



# Veränderungen der Wind- und Wasserstandsverhältnisse an der Küste – Bedeutung und folgen für den Küstenschutz

**Knut Sommermeier**

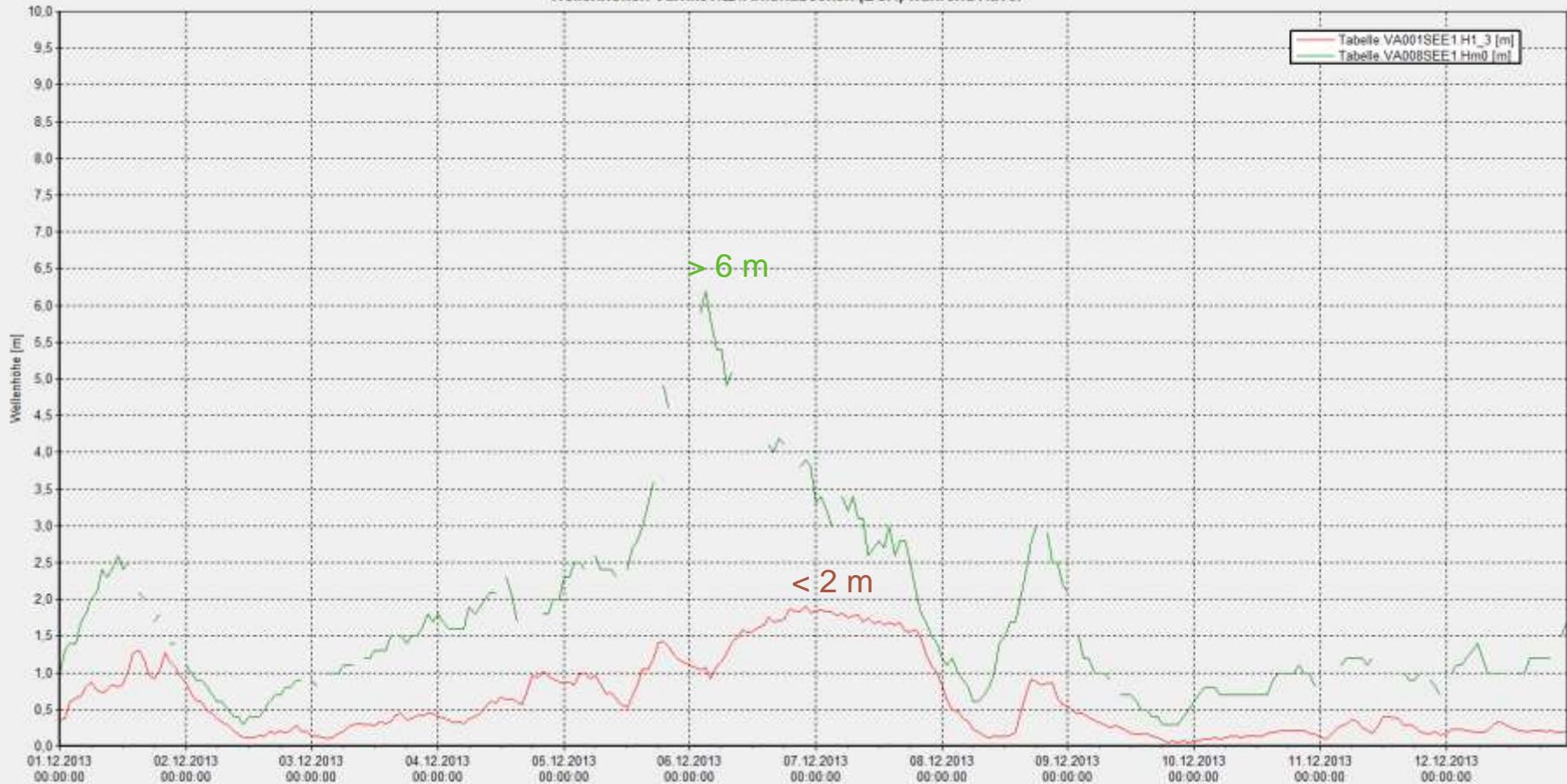
**Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt, Mittleres Mecklenburg**

Dezernatsgruppe Küste

Güstrow, 20.10.2015

# Die Ostsee – ein Ententeich ?

Wellenhöhen VarnkevitZ /Arkonabecken (BSH) während Xaver





## HYDROGRAPHISCHE und HYDRODYNAMISCHE PROZESSE IM KÜSTENRAUM





## HYDROGRAPHISCHE und HYDRODYNAMISCHE PROZESSE IM KÜSTENRAUM

Wind

Seegang

Wasserstand

Strömungen

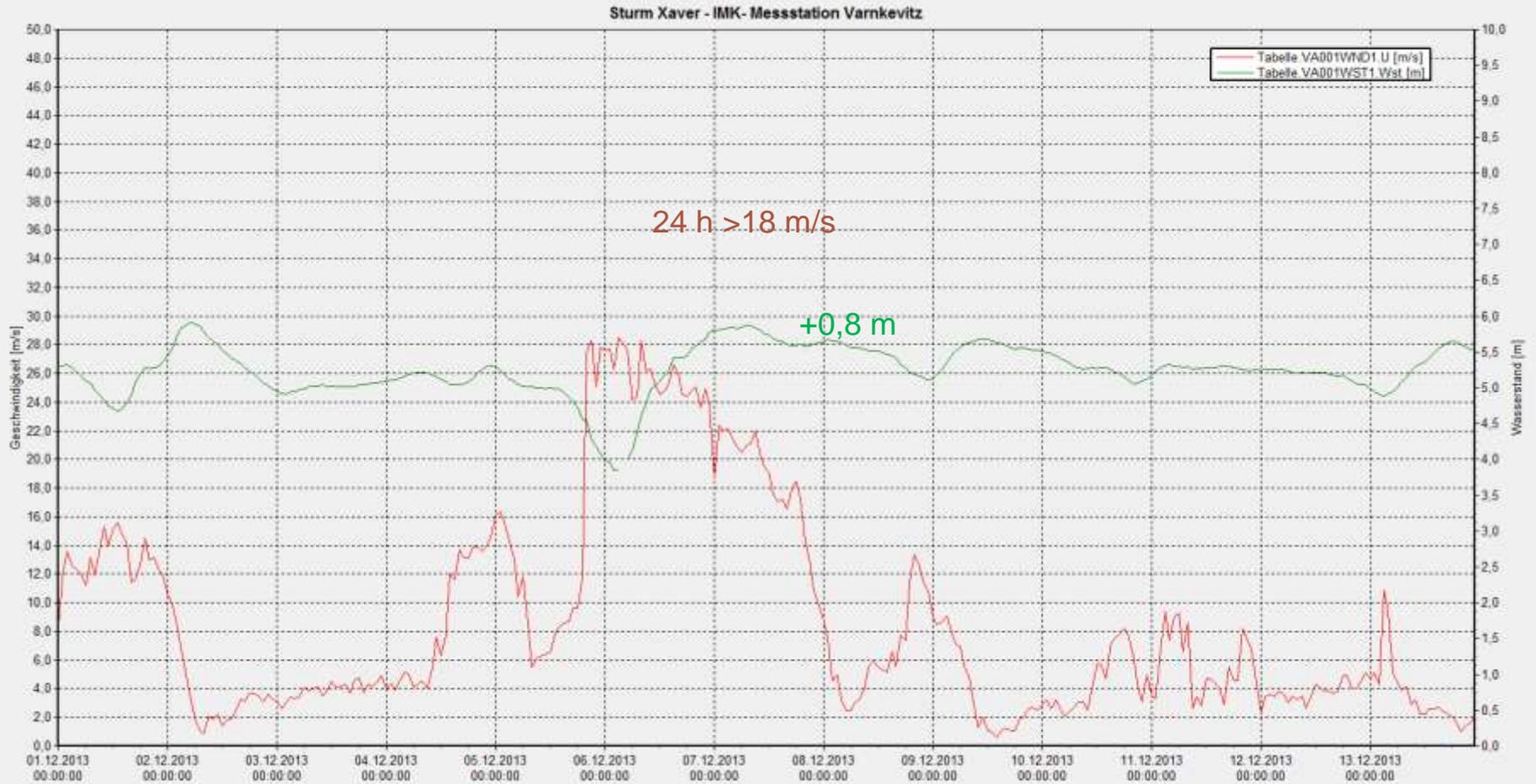
säkularer  
Meeresspiegelanstieg

Eingangsgrößen für:

Belastungs- und  
Bemessungsparameter  
(Bauwerke- und andere  
Ingenieurmaßnahmen)

Erosions- und Transportparameter  
(kurz- und langfristige Einzelereignisse)

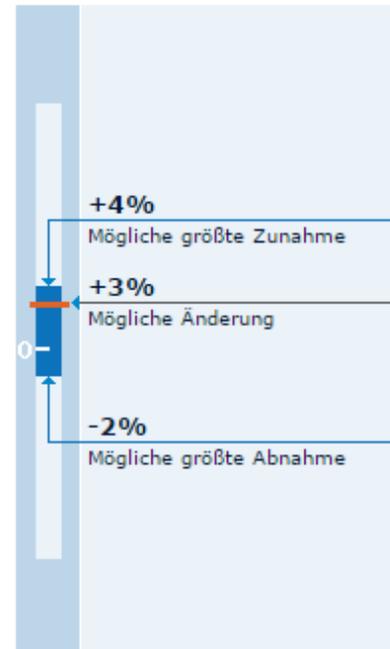
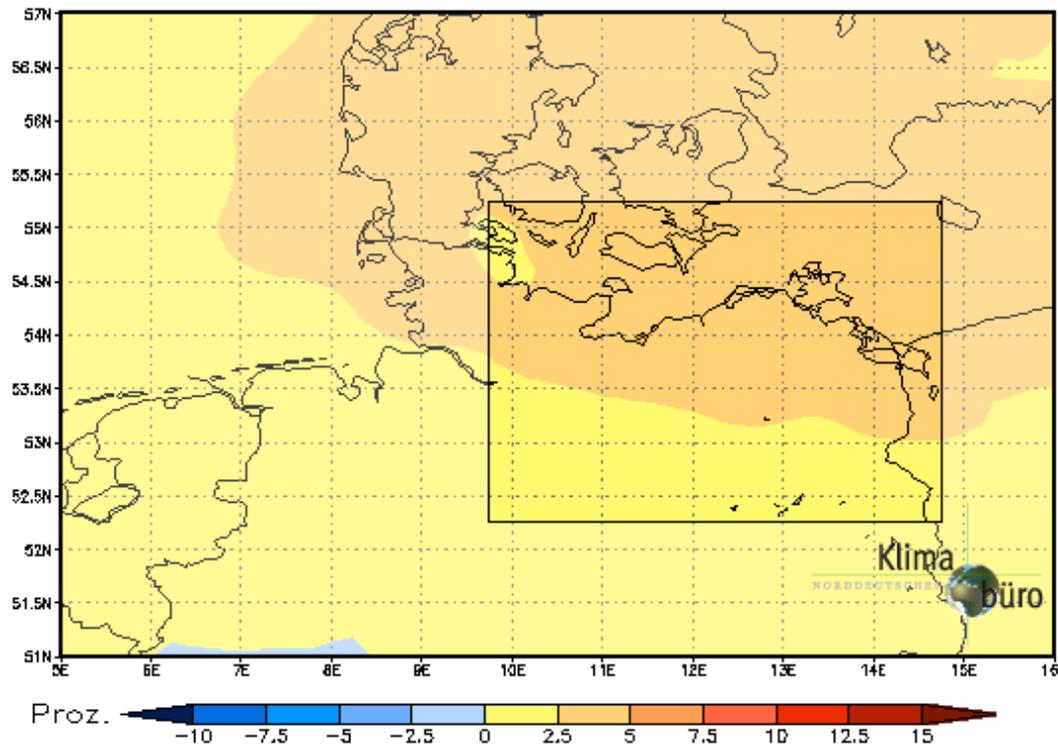
# Veränderung der Windverhältnisse



# Veränderung der Windverhältnisse

A1B - ECHAM5 (Lauf 1) - CCLM

Spannbreitendiagramm



Zunahme der  
mittleren  
Windgeschwin-  
digkeiten im  
Gebietsmittel um  
bis zu +3%

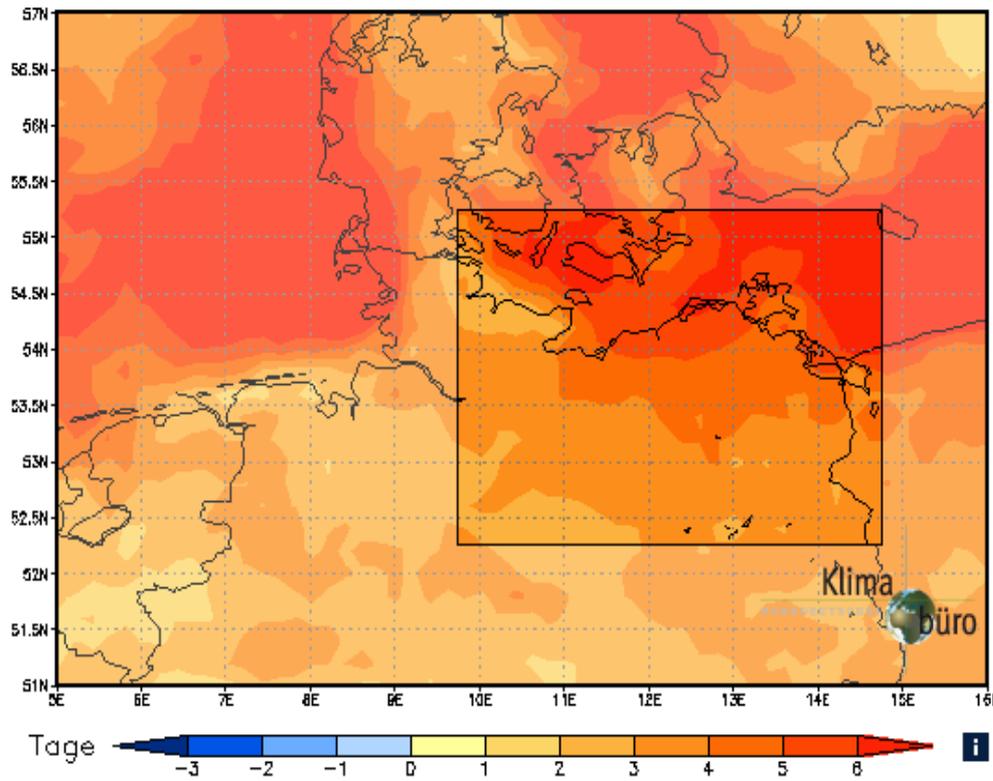
Quelle: Norddeutscher Klimaatlas.,  
Norddeutsches Klimabüro (HZG)

## Treibhausgas-Szenario A1B

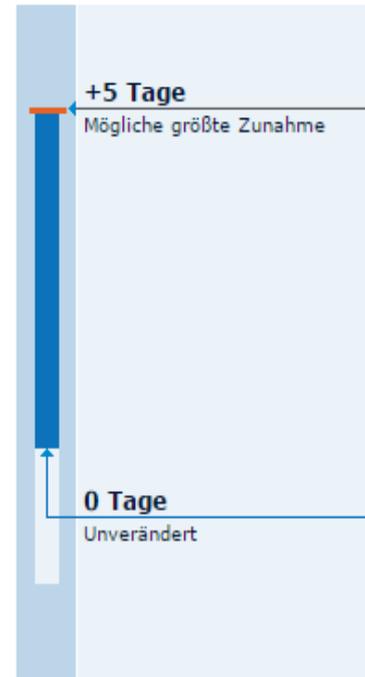
Die Szenarienfamilie A1 beschreibt eine zukünftige Welt mit sehr raschem Wirtschaftswachstum, einer Weltbevölkerung, die Mitte des 21. Jahrhunderts zahlenmäßig kulminiert und danach abnimmt, desweiteren mit einer raschen Einführung neuer und effizienter Technologien. Wichtige Grundannahmen sind die Annäherung der Regionen, der weltweite Aufbau von Know-How und zunehmende kulturelle und soziale Interaktionen, desweiteren einer erheblichen Verminderung der regionalen Differenzen im Pro-Kopf-Einkommen. Die drei A1-Gruppen unterscheiden sich durch ihren jeweiligen technologischen Schwerpunkt: intensive Nutzung fossiler Brennstoffe (A1FI), nicht-fossiler Energiequellen (A1T) sowie eine ausgewogene Nutzung aller Quellen (A1B).

# Veränderung der Windverhältnisse

A1B - ECHAM5 (Lauf 1) - CCLM (Mögliche größte Zunahme)



Spannbreitendiagramm



Erhöhung der Anzahl der Sturmtage (Bft. >8) um bis zu +5 Tage

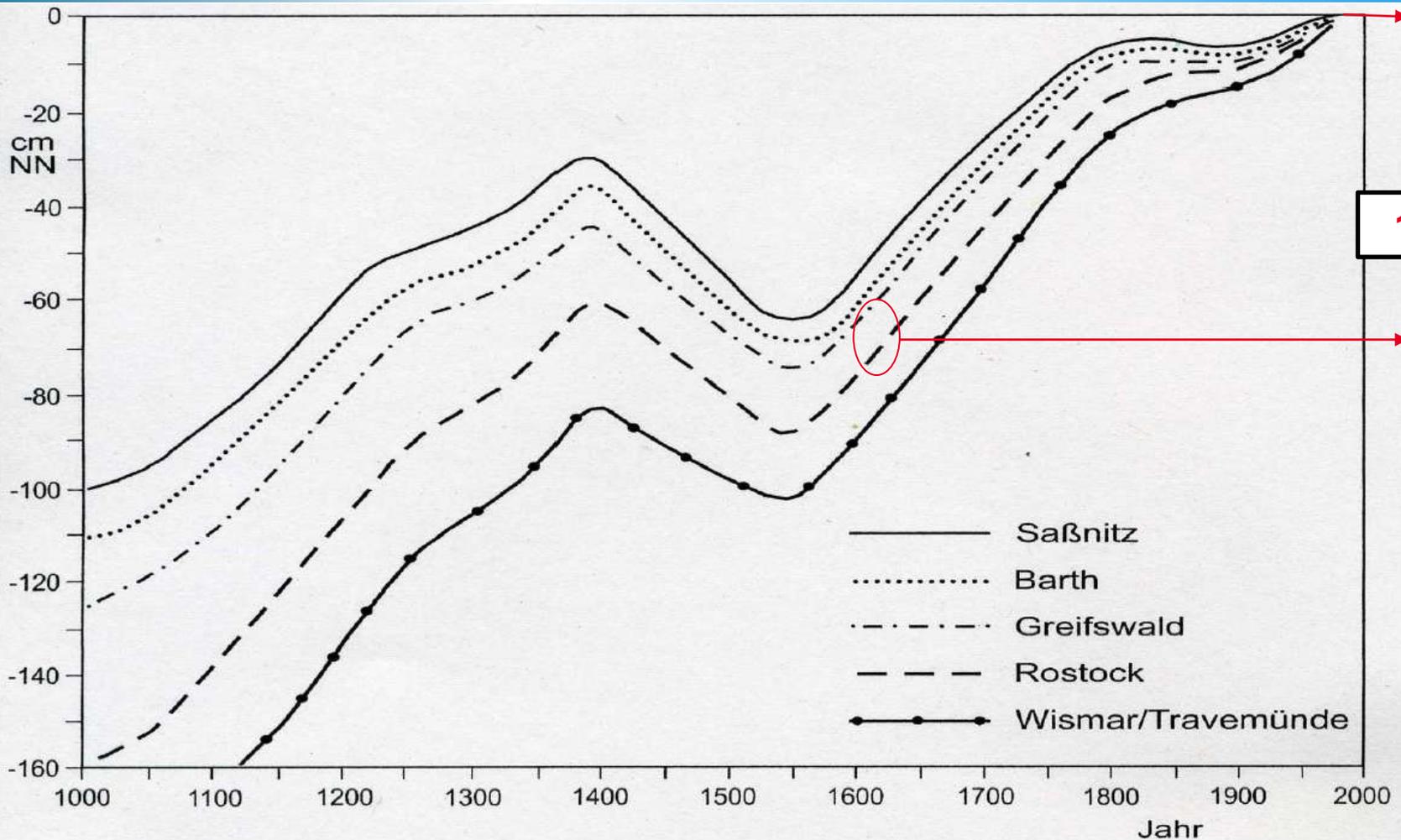
Quelle: Norddeutscher Klimaatlas., Norddeutsches Klimabüro (HZG)



## HYDROGRAPHISCHE und HYDRODYNAMISCHE PROZESSE IM KÜSTENRAUM



# Das Klima ändert sich - Wasserstand



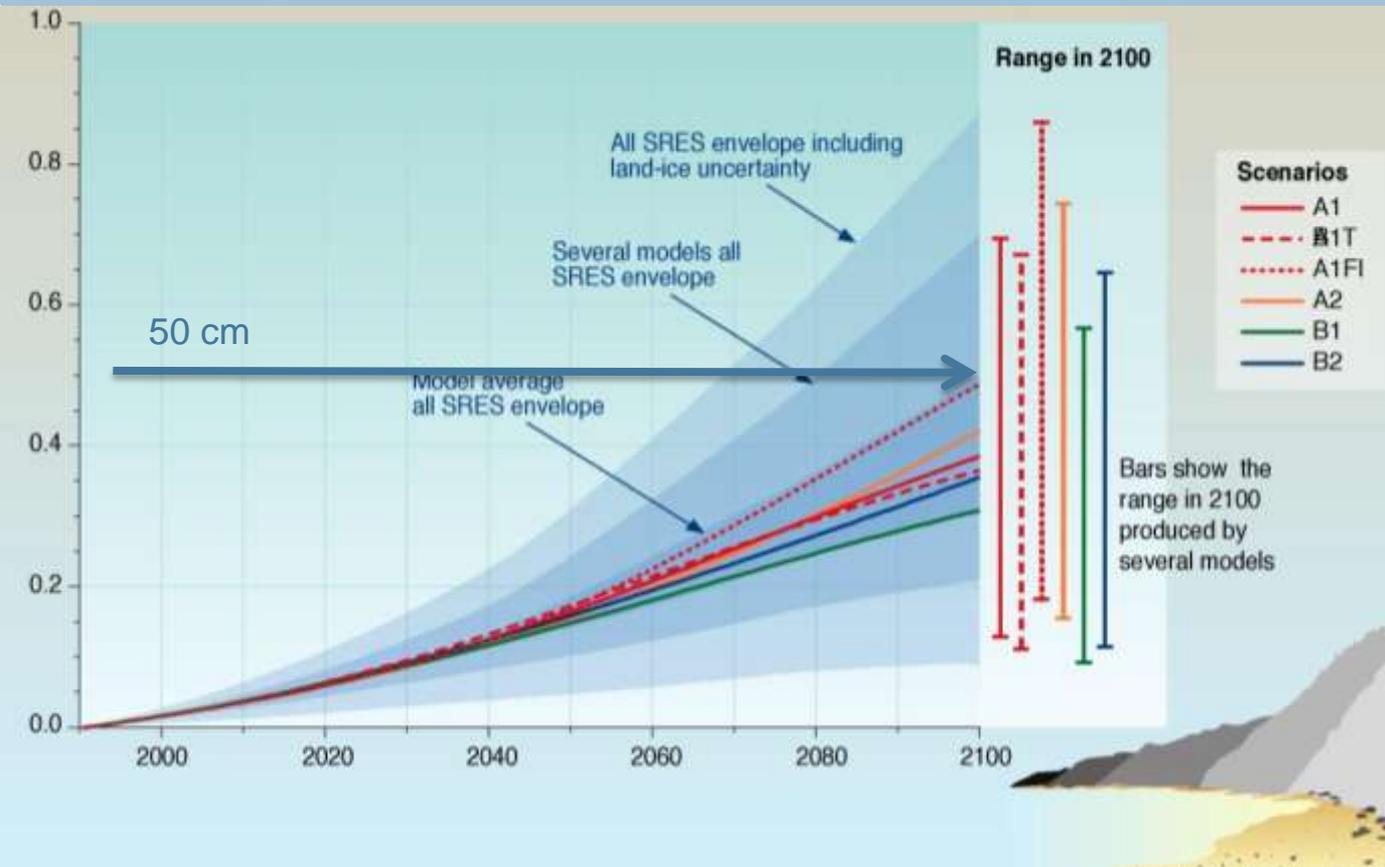
70 cm

1,8 mm/a



Mittelwasserstände der letzten 1.000 Jahre entlang der deutschen Ostseeküste.

# Das Klima ändert sich - Wasserstand



→ IPCC, AR4 (2007):  
Veränderung des  
globalen mittleren  
Wasserstands am  
Ende des 21. Jh.

[IPCC, AR4, WG1]

Anmerkung:

Zur Festlegung des BHW an der deutschen Ostseeküste haben Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern Übereinstimmend einen Gesamtzuschlag von 0,50 m für den zukünftigen Anstieg des relativen Meeresspiegels für einen Zeitraum von 100 Jahren angesetzt. Dieser Wert stellt auch das Vorsorgemaß für Küstenschutzmaßnahmen an der deutschen Nordseeküste dar (Niedersachsen: 0,50 m je 100 Jahre).

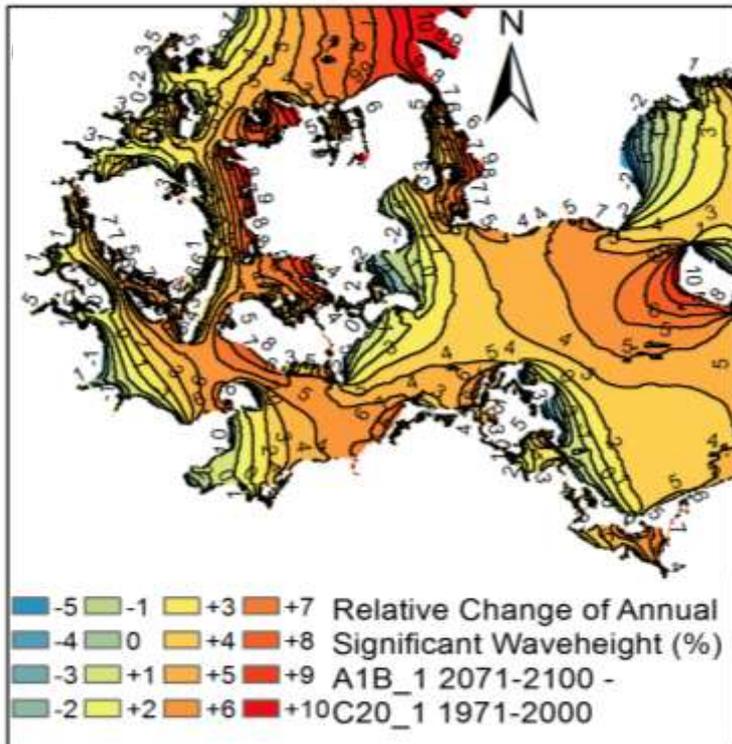
[Regelwerk Küsten- und Hochwasserschutz M-V,  
Heft 2-4-12: Hydrodynamische Eingangsparameter]



## HYDROGRAPHISCHE und HYDRODYNAMISCHE PROZESSE IM KÜSTENRAUM



# Veränderung der Seegangsverhältnisse



| Minimale und Maximale Veränderung | Mittlere signifikante Wellenhöhe |           | Mittlere Wellenanlauf-richtung |           | 200 jährliche extreme Wellenhöhe |            |
|-----------------------------------|----------------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|----------------------------------|------------|
|                                   | Auswertungs-zeitraum             | 2021-2050 | 2071-2100                      | 2021-2050 | 2071-2100                        | 2011-2050  |
| <b>Warnemünde</b>                 | +2% - +3%                        | +3% - +5% | +1° - +5°                      | +4° - +6° | -11% - +7%                       | -6% - +5%  |
| <b>Travemünde</b>                 | -2% - +1%                        | -1%       | -1° - +5°                      | +1° - +2° | -10% - +18%                      | -16% - +9% |
| <b>Westküste Fehmarns</b>         | +2% - +5%                        | +4% - +7% | +0° - +4°                      | +3° - +5° | -11% - +7%                       | -7% - +10% |

[RA:dOst, 2014]

Die Veränderungen der mittleren signifikanten Wellenhöhen über 30 Jahre hängen im wesentlichen von der Exposition eines Küstenabschnitts ab. Zunahmen der mittleren Wellenhöhen über 30 Jahre bis zu +10% (ca. 5cm) wurden an W/NW exponierten Küstenabschnitten für das Emissionsszenario A1B zum Ende des 21. Jh. Ermittelt. Gleichzeitig verändern sich an diesen Küstenabschnitten die mittleren Wellenanlaufrichtungen um bis zu 6° hin zu westlichen Richtungen.

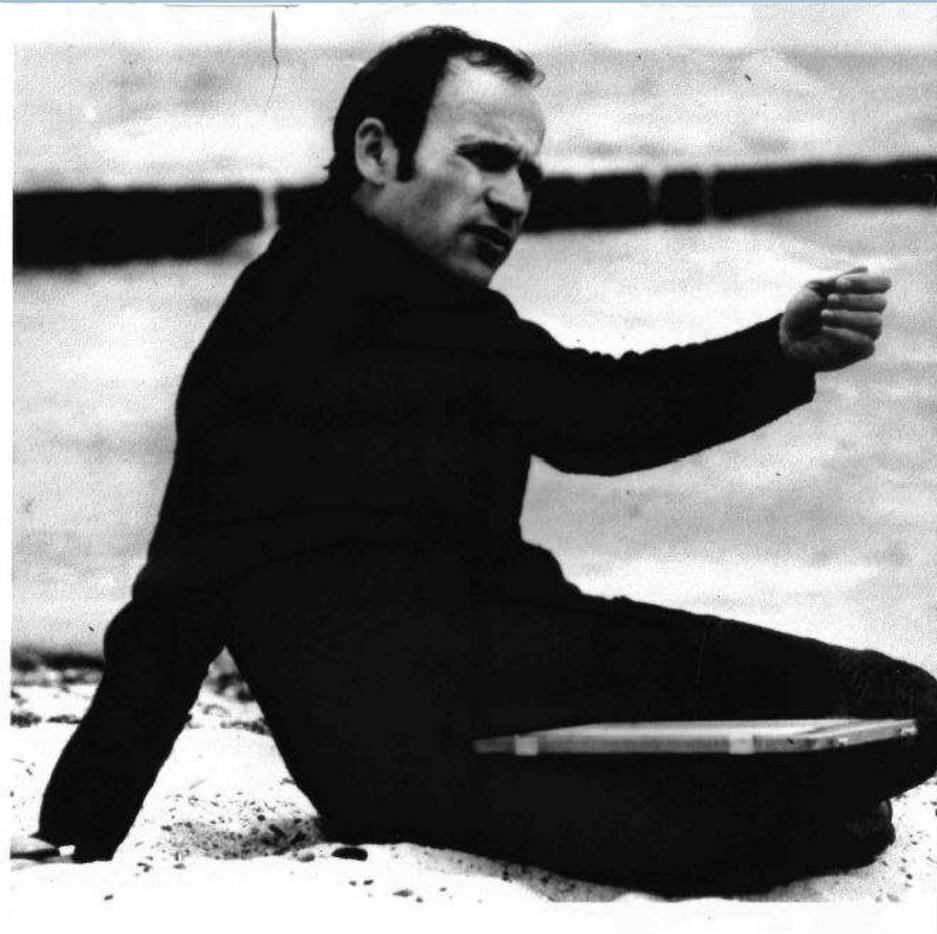


## HYDROGRAPHISCHE und HYDRODYNAMISCHE PROZESSE IM KÜSTENRAUM



# Belastungs- und Bemessungsparameter

(zum 10.Todestag von Dr. Weiss)



Dr. Weiss (1939 – 2005)

- 25 % exakte Wissenschaften
- + 25 % gesunder Menschenverstand
- + 40 % Intuition und Erfahrung
- + 10 % Optimismus

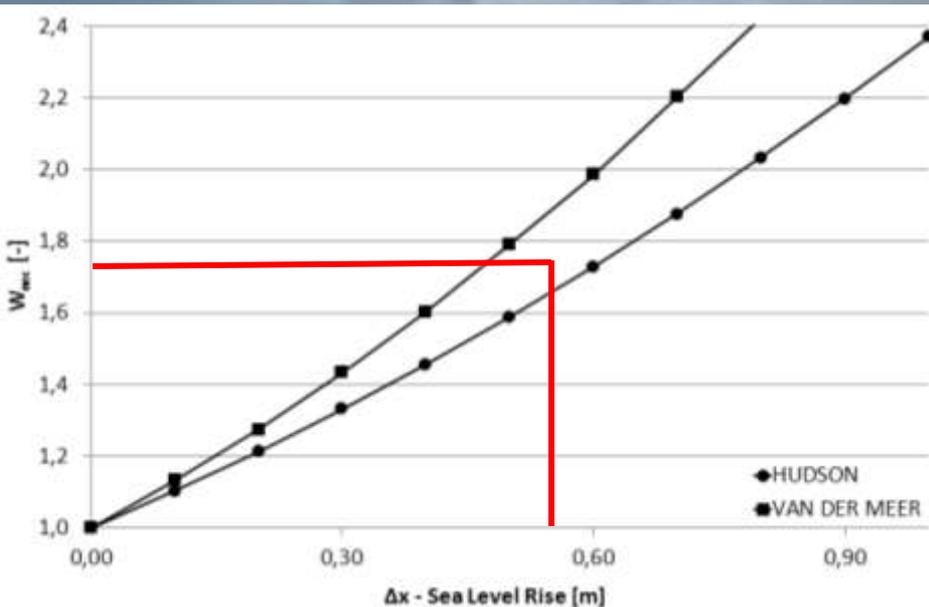
---

= 100 % Küsteningenieurwesen  
(Fachkompetenz und soziale  
Verantwortung)

[Oumeraci, 2003, Einführungsvorlesung  
Küsteningenieurwesen]

# Belastungs- und Bemessungsparameter

## Beispiel: Steingrößenermittlung



Die Berechnung der Steingewichte erfolgt nach HUDSON

Wurf =

$$\frac{\gamma_r \times H_{bem}^3}{K_D \times \left( \frac{\gamma_r}{\gamma_w} - 1 \right)^3 \times n}$$

mit:

H<sub>bem</sub> = Bemessungswellenhöhe

γ<sub>r</sub> = Wichte des Steinmaterials

= 27,5 KN

γ<sub>w</sub> = Wichte des Seewassers

= 10,05 KN

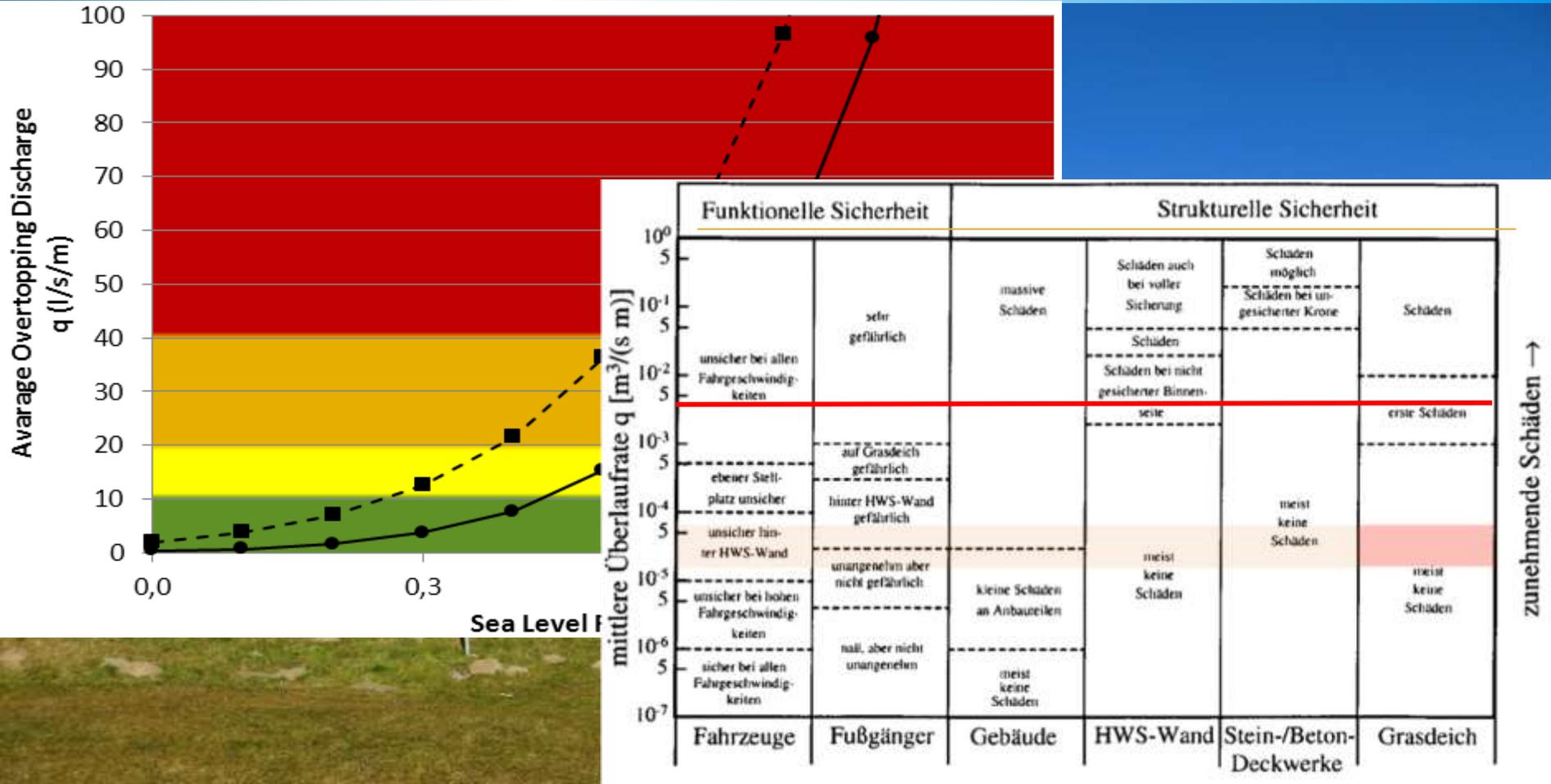
K<sub>D</sub> = Stabilitätsbeiwert = 2,2

n = Faktor aus der gewählten Böschungsneigung

[RA:dOst, 2014]

# Belastungs- und Bemessungsparameter

## Beispiel: Deichbemessung



[RA:dOst,2014]

[EAK, 2002]

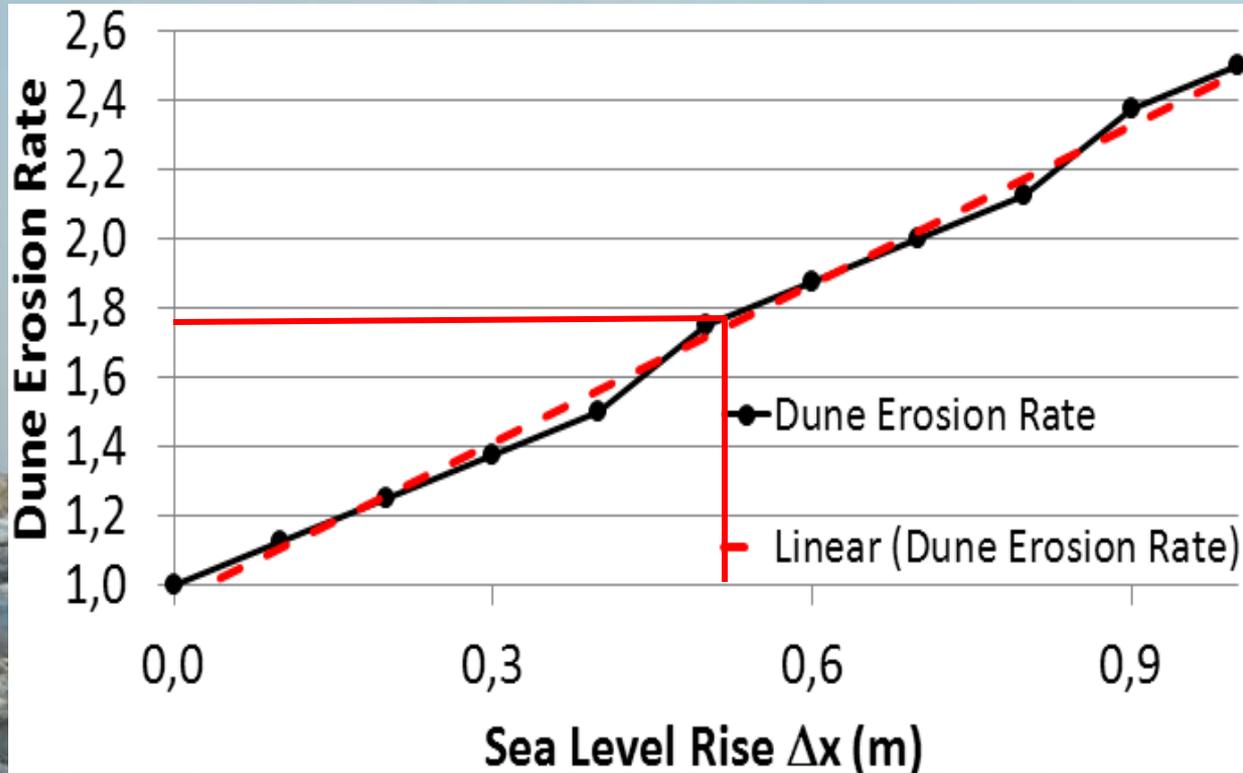


## HYDROGRAPHISCHE und HYDRODYNAMISCHE PROZESSE IM KÜSTENRAUM



# Belastungs- und Bemessungsparameter

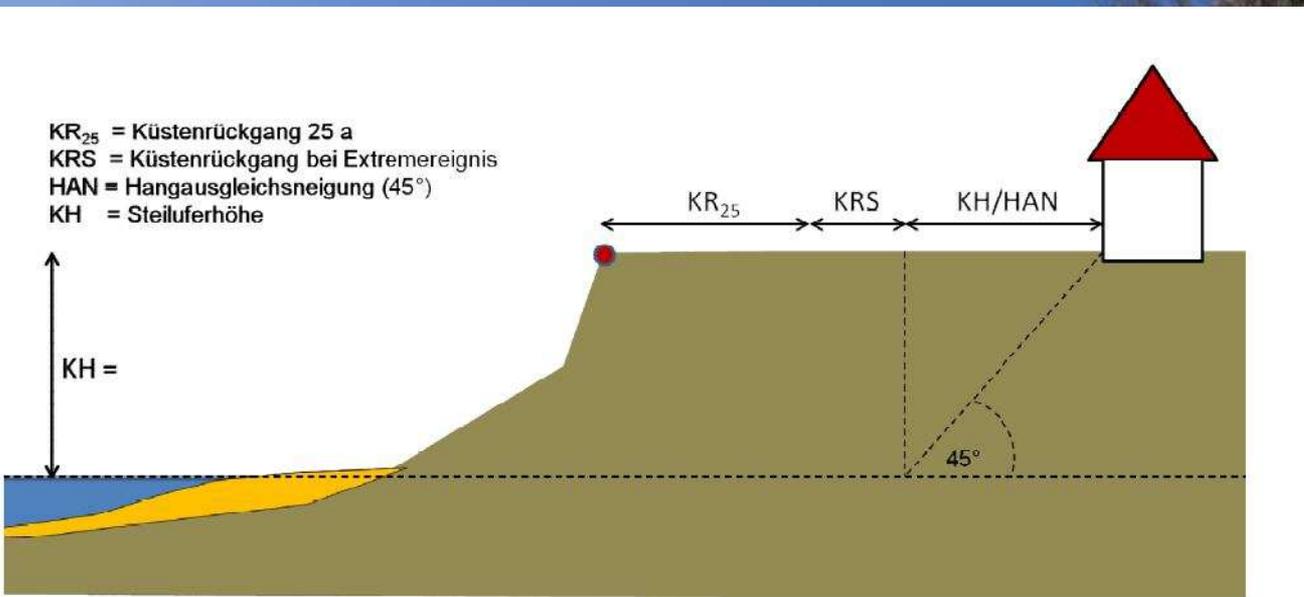
## Beispiel: Bemessung von Aufspülungen



[RA:dOst, 2014]

# Belastungs- und Bemessungsparameter

## Beispiel: Steilküstenrückgang



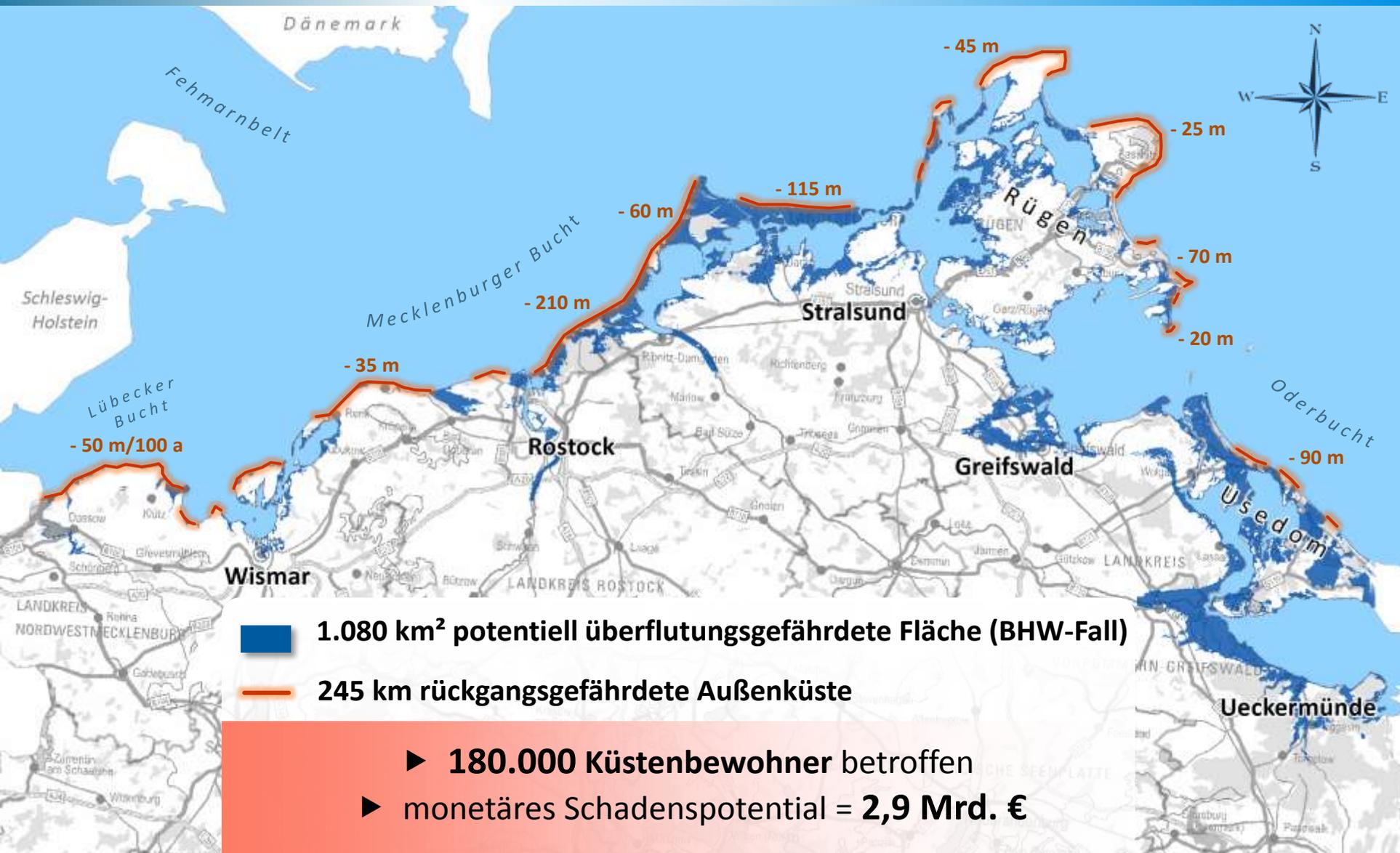
LU/ 2014  
Kurzbericht  
Gefährdung von  
baulichen Anlagen  
infolge  
Steiluferrückgang  
an den Steilküsten  
Mecklenburg-  
Vorpommerns.

### Anmerkung:

Gegenwärtig wird von einem mittleren jährlichen Küstenrückgang von 0,35 m gerechnet.

Dieser Rückgangswert wird sich perspektivisch erhöhen mit der Zunahme hydrodynamischer Belastungen auf die Küste.

# Gefährdungspotential M-V



# Umsetzung in der Küstenschutzstrategie

bis **2012**

## Vergleichswertverfahren

- Basis = **höchster gemessener Scheitelwert**
- Gültigkeit: **bis 2070**

$$\begin{array}{l} \text{BHW} \\ = \text{Bemessungs-} \\ \text{hochwasserstand} \end{array} = \begin{array}{l} \text{höchster} \\ \text{gemessener} \\ \text{Scheitelwert} \\ (1872 \text{ bzw. } 1913) \end{array} + \begin{array}{l} \text{säkularer Meeres-} \\ \text{spiegelanstieg} \\ 10\text{-}15 \text{ cm} / 100 \text{ a} \end{array}$$

1,75 m NHN (Binnenküste) bis  
3,50 m NHN (Außenküste)

Infolge der Außergewöhnlichkeit der Sturmflut von 1872 ergab sich ein höheres Sicherheitsniveau als an der Nordseeküste.  
Anpassung des Bemessungsverfahrens gemeinsam mit Schleswig-Holstein notwendig.

seit **2012**

## Statistisches Verfahren

- Basis = **ausreichend lange Messreihen**
- Gültigkeit: **bis 2020** (dann Überprüfung)

$$\begin{array}{l} \text{BHW} \\ = \text{Bemessungs-} \\ \text{hochwasserstand} \end{array} = \begin{array}{l} \text{HW}_{200} \\ = \text{Hochwasserereignis,} \\ \text{welches im statistischen} \\ \text{Mittel einmal in} \\ \text{200 Jahren auftritt} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Klimazuschlag} \\ 50 \text{ cm bis} \\ \text{zum Jahr 2100} \end{array}$$

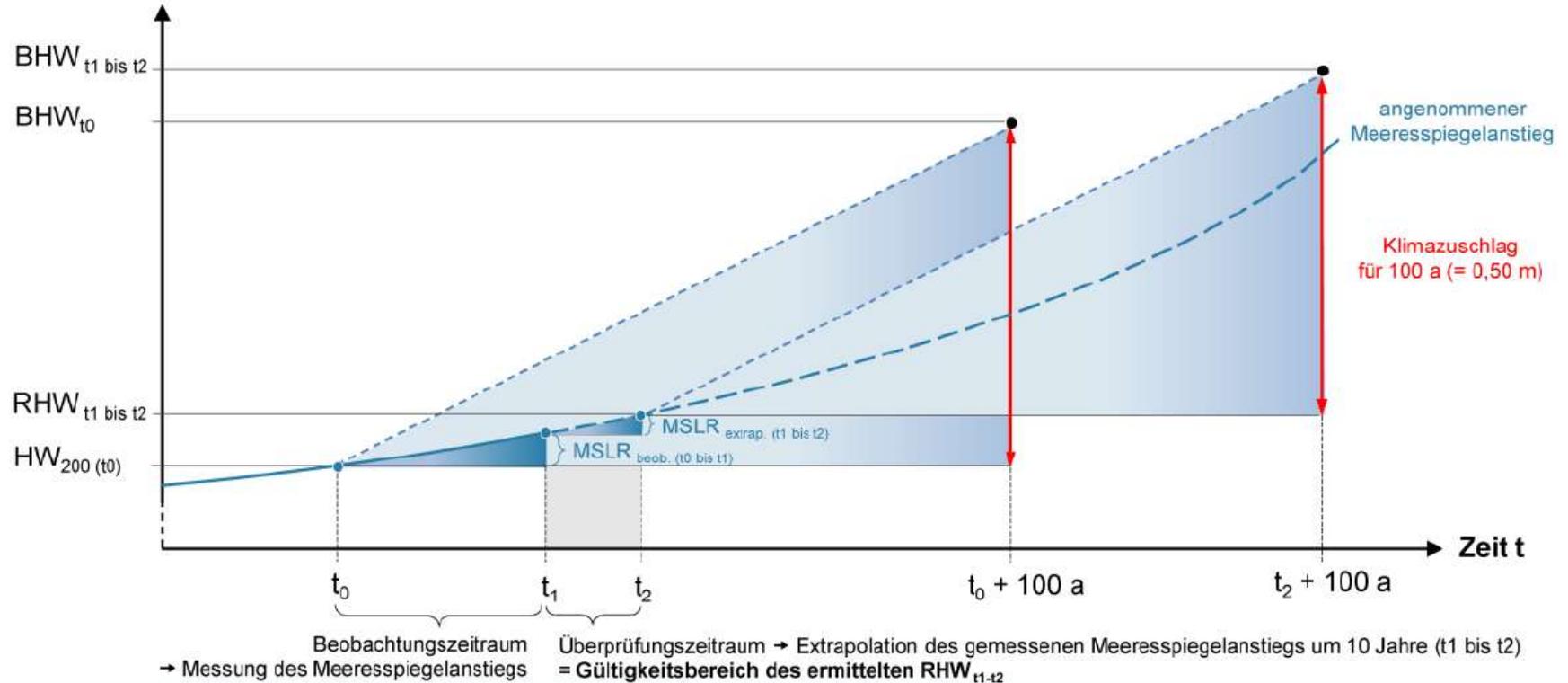
1,90 m NHN (Binnenküste) bis  
3,20 m NHN (Außenküste)

- Einführung **Prüfwert** für bestehende Anlagen und Erfordernis von Maßnahmen :

$$\begin{array}{l} \text{RHW} \\ = \text{Referenz-} \\ \text{hochwasserstand} \end{array} = \begin{array}{l} \text{HW}_{200} \\ = \text{Hochwasserereignis,} \\ \text{welches im statistischen} \\ \text{Mittel einmal in} \\ \text{200 Jahren auftritt} \end{array} + \begin{array}{l} \text{mittlerer} \\ \text{Meeresspiegelanstieg} \\ \text{extrapoliert für} \\ \text{Gültigkeitszeitraum} \end{array}$$

# Umsetzung in der Küstenschutzstrategie

Wasserstand W



[Regelwerk Küsten- und Hochwasserschutz M-V,  
Heft 2-4-12: Hydrodynamische Eingangsparameter]

# Umsetzung in der Küstenschutzstrategie

## Rahmenplan der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ für den Zeitraum 2015 - 2018

Sonderrahmenplan: Maßnahmen des Küstenschutzes in Folge  
des Klimawandels (2009 - 2025)



### Sonderrahmenplan:

- Berücksichtigung möglicher  
Auswirkung des Klimawandels auf die  
deutschen Küstenländer
- Erhöhung der jährlich zur Verfügung  
stehenden Mittel um 25%
- Defizite können schneller als bisher  
beseitigt werden
- Anteil des Bundes an der GAK – 70%



Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit !

Dank an Norman Dreier, TU HH, für die Grafiken aus dem  
gemeinsamen RAdOst- Projekt.



www.wasserundabfall.de

33. Jahrgang • Heft 10 • Oktober 2015

# WASSER UND ABFALL

BODEN - ALTSTÄTTE - UMWELTSCHUTZ

**BWK** die Umweltzeitschrift



**UMWELT**  
Der Weltklimarat IPCC – Risiko-  
motor und wissenschaftliche  
Basis von Klimapolitik **100** 16

**INTERVIEW**  
Vor Paris 2015  
Wo stehen wir beim  
Klimaschutz? **104** 14

**WASSER**  
Abhängigkeit zwischen der  
Kanalsanierungsprogramme und  
Tischprobenanalyse **107** 44

## Heft 10/2015

- Der Weltklimarat IPCC – Risikomotor  
und wissenschaftliche Klimapolitik  
-Vor Paris 2015: Wo stehen wir beim  
Klimaschutz