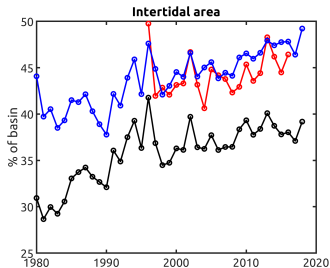
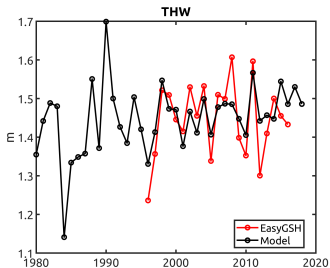
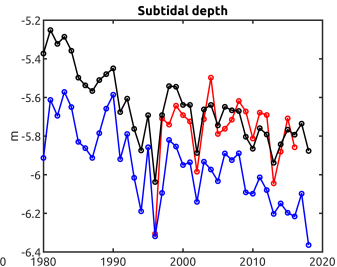
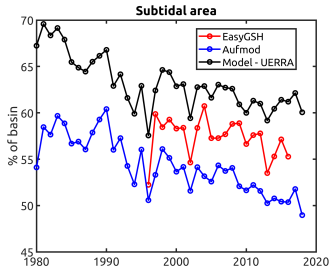
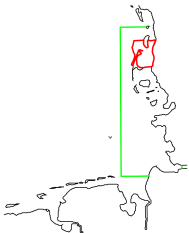


- ▶ 5 SPM Klassen (50, 100, 150, 250, 375 μm , Herrling & Winter 2018)
- ▶ Kein Schlick!
- ▶ Bodenfracht: Lesser et al. 2004
- ▶ Sinkgeschwindigkeit: Soulsby 1997
- ▶ kritische Bodenschubspannung: Soulsby 1990
- ▶ Dynamische Initialisierung
- ▶ Komplett freier Lauf



- ▶ identisch zu Benninghof & Winter, 2019
- ▶ Gezeitenbecken (subtidal + intertidal)
- ▶ Aufmod (1980-2018)
- ▶ EasyGSH (1995-2018)
- ▶ 7-Member Ensemble

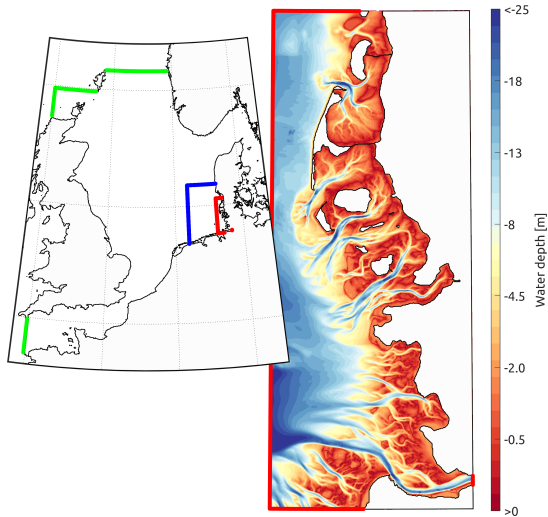
LIST



Wahl des atmosphärischen Antriebs

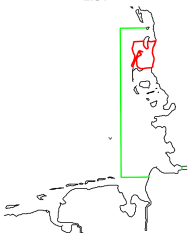
Annahme: Jeder Datensatz stellt die bestmögliche Rekonstruktion der Atmosphäre dar!

Datensatz	Δx	Δt	Abdeckung
UERRA	11 km	1 h	regional
CoastDat1.0	19 km	1 h	regional
CoastDat2.0	11 km	1 h	regional
CoastDat3.0	11 km	1 h	regional
CFSR	32 km	1 h	global
ERA5	32 km	1 h	global
JRA55	55 km	3 h	global

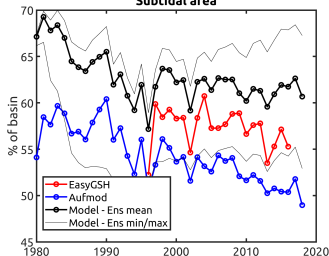


- ▶ UERRA
- ▶ CoastDat1.0
- ▶ CoastDat2.0
- ▶ CoastDat3.0
- ▶ CFSR
- ▶ ERA5
- ▶ JRA55

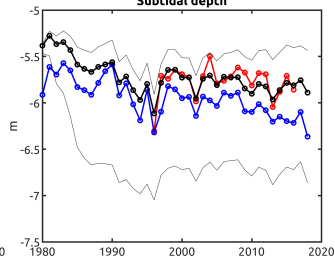
LIST



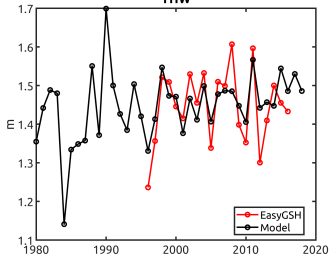
Subtidal area



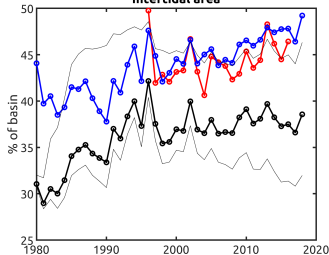
Subtidal depth



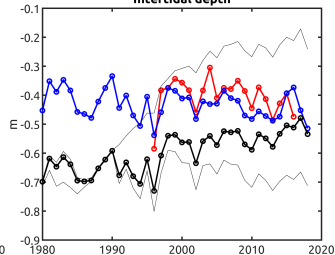
THW



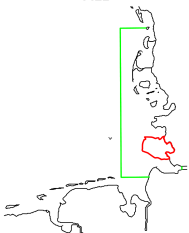
Intertidal area



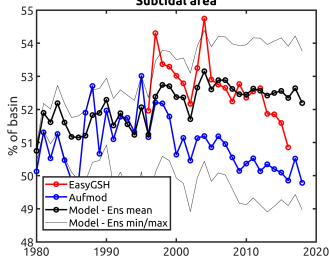
Intertidal depth



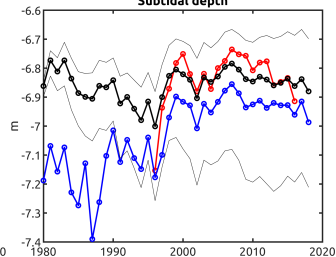
MEL



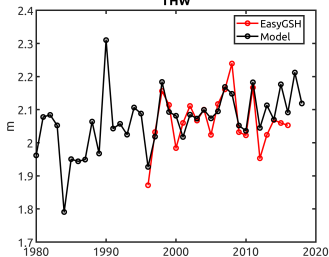
Subtidal area



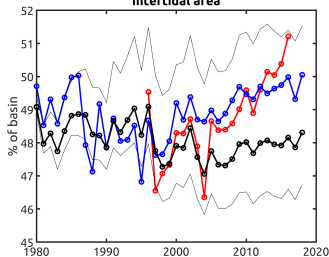
Subtidal depth



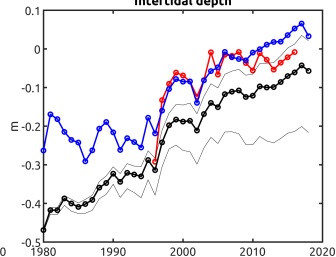
THW

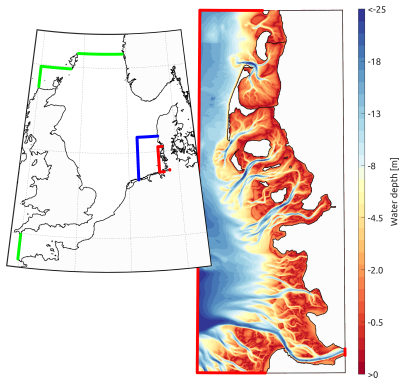


Intertidal area



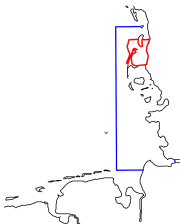
Intertidal depth



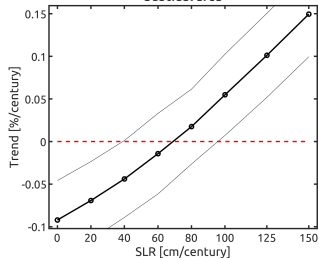


- ▶ Alle Antriebsdaten identisch zum UERRA Lauf (1979-2018)
- ▶ Auf die Randdaten (Nordsee 1nm) wird SLR linear addiert (1979-2018: ~ 2 mm/yr)
 - ▶ 20 cm /century
 - ▶ 40 cm /century
 - ▶ 60 cm /century
 - ▶ 80 cm /century
 - ▶ 100 cm /century
 - ▶ 125 cm /century
 - ▶ 150 cm /century
- ▶ Gezeiten am Rand (Nordsee 1nm) sind unverändert
- ▶ Integrationszeitraum 1979-2018

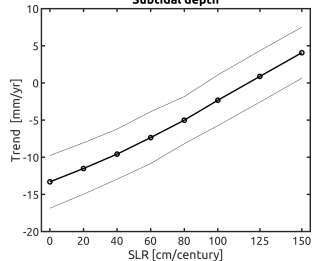
LIST



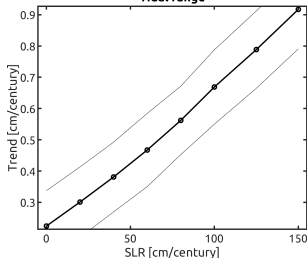
Subtidal area



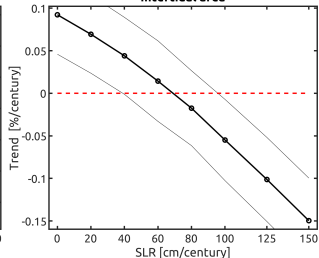
Subtidal depth



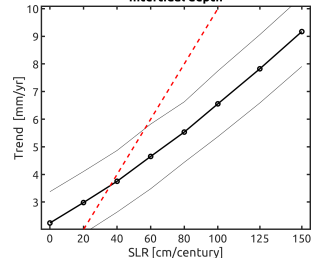
Tidal range



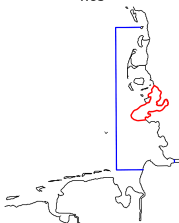
Intertidal area



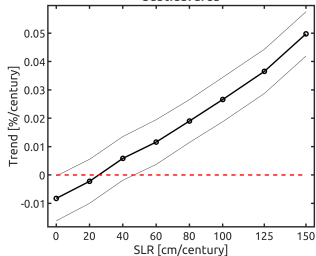
Intertidal depth



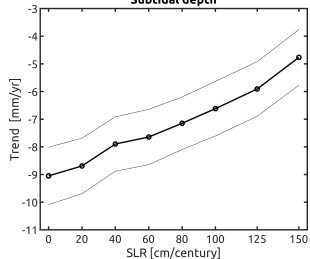
HUS



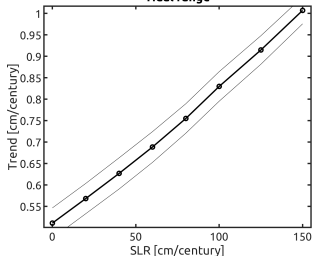
Subtidal area



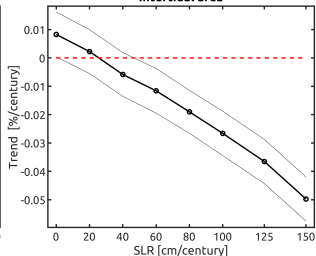
Subtidal depth



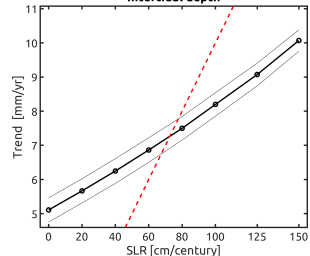
Tidal range

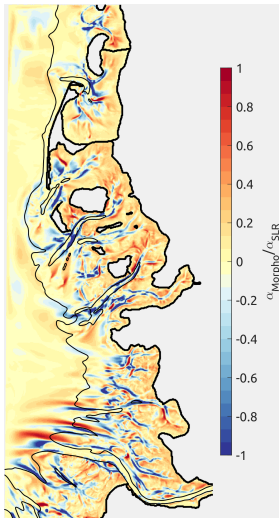


Intertidal area



Intertidal depth

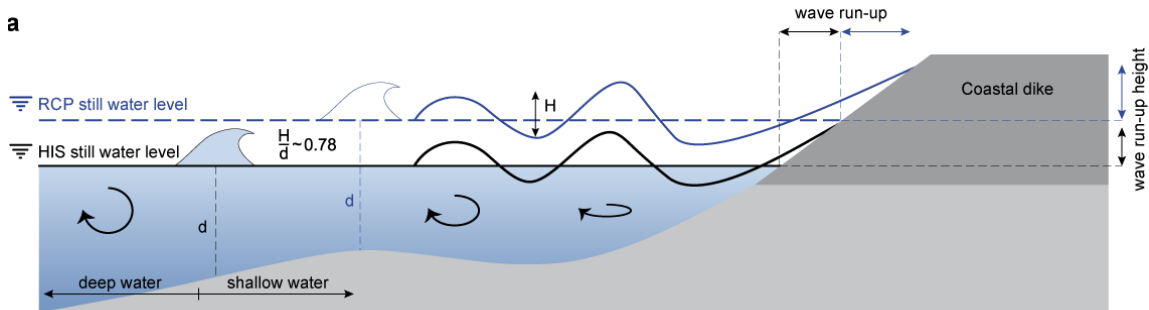




- ▶ Einige Gebiete können mit dem SLR Schritt halten ($\alpha_{Morpho} / \alpha_{SLR} = 1$)
- ▶ Generell: $\alpha_{Morpho} < \alpha_{SLR}$
- ▶ Gezeitenkanäle werden breiter (und tiefer)

Aber was ist nun mit den Sturmfluten?

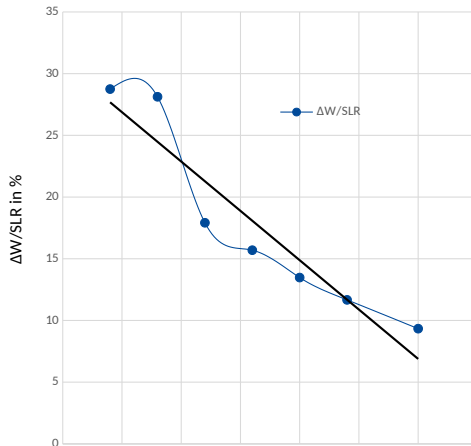
a



Aber was ist nun mit den Sturmfluten?

+SLR

MSLR 1979 bis 2079	MSLR in 2018	Max. ΔW	$\Delta W/SLR$ in %
20	8	2,3	28,8
40	16	4,5	28,1
60	24	4,3	17,9
80	32	4,8	15,7
100	40	5,4	13,5
120	48	5,6	11,7
150	60	5,6	9,3

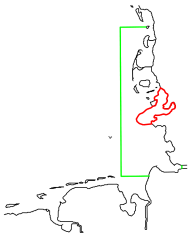


- ▶ Das Modellsystem kann die morphologischen Trends reproduzieren
- ▶ Das atmosphärische Ensemble deutet auf hohe Sensitivität hin
- ▶ Anwachsen der Wattflächen und Vertiefung der Kanäle
- ▶ SLR-Szenarien deuten auf ein Schrumpfen der Wattflächen hin
- ▶ Aufwachsen der Wattflächen kann nicht mit dem SLR standhalten

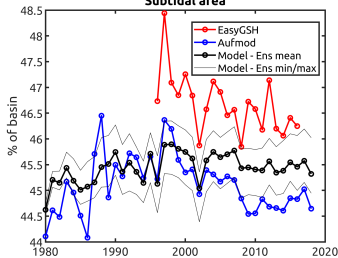
- ▶ Das Modellsystem kann die morphologischen Trends reproduzieren
- ▶ Das atmosphärische Ensemble deutet auf hohe Sensitivität hin
- ▶ Anwachsen der Wattflächen und Vertiefung der Kanäle
- ▶ SLR-Szenarien deuten auf ein Schrumpfen der Wattflächen hin
- ▶ Aufwachsen der Wattflächen kann nicht mit dem SLR standhalten
- ▶ Daten für das ostfriesische Watt liegen vor, werden aber noch bearbeitet

- ▶ Nichtlineare Entwicklung ist auch in den vorläufigen M-Lab Ergebnissen sichtbar
- ▶ Die nichtlineare Erhöhung in M-Lab ist mit maximal etwa 6 cm jedoch geringer als in Arns et al. (2015) (~ 12 cm)
- ▶ Die Ergebnisse sind jedoch nicht 1:1 Vergleichbar, da anderes Modell und Szenarien verwendet wurden
- ▶ Bei stärkerem SLR nehmen nichtlineare Effekte tendenziell ab
- ▶ Analyse der Wellenänderungen (größter Beitrag!) steht noch aus

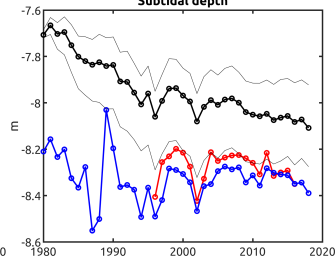
HUS



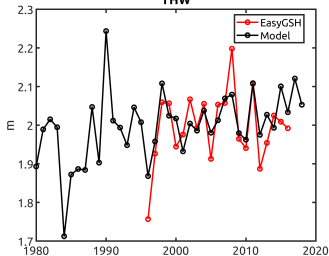
Subtidal area



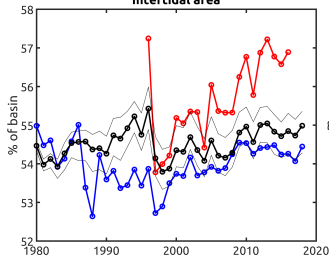
Subtidal depth



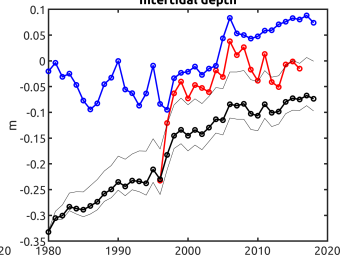
THW



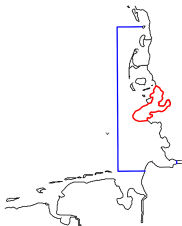
Intertidal area



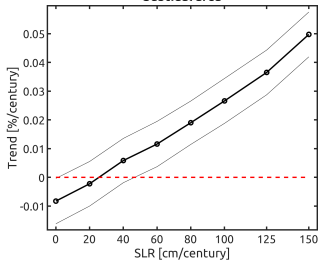
Intertidal depth



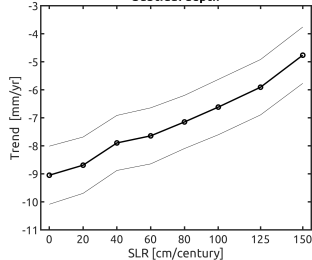
HUS



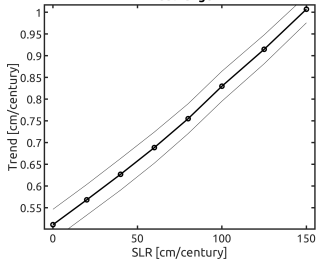
Subtidal area



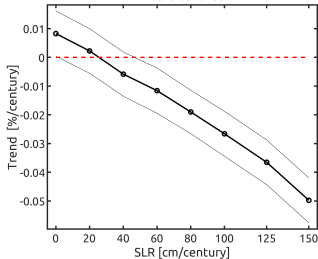
Subtidal depth



Tidal range



Intertidal area



Intertidal depth

