

10. FZK-Kolloquium, 26.02.2015, Hannover

Klimafolgen und Küstenschutz – Risiken und Anpassungsstrategien

Nachhaltiger Küstenschutz unter Berücksichtigung des Klimawandels am Beispiel der Halligen



Dipl.-Geogr. Theide Erk Wöffler¹,
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Holger Schüttrumpf¹,
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jensen²

¹Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft (IWW), RWTH Aachen University

²Forschungsinstitut Wasser und Umwelt (fwu), Universität Siegen

Die Halligen

- 10 Halligen
- 38 Warften
- 270 Einwohner
- „Schwimmende Träume (Theodor Storm)“



Projektpartner „ZukunftHallig“



Universität Siegen

Forschungsinstitut Wasser und Umwelt (fwu),
Abt. Wasserbau und Hydromechanik

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jensen



RWTH Aachen

Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft

Prof. Dr.-Ing. Holger Schüttrumpf



Institut für Soziologie

Prof. Dr. phil. Dipl.Wi.-Ing. Roger Häußling



LKN Schleswig-Holstein

Dirk van Riesen



Universität Göttingen

Geowissenschaftliches Zentrum der Universität Göttingen (GZG)
Abtl. Sedimentologie/Umweltgeologie

Prof. Dr. Hilmar von Eynatten



Projektförderung:



BMBF

Gliederung

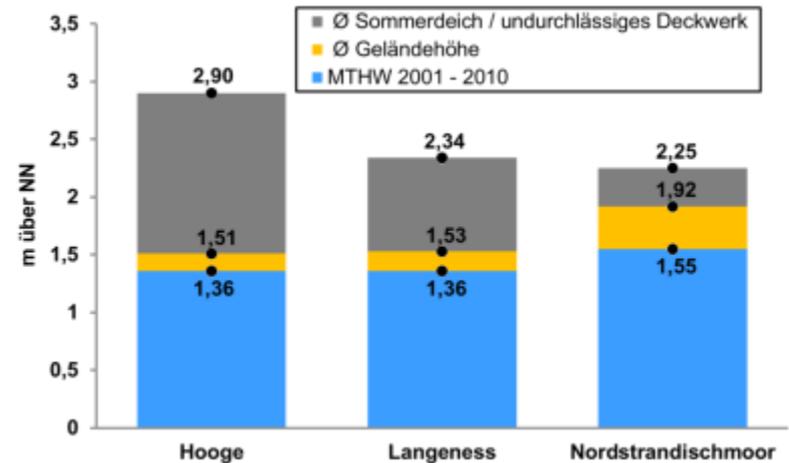
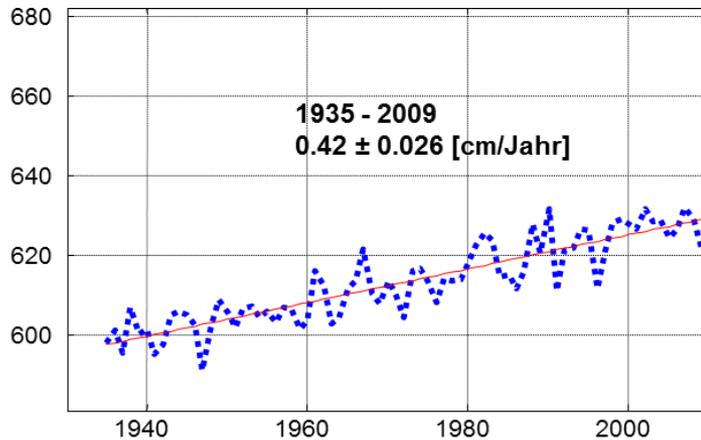
1. Veranlassung
2. Forschungsbedarf
3. Soziologische Begleitforschung
4. Wirksamkeit ausgewählter Küstenschutzmaßnahmen
5. Schutzstandards für die Halligwarften
6. Zusammenfassung und Ausblick

Ziel: Wachsen die Halligen mit dem Meeresspiegel
und wie können die Halligen langfristig erhalten bleiben?

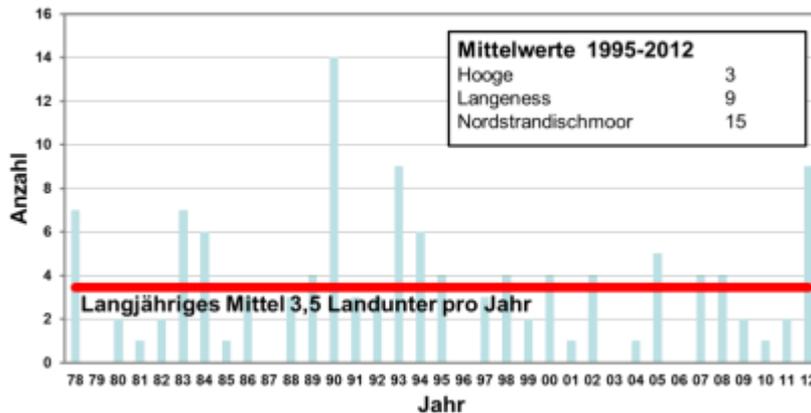


Veranlassung

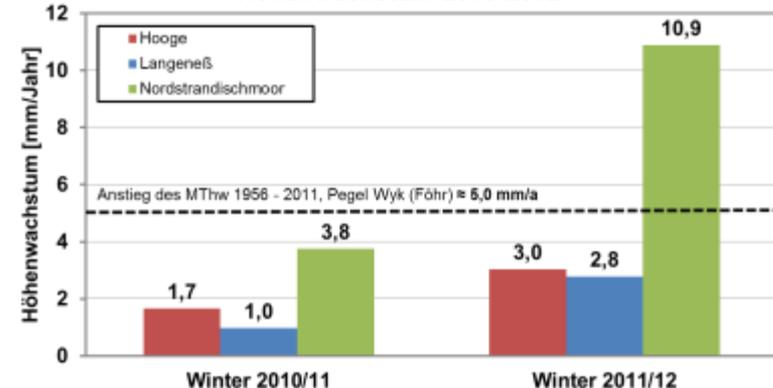
MThw (1935 – 2009)



Landunter auf Hallig Hooge 1978-2012

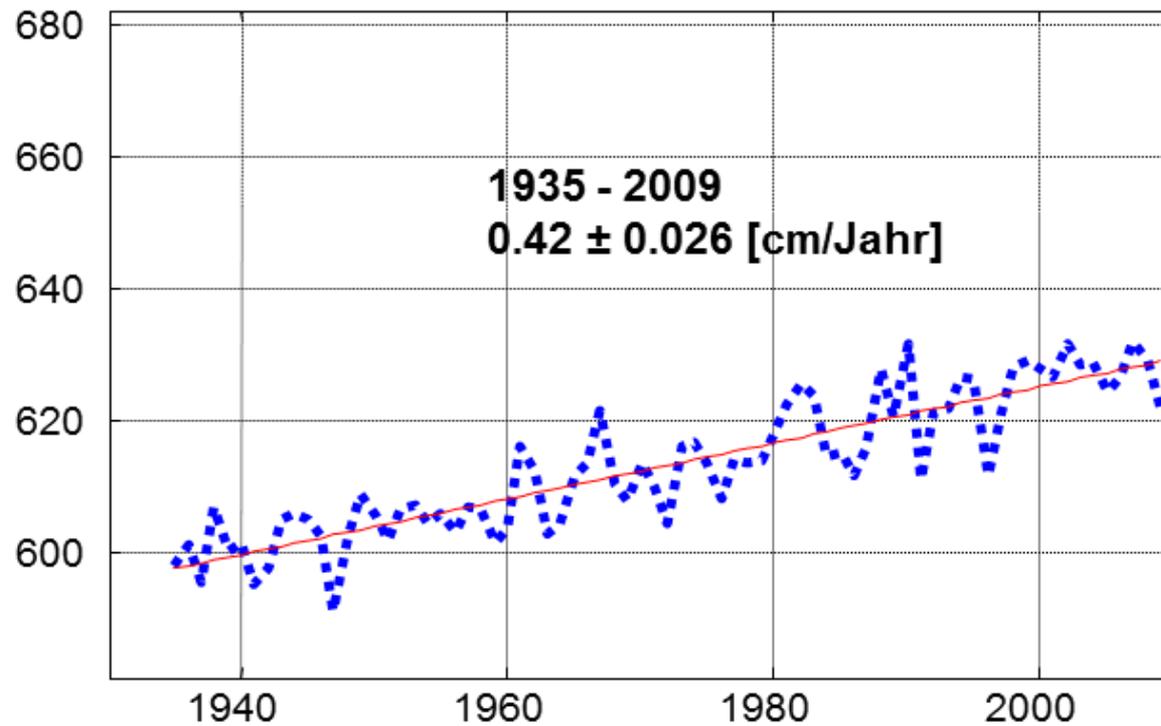


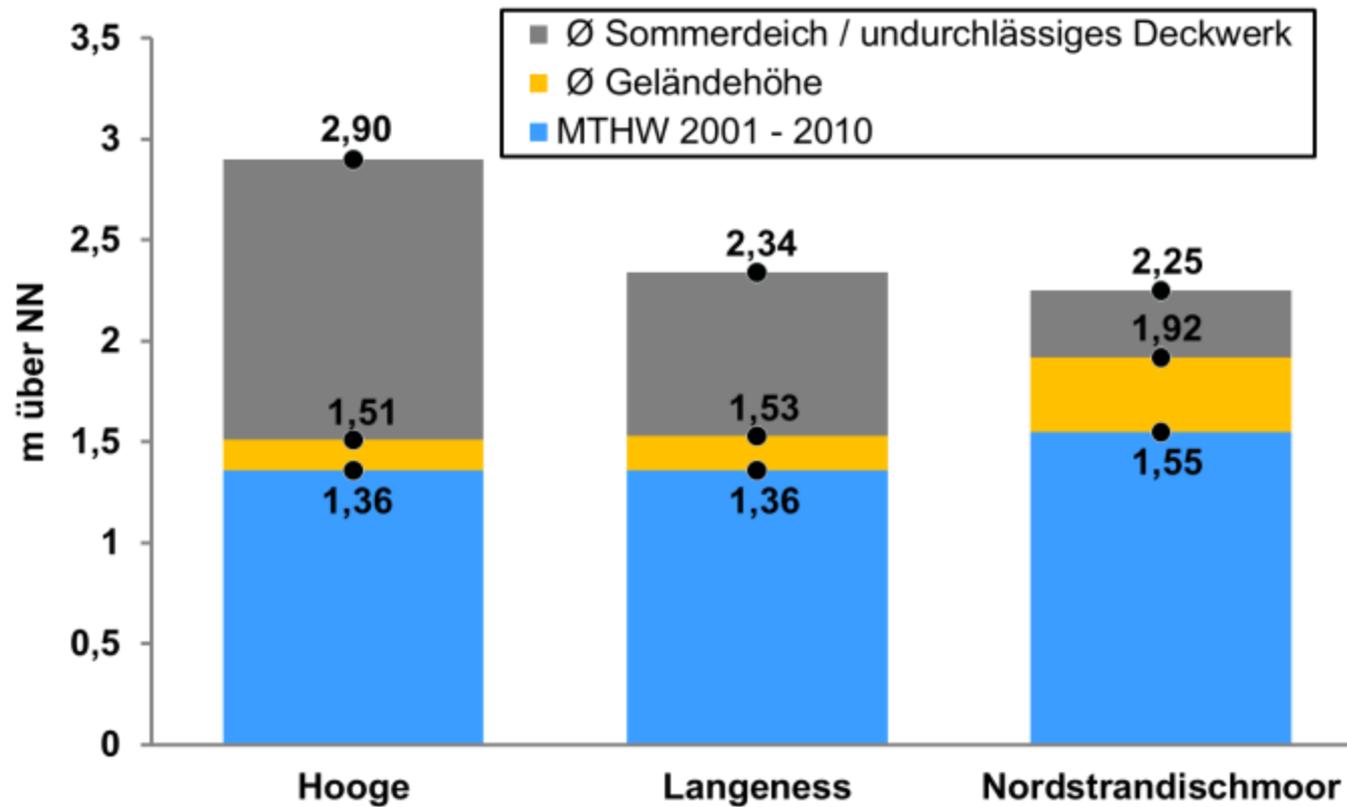
Höhenwachstum 2010-2012



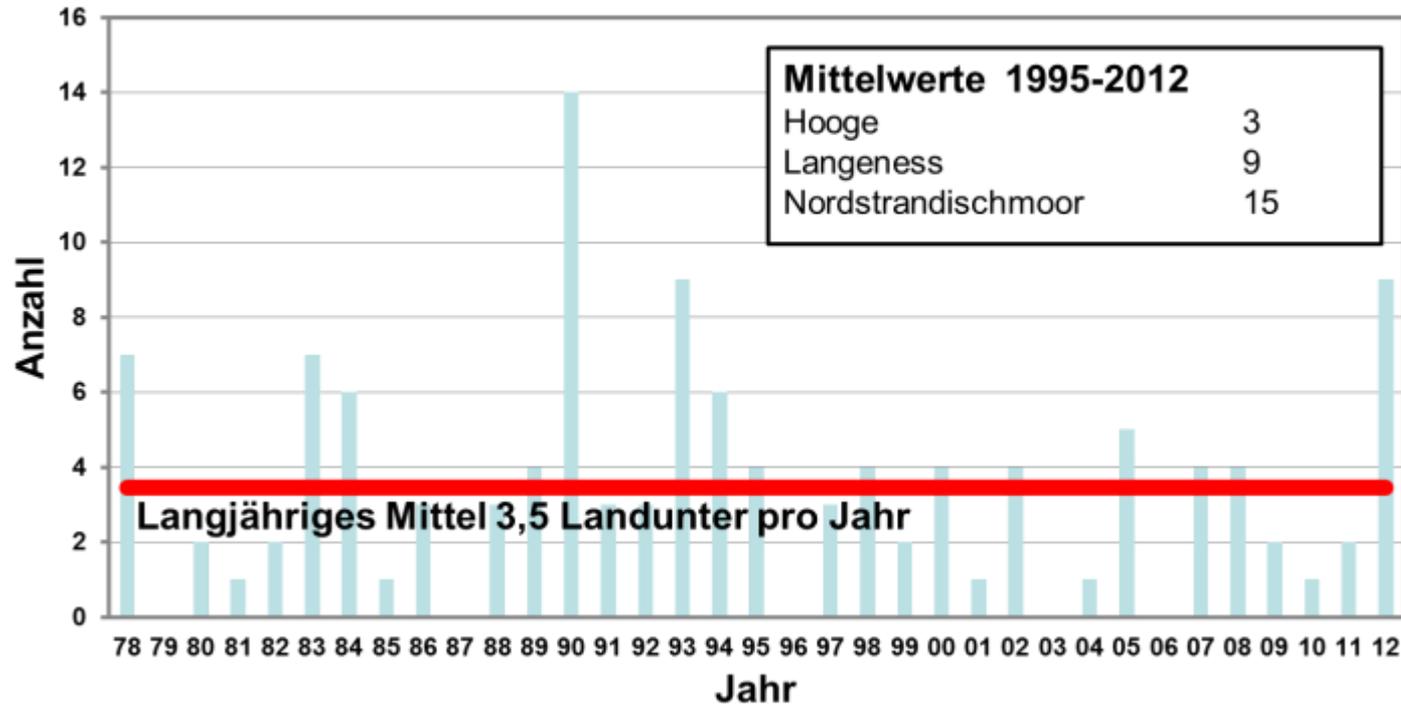
Fallentyp Flasche; berechnet mit einer mittleren Bodendichte von 1,1 g/cm³

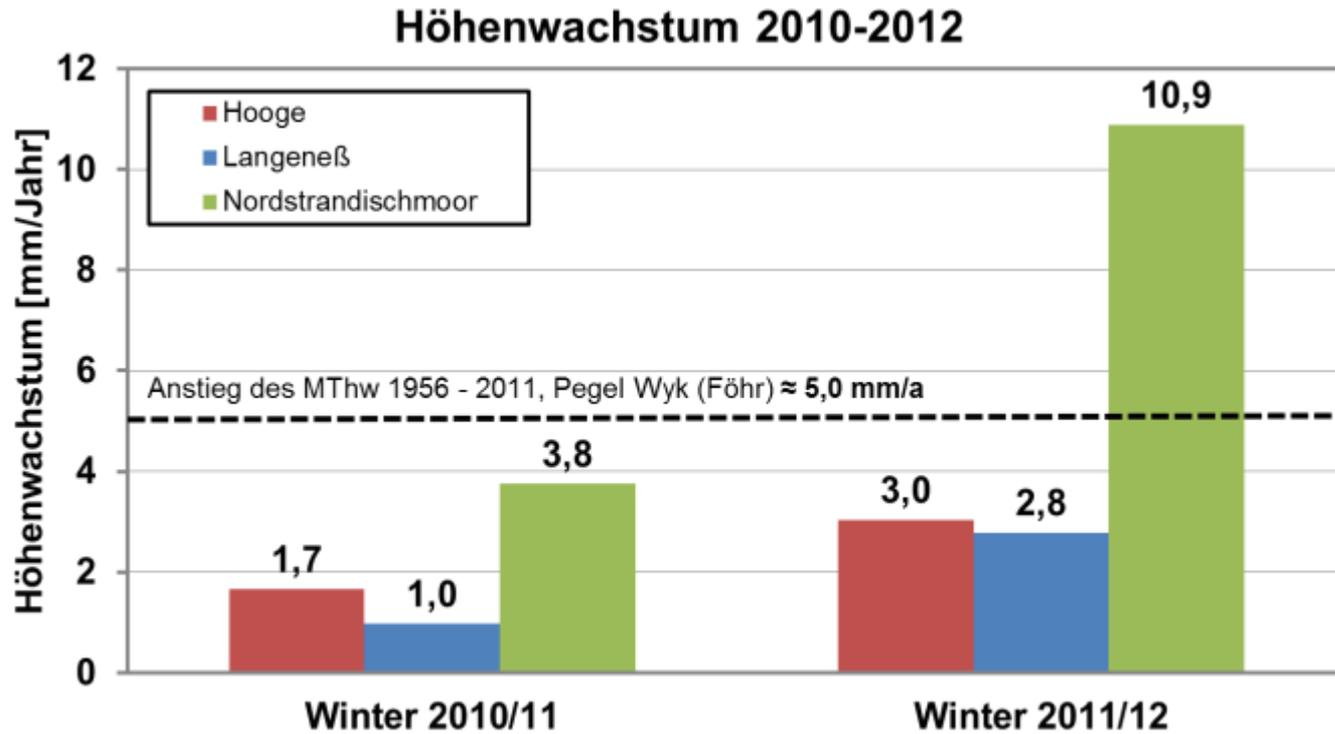
MThw (1935 – 2009)





Landunter auf Hallig Hooge 1978-2012





Fallentyp Flasche; berechnet mit einer mittleren Bodendichte von $1,1 \text{ g/cm}^3$

Kein Wachstum der Warften!



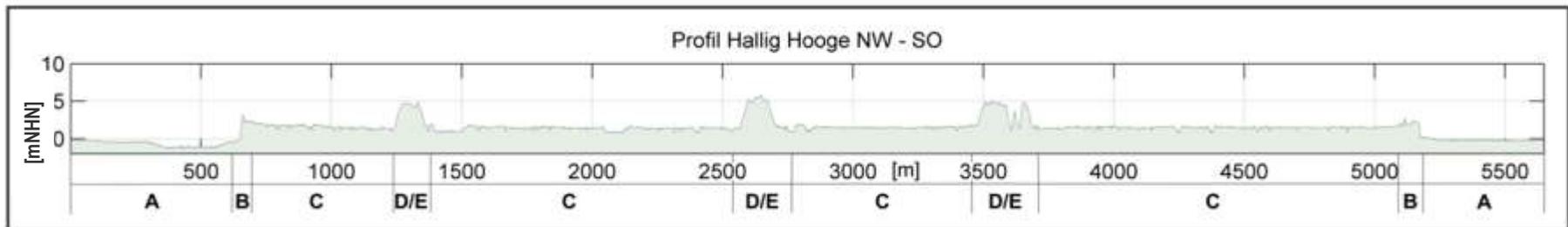
Forschungsbedarf



Wie verändern sich Küstenhydrologie und Küstenmorphodynamik?



Wie können die Halligwarften nachhaltig vor Sturmfluten geschützt werden?



Welche Wirksamkeit haben die Halligigel auf den Seegang auf der Hallig?



Kann das Aufwachsen der Halligen beeinflusst werden



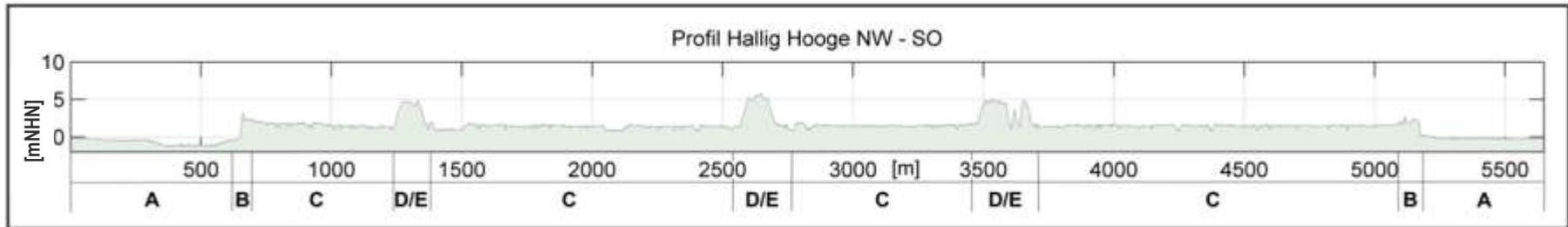
Forschungsbedarf



Wie verändern sich Küstenhydrologie und Küstenmorphodynamik?



Wie können die Halligwarften nachhaltig vor Sturmfluten geschützt werden?



Welche Wirksamkeit haben die Halligigel auf den Seegang auf der Hallig?

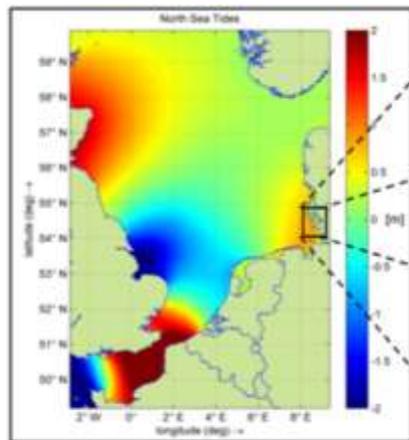


Kann das Aufwachsen der Halligen beeinflusst werden



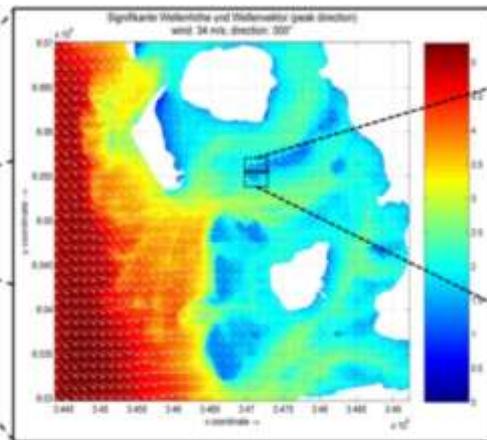
Schutzstandards

- Ziel: Ermittlung der mittleren Wellenüberlaufraten für einzelne Halligwarften
- Vorgehen: Modellkaskade



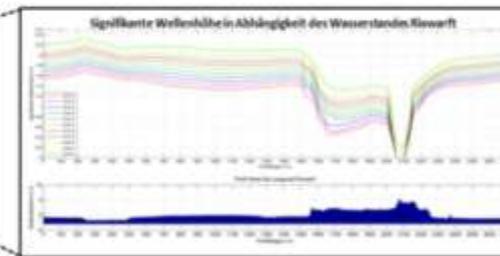
A: Nordseemodell

1000 m x 1000 m



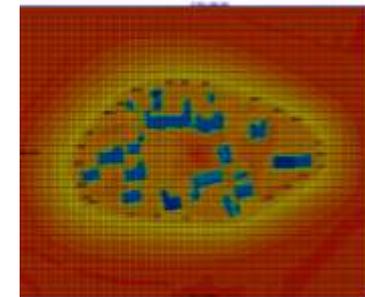
B: Wattenmeermodell

150 m x 150 m



C: Halligmodell

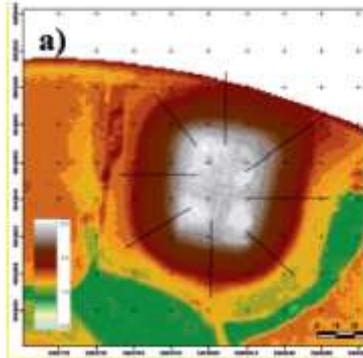
5 m x 5 m bzw. 10 m x 10 m



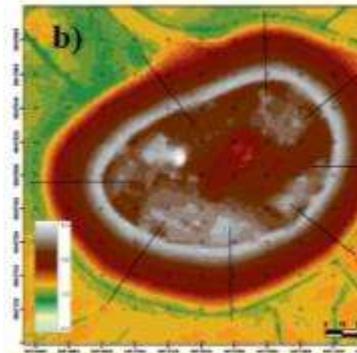
D: Warftmodell

1 m x 1 m

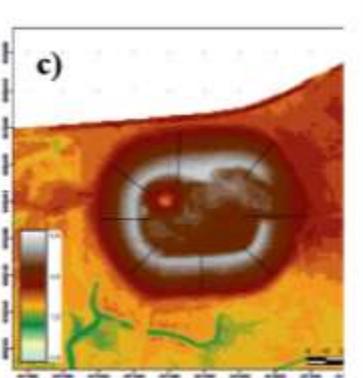
Warftkategorien



Ohne Ringdeich



Mit Ringdeich



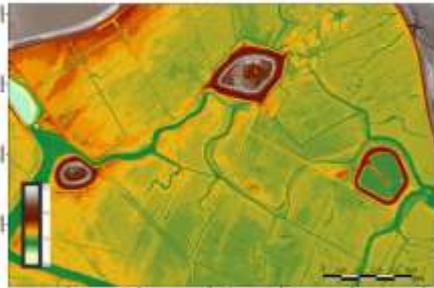
Mit offenem
Ringdeich

Vorgehen

- 1.) Ermittlung der maßgebenden regionalisierten Sturmflutwasserstände
- 2.) Bestimmung der Seegangs am Warftfuß
- 3.) Ermittlung der mittl. Wellenüberlaufrate nach Eurotop (2007)
- 4.) Ansatz kritischer Wellenüberlaufraten nach Eurotop (2007)
- 5.) Identifikation kritischer Bereiche

Hooge Backenswarft

Datenbasis:
 Digitale Geländemodell: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, DGM1, 03.06.2016 SH
 Digitale Ortspläne: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, AZ100000206, 03.06.2016 SH
 Liegenschaftskarten: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, ALK, 03.06.2016 SH

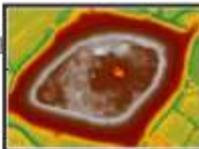


Backenswarft

Wohnfläche: 2600 m²
 Warftinnenfläche: 8710 m²
 Warftart: Warft mit durchgehendem Ringdeich
 Fething: Ja
 Maximal kehrbarer Wasserstand: HW50

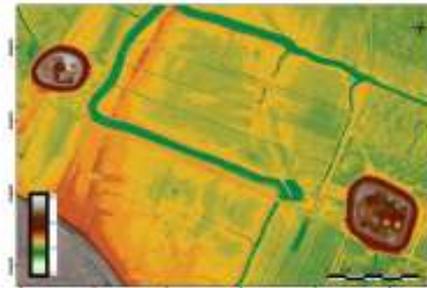
Sicherheitsstatus

- gut < 0,1 [l/sm]
- befriedigend > 0,1 & < 0,5 [l/sm]
- ausreichend > 0,5 & < 2 [l/sm]
- mangelhaft > 2 & < 5 [l/sm]
- ungenügend > 5 [l/sm]
- Überströmen



Hooge Hanswarft

Datenbasis:
 Digitale Geländemodell: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, DGM1, 03.06.2016 SH
 Digitale Ortspläne: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, AZ100000206, 03.06.2016 SH
 Liegenschaftskarten: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, ALK, 03.06.2016 SH



Hanswarft

Wohnfläche: 4330 m²
 Warftinnenfläche: 15886 m²
 Warftart: Warft ohne Ringdeich
 Fething: Ja
 Maximal kehrbarer Wasserstand: HW20

Sicherheitsstatus

- gut < 0,5 [l/sm]
- befriedigend > 0,5 & < 2 [l/sm]
- ausreichend > 2 & < 5 [l/sm]
- mangelhaft > 5 & < 10 [l/sm]
- ungenügend > 10 [l/sm]
- Überströmen





Max.kehrbares Ereignis!

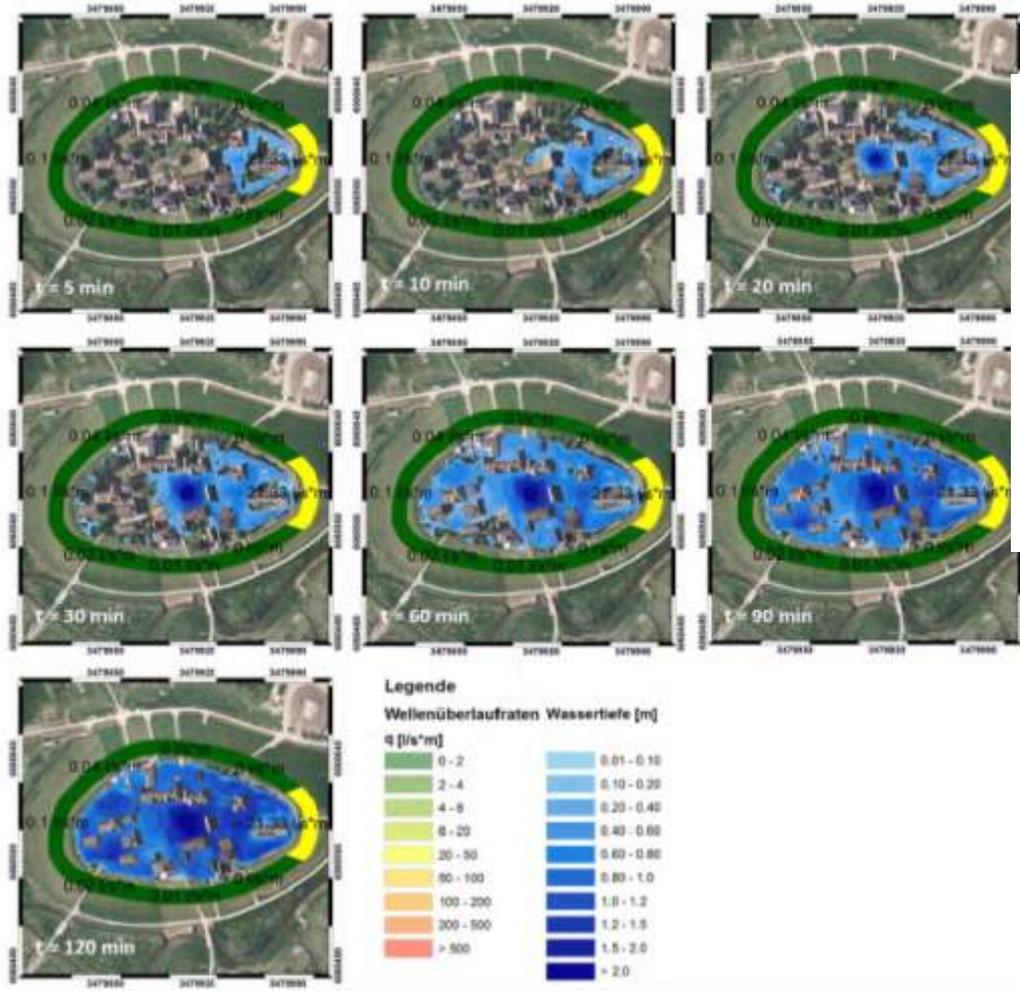
Schadenspotentiale

Priorität Küstenschutz

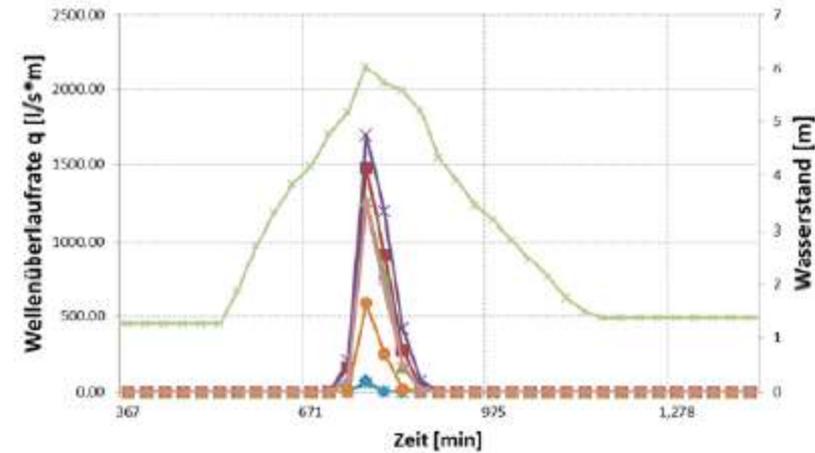
Hallig	Warften	Wellenüberlauf	Priorität der Verstärkung aufgrund Wellenüberlauf	Anzahl Wohnhäuser	Priorität d. Verstärkung aufgrund Häuseranzahl	Böhrer	Schutzräume	gesamte bebaute Fläche [m²]	Priorität aufgrund bebauter Fläche	Gebäude in Sonderkategorien	Prioritäten-summe Häuser	Prioritäten-summe Fläche	Priorität bebaute Fläche		
Langeness	Rixwarft	< HW20	2	1	4	1	1	189.828	5		10	3	12	4	
	Kirchhofswarft	< HW20	2	2	4	7	2	649,6	3		10	3	8	2	
	Mayenswarft	< HW20	2	6	2	12	4	1442,95	1		6	2	4	1	
	Süderhörn	HW20	3	3	3	3	2	696,48	3		9	3	9	3	
	Norderhörn			3	3	13	3	1249,46	2		7	2	5	1	
	Trauberg			4	2	2	0	214,09	4		9	3	9	3	
	Ketelswarft			1	16	3	1827,18	1		2	5	1	5	1	
	Tameswarft			4	1	1	443,04	4			11	4	11	4	
	Christianswarft			4	4	1	579,05	4			10	3	10	3	
	Tadenswarft			3	7	3	949,19	3			9	3	9	3	
	Kirchwarft			4	8	2	814,34	3		3	12	4	10	3	
	Honkenswarft	HW20			6	2	10	2	1419,38	1		8	2	6	2
	Peterswarft	< HW20			1	4	1	1	553,93	4		10	3	10	3
	Neuwarft	HW20			2	4	2	1	457,56	4		11	4	11	4
	Petershaitzwarft	< HW20			2	1	4	1	214,4	4		10	3	10	3
Hooge	Hunnenswarft	HW20	3	5	3	13	5	1711,91	1		9	3	5	1	
	Bandixwarft	HW20	4	2	4	4	2	780,05	3		12	4	10	3	
	Westerwarft	HW200	5	4	3	5	1	505,57	4		11	4	13	5	
	Ipkenswarft	HW20	3	3	3	3	2	624,09	3		9	3	9	3	
	Volkerswarft	HW20	4	0	5	1	1	562,12	4		14	5	12	4	
	Lorenzwarft	HW20	4	4	3	1	1	1670,49	1		10	3	6	2	
	Ockelützwarft	HW20	3	8	2	9	5	1585,02	1	1	7	2	5	1	
	Kirchwarft	HW50	4	0	5	2	1	445,5	4	3	14	5	12	4	
	Backenswarft	HW50	5	10	1	30	9	2869,34	1		7	2	7	2	
	Hanswarft	HW20	3	13	1	37	13	4239,77	1	1	5	1	5	1	
Nordstrandischmoor	Ockenswarft	HW100	5	9	1	14	7	1942,23	1		7	2	7	2	
	Nordenwarft	< HW20	2	1	4	7	1	396,76	4		10	3	10	3	
	Halberweg	HW20	3	1	4	1	1	132,36	5		11	4	13	5	
	Amalienwarft	< HW20	3	0	5	0	1	131,75	5		13	5	13	5	
	Neuwarft	HW20	4	2	4	14	2	805,25	3		12	4	10	3	

Gefährdung durch Wellenüberlauf!





Instationäre Wellenüberlaufrate



- Nord
- Nordost
- Suedost
- Ost
- Sued
- Suedwest
- West
- Nordwest
- Wasserstand

Sind bisherige Schutzstandards auf die Halligen anwendbar?



Die verfügbaren kritischen Überlauraten berücksichtigen folgende Faktoren nicht:

- (i) die Troglage der Hallighäuser,
- (ii) die Höhenlagen der Hallighäuser (insb. Türschwellen und Fenster)
- (iii) das Füllvolumen der Warften sowie Entwässerungsmöglichkeiten
- (iv) die zeitliche Füllung der Warften durch Wellenüberlauf
- (v) Dynamische Belastung der Hallighäuser
- (vi) den maßgebenden Sturmflutwasserstand

⇒ Laufende Untersuchungen zu den Schutzstandards (noch nicht abgeschlossen)!



ZukunftHallig-B



Interviews & Zukunftswerkstätten

Entwicklung von
Küstenschutzmaßnahmen, die von den
Bewohnern akzeptiert werden

Durchführung von Studien zur
Wirksamkeit und Machbarkeit der
Maßnahmen

Sozial akzeptierte, technisch machbare und wirksame
Küstenschutzmaßnahmen

(a) Qualifizierte Interviews

Hooge:	32 Interviews
Langeneß:	31 Interviews
Nordstrandischmoor:	9 Interviews
Oland:	6 Interviews

**Ergebnis:
Ideen für Küstenschutzmaßnahmen**

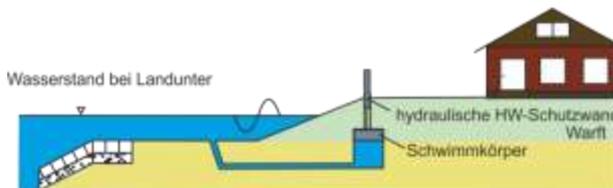
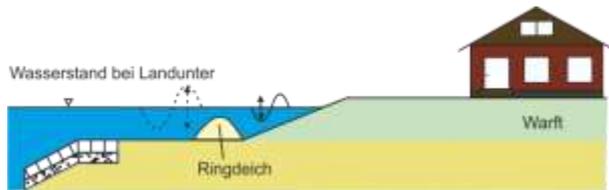
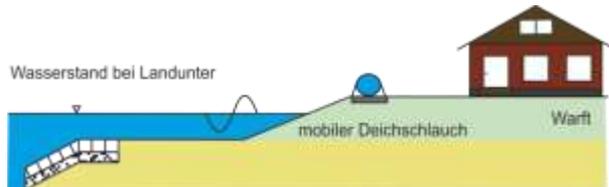
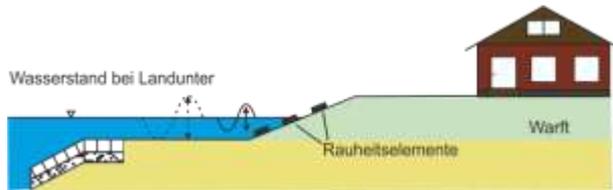
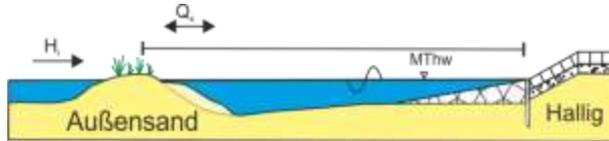
(b) Zukunftswerkstätten



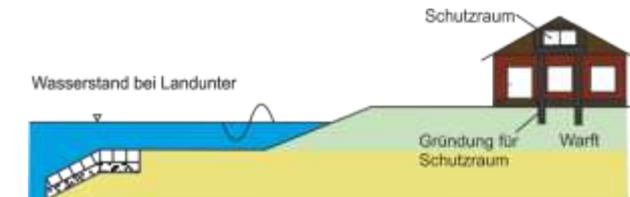
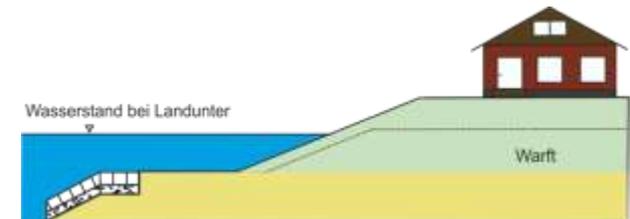
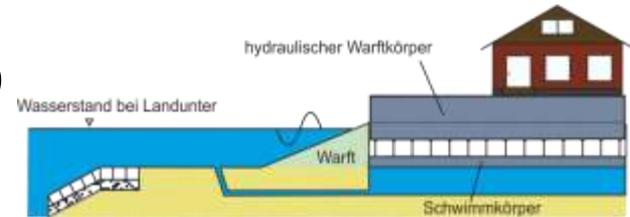
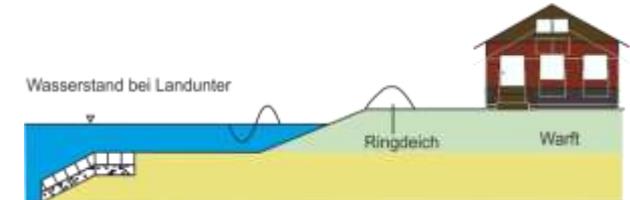
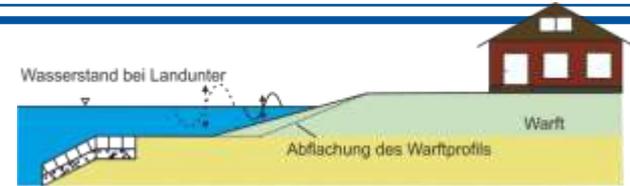
**Ergebnis:
Ranking von Küstenschutzmaßnahmen**

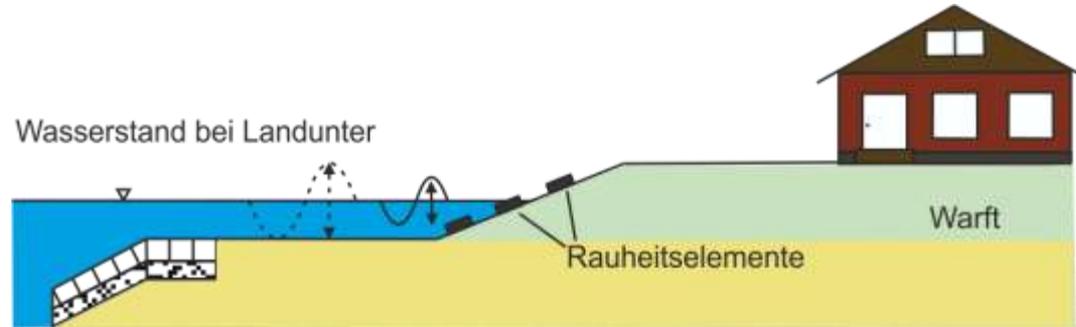
Bevorzugte Küstenschutzmaßnahmen der Halligbewohner

Langeneß

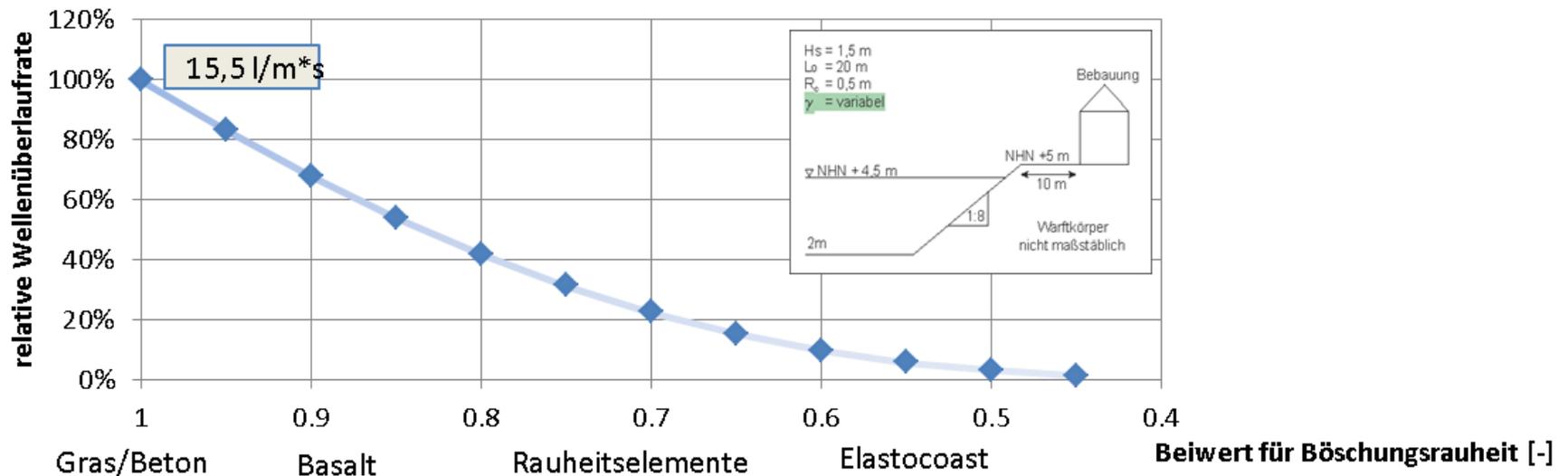


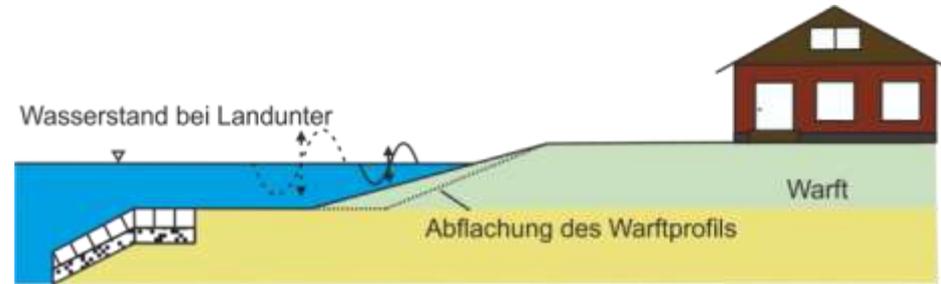
Hooge



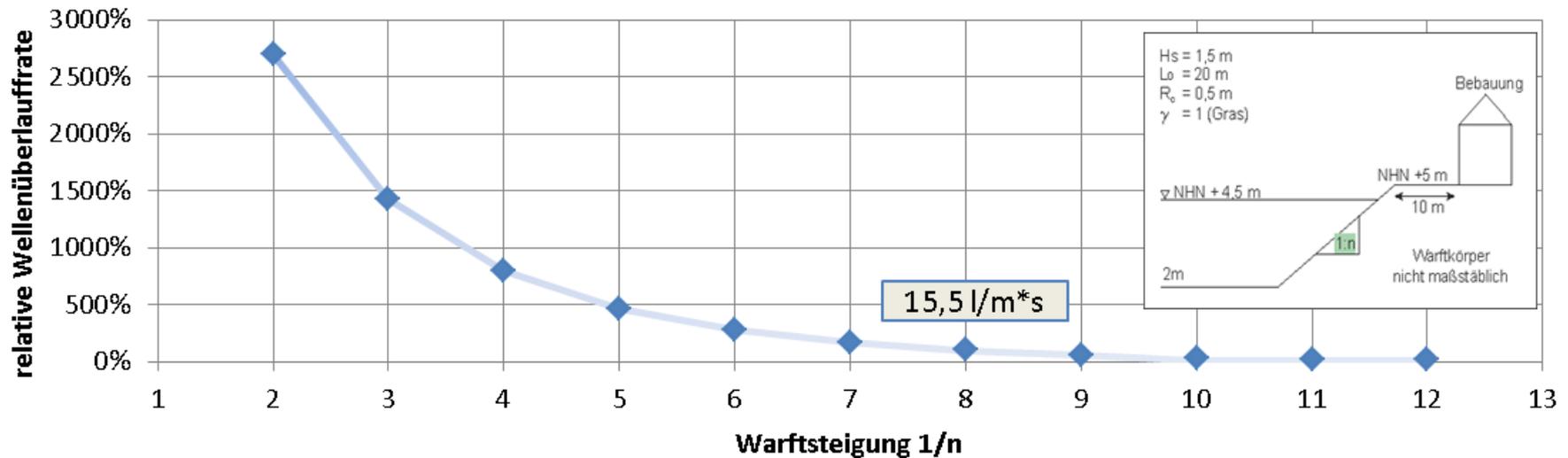


Einfluss der Rauheit auf die relative Wellenüberlaufhöhe



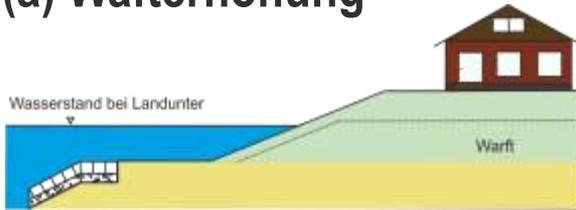


Einfluss der Warftsteigung auf die relative Wellenüberlauftrate



Wirksamkeit ausgewählter Küstenschutzmaßnahmen

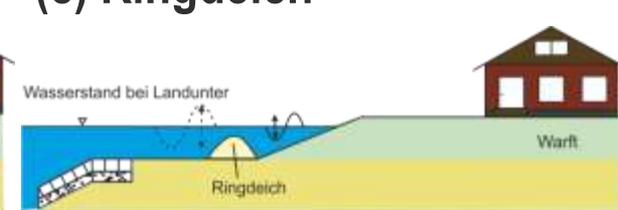
(a) Wafterhöhung



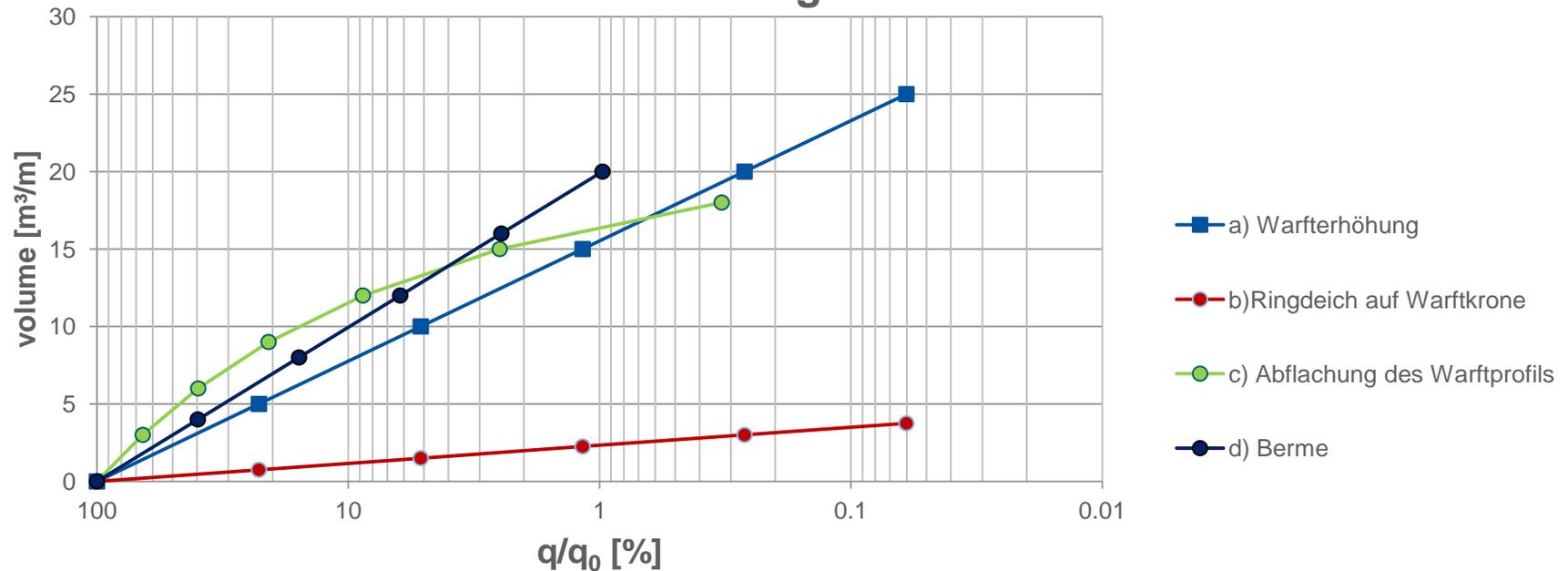
(b) Warftabflachung



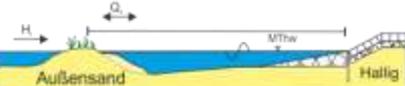
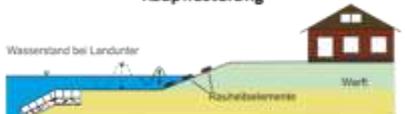
(c) Ringdeich



Benötigtes Erdvolumen für unterschiedliche Warftverstärkungsmaßnahmen

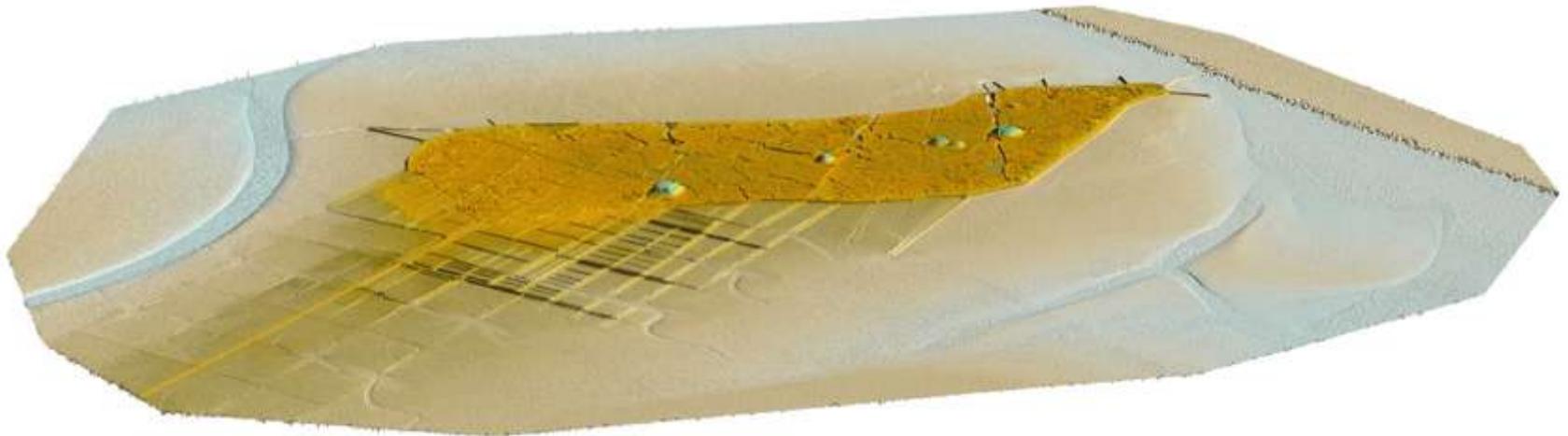


Maßnahmenbewertung

	Wirkung auf Wellenüberlauf	Betriebsicherheit	Bauaufwand	Landschaftsbild	Naturschutz	Produkt
Bepflanzung/Verbindung der Außensände 	2	2	1	1	1	4
Raupflasterung 	3	4	3	1	2	72
Mobiler Deichschlauch 	4	1	1	2	2	16
Ringdeich um Warft 	3	4	3	2	2	144
Hydraulische Hochwasserschutzwand 	4	0	0	2	2	0
Legende	0: starke Erhöhung 1: leichte Erhöhung 2: kein Einfluss 3: Reduzierung 4: große Reduzierung	0: sehr fehleranfällig 1: fehleranfällig 2: gering fehleranfällig 3: zuverlässig 4: sehr zuverlässig	0: sehr großer Aufwand 1: großer Aufwand 2: mittlerer Aufwand 3: geringer Aufwand 4: sehr geringer Aufwand	0: stark negativer Einfluss 1: negativer Einfluss 2: kein Einfluss 3: positiver Einfluss 4: sehr positiver Einfluss	0: nicht vereinbar 1: teilweise nicht vereinbar 2: kein Konflikt 3: positiv 4: sehr positiv	

- 1. Mehrwert durch soziologische Begleitforschung und Einbindung der Halligbewohner**
- 2. Entwicklung neuer (angepasster) Küstenschutzmaßnahmen**
- 3. Entwicklung neuer Schutzstandards für kleine Inseln**
- 4. Umsetzung der Forschungsergebnisse**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Dipl.-Geogr. Theide Wöffler (woeffler@iww.rwth-aachen.de)
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Holger Schüttrumpf (schuettrumpf@iww.rwth-aachen.de)
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jensen (juergen.jensen@uni-siegen.de)