

Die Synergie von Klimaforschung und Küsteningenieurwesen: Forschung zum Umgang mit dem Sturmflutrisiko längs der Deutschen Nordseeküste

Hans von Storch
Institut für Küstenforschung,
Helmholtz Zentrum Geesthacht
und KlimaCampus Hamburg

 Helmholtz-Zentrum
Geesthacht
Zentrum für Material- und Küstenforschung

 clisap^o

Die Synergie von Klimaforschung und Küsteningenieurwesen

In diesen Zeiten, in denen sich die Perspektive des menschengemachten Klimawandels mit steigenden Temperaturen und Meeresspiegel, mit veränderten Niederschlagsmustern immer weiter manifestiert, und die Langfristperspektive des weiteren Wandels – auch im Falle einer erfolgreichen globalen Klimaschutzpolitik – sich immer deutlicher herauschält, wird endlich verstanden, dass Aufgabe jeder Klimapolitik nicht nur einer Neuaufstellung unseres Energiesystems ist sondern auch die **Verminderung der derzeitigen und in der Zukunft möglicherweise verschärften Bedrohung durch Naturgefahren.**

Die Synergie von Klimaforschung und Küsteningenieurwesen

Im Küstenraum entstehen Naturgefahren für Mensch und Gesellschaft, für Ökosysteme und Wirtschaft vor allem im Zusammenhang mit Meeresspiegelanstieg, und mit den Folgen von Stürmen, also Seegang, Sturmfluten und Erosion, aber auch in Kombination mit veränderten Niederschlagsmustern, etwa was Schwebstofffrachten in Ästuaren angeht.

Die Synergie von Klimaforschung und Küsteningenieurwesen

An dieser Stelle müssen die Kompetenzen der –

- **Klimaforschung**, mit ihrer Fähigkeit vergangene und zukünftige regionale und lokale Klimaänderungen zu diagnostizieren und zu projizieren, und

- des **Küsteningenieurwesens**, mit seiner Kompetenz im technischen Umgang mit dem Risiko von Naturgefahren umzugehen,
zusammen kommen.

Die Synergie von Klimaforschung und Küsteningenieurwesen

Klima, Klimavariabilität und Klimawandel beeinflussen diese Gefahren – ebenso wie andere Faktoren. Es ist die Aufgabe der **Klimaforschung** diese Variabilität und diesen Wandel zu beschreiben, die möglichen zukünftigen Entwicklungen zu skizzieren, und die Ursachen – ob natürlich oder menschengemacht – zu identifizieren. In einem weiteren Schritt ist das **Küsteningenieurwesen** gefragt, bei der Bestimmung anderer, lokaler Gründe; bei der Abschätzung, wie Bauten und andere Schutzmaßnahmen ausgelegt werden müssen und andere Ziele gleichzeitig verfolgt werden können.

Die Synergie von Klimaforschung und Küsteningenieurwesen

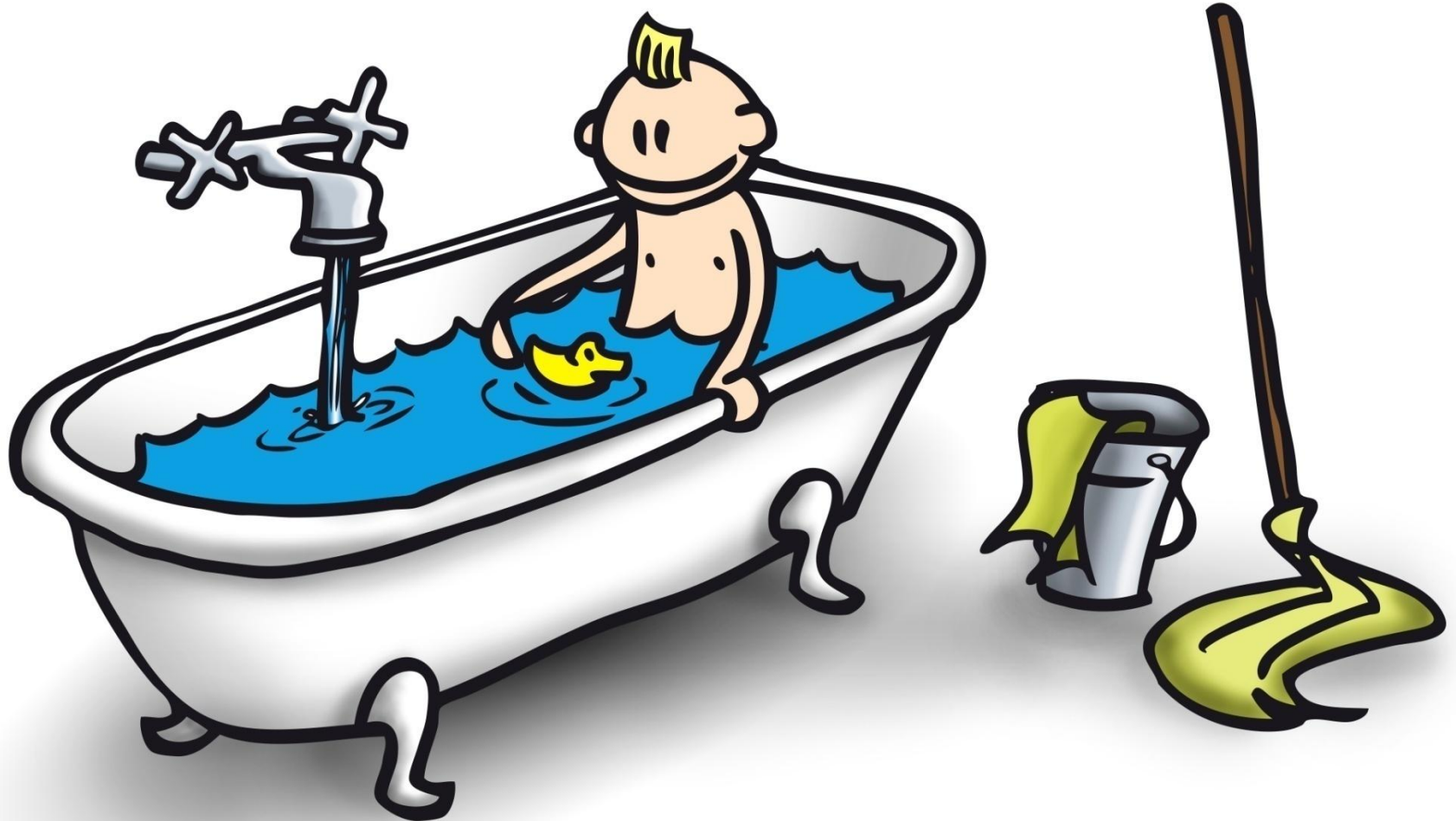
Nach anfänglichen Sprachschwierigkeiten zwischen den beiden Forschungsrichtungen, in denen es wie immer im transdisziplinären Umgang um verschiedene Konzepte und gleiche Worte mit verschiedener Bedeutung ging – sehen wir in diesen Tagen vermehrt eine Konvergenz mit regelmäßigem Austausch, gemeinsamen Projekten und Publikationen.

Und jetzt ...

Herausforderung
Sturmfluten



Das Badewannen-Problem





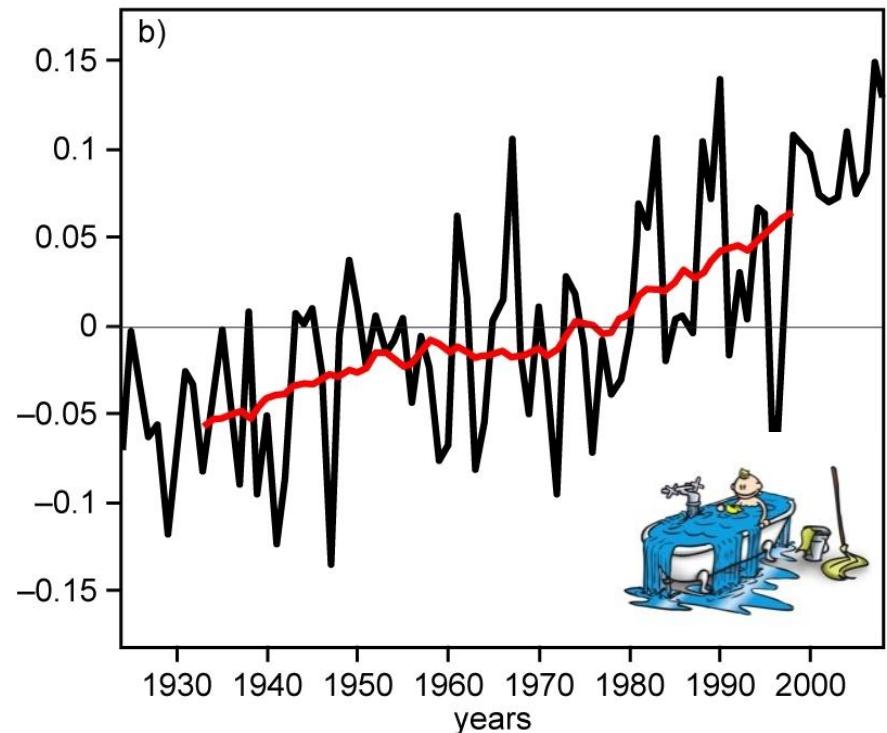
Graphik: Michael Schrenk



Graphik: Michael Schrenk

Derzeit mehr Wasser in der Wanne?

- Global gesehen ist der Meeresspiegel um ca. 20 cm im vergangenen Jahrhundert gestiegen. Hier wird eine Beschleunigung zum Ende des 20ten Jahrhunderts konstatiert.
- Für die Deutsche Bucht gilt eine ähnliche Zahl. Eine Beschleunigung ist nicht festzustellen.

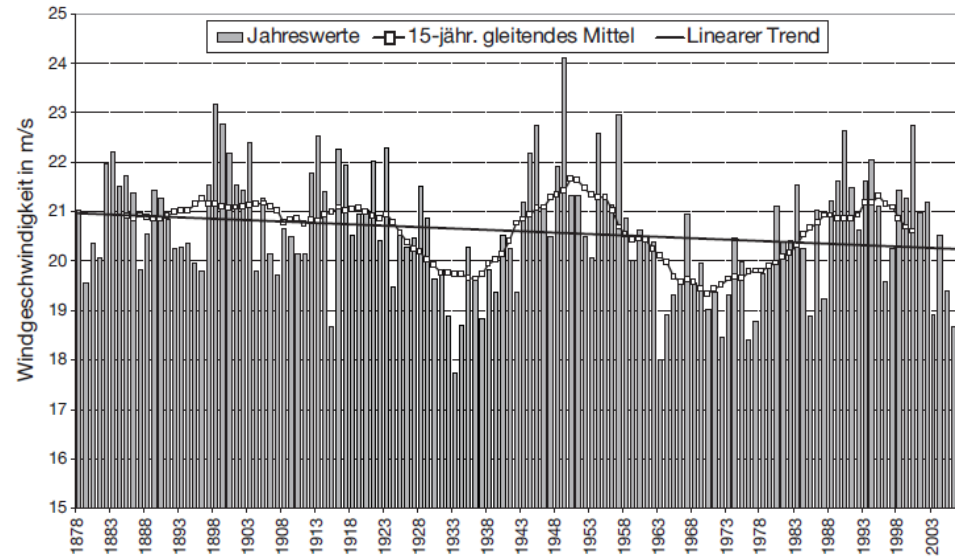


Anstieg des Meeresspiegels in der Deutschen Bucht
(Albrecht, Wahl, Jensen, Weisse, 2010)



Bisher Kind lebhafter geworden?

- Sturmtätigkeit variiert von Jahr-zu-Jahr, von Jahrzehnt zu Jahrzehnt.
- Sturmtätigkeit spiegelt sich am besten an Windstatistiken.
- Veränderlichkeit von Windstatistiken über viele Jahre kaum beschreibbar.
- Daher Stellvertretergrößen – z.B. Druckgradienten.
- **Keine** Tendenz zu höheren Werten seit 1878.

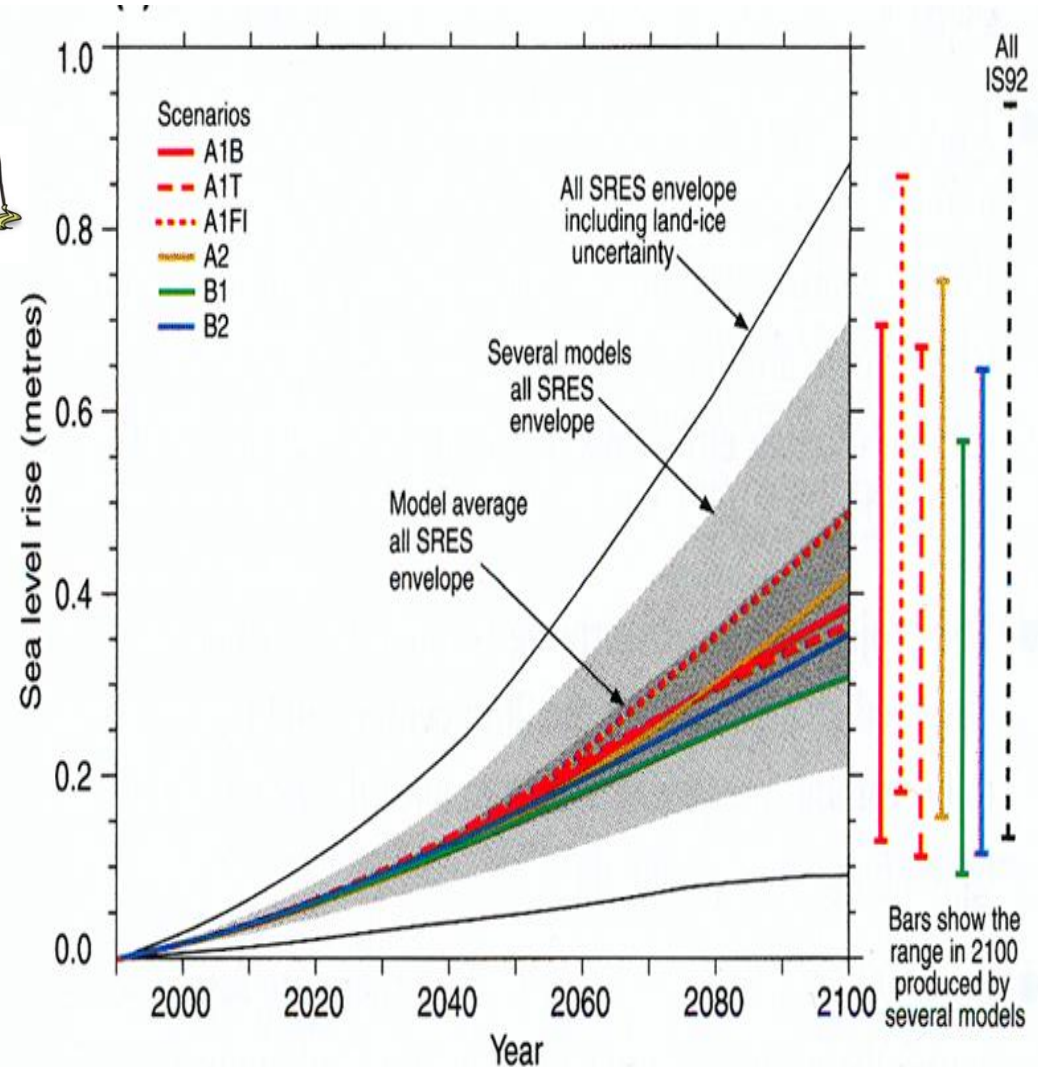


*Jährliche 90%-ile der Geschwindigkeit des geostrophischen Windes für die Deutsche Bucht zwischen 1878 und 2007
(Hamburger Klimabericht, 2010).*



Zukünftig mehr Wasser in der Wanne?

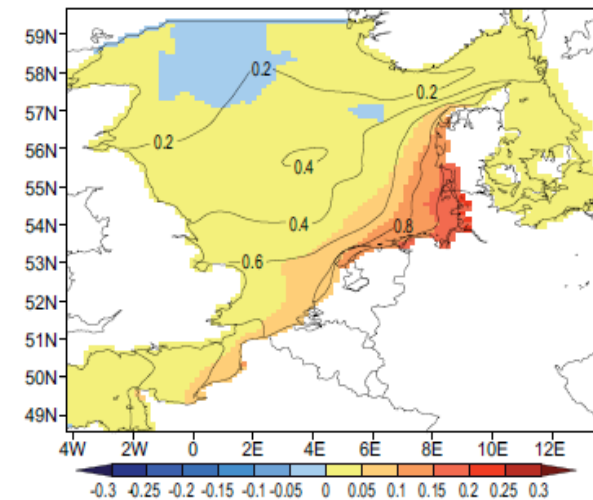
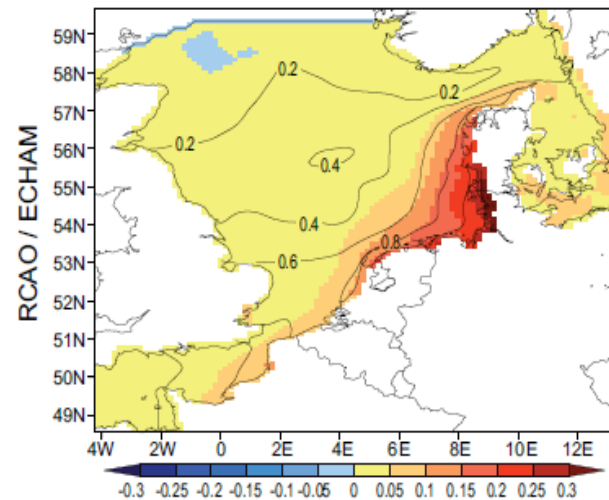
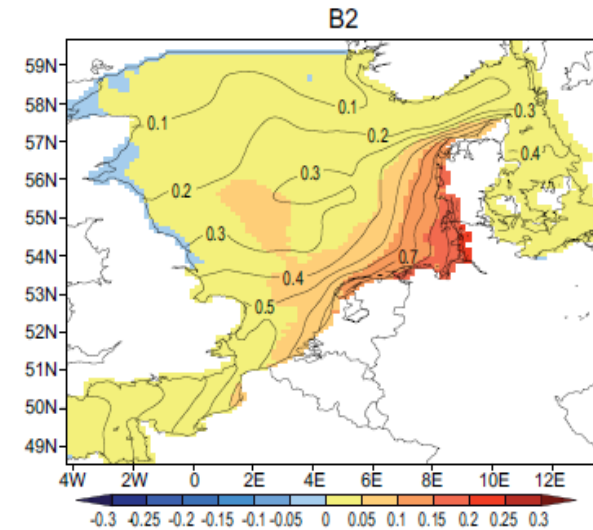
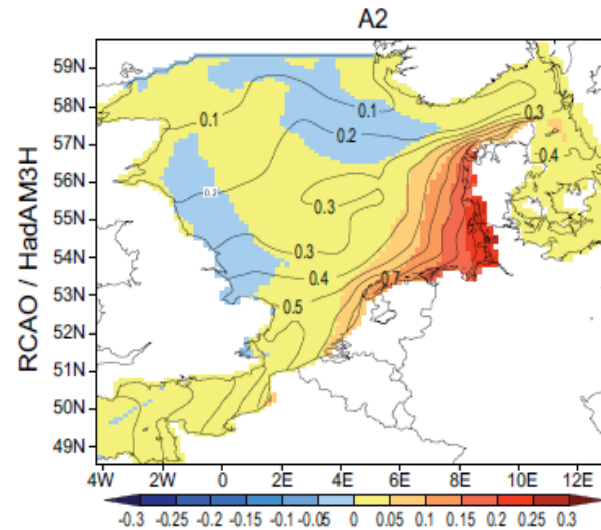
- Abschätzung durch IPCC 2001.
- Anstieg wird weiter zunehmen.
- Je stärker die Emissionen, desto stärker der Anstieg.
- 20-80 cm plausibel und möglich
- Hohe Unsicherheit.
- Anstieg endet nicht 2100, sondern setzt sich in die absehbare Zukunft fort.



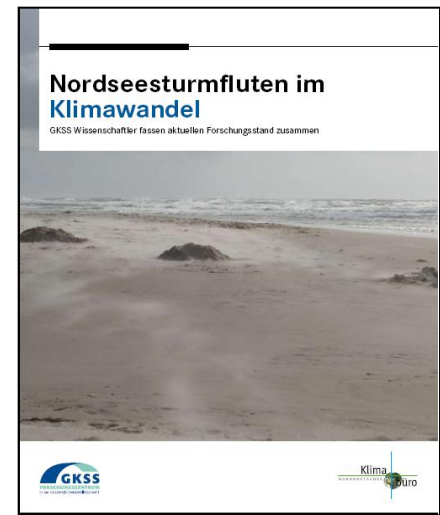


Kind zukünftig lebhafter?

- Szenariorechnungen mit Downscaling Hierarchie.
- Kind wird etwas lebhafter – zum Ende 2010 bis zu 25 cm.
- *Ensemble von Szenarien der Änderung jährlicher 99,5%-ile des Windstaus in 2071–2100 relativ zu 1961–1990.*
Oben/unten: Antrieb mit regionalisierten Windfeldern aus dem globalen HadAM3H/ECHAM Modell.
Links/rechts: Für das A2/ B2 Emissionsszenario.
Hamburger Klimabericht (2010)



Stellungnahme für Ausschuß des SH Landtages, 2009

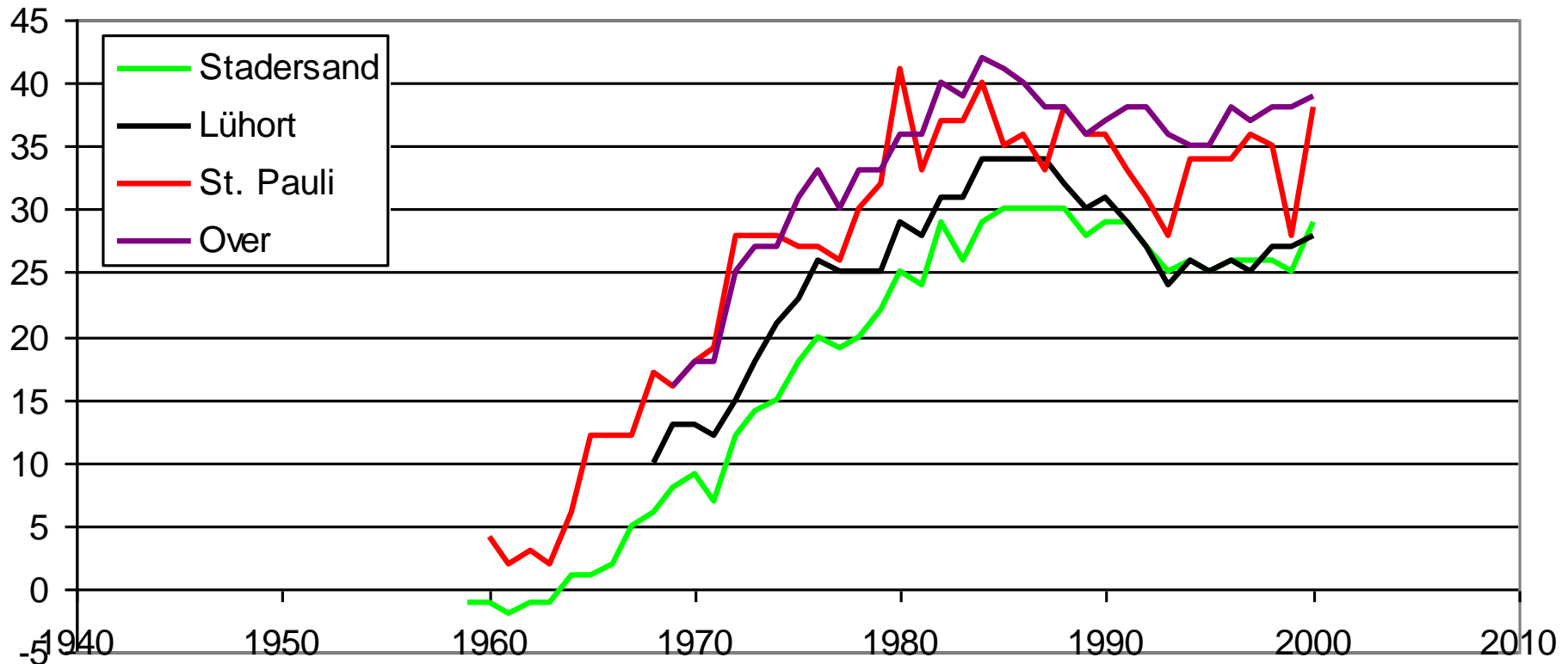


Wesentliche Faktoren, die Sturmflutwasserstände langfristig ändern können	Änderungen bisher (1907-2006)	Mögliche Änderungen bis 2030	Mögliche Änderungen bis 2100
Globaler mittlerer Meeresspiegelanstieg	→ ca. 2 dm	→ ca. 1-2 dm	→ ca. 2-8 dm
Meteorologisch bedingter Anteil des Sturmflutwasserstandes	→ keine	→ ca. 0-1 dm	→ ca. 1-3 dm
Regionaler und lokaler Meeresspiegelanstieg	→ ca. 2 dm	→ bisher unbekannt	→ bisher unbekannt
Wellenauflauf	→ keine	→ bisher unbekannt	→ bisher unbekannt
Gezeitenregime	→ regional sehr unterschiedlich	→ bisher unbekannt	→ bisher unbekannt
Topographie	→ regional sehr unterschiedlich	→ bisher unbekannt	→ bisher unbekannt

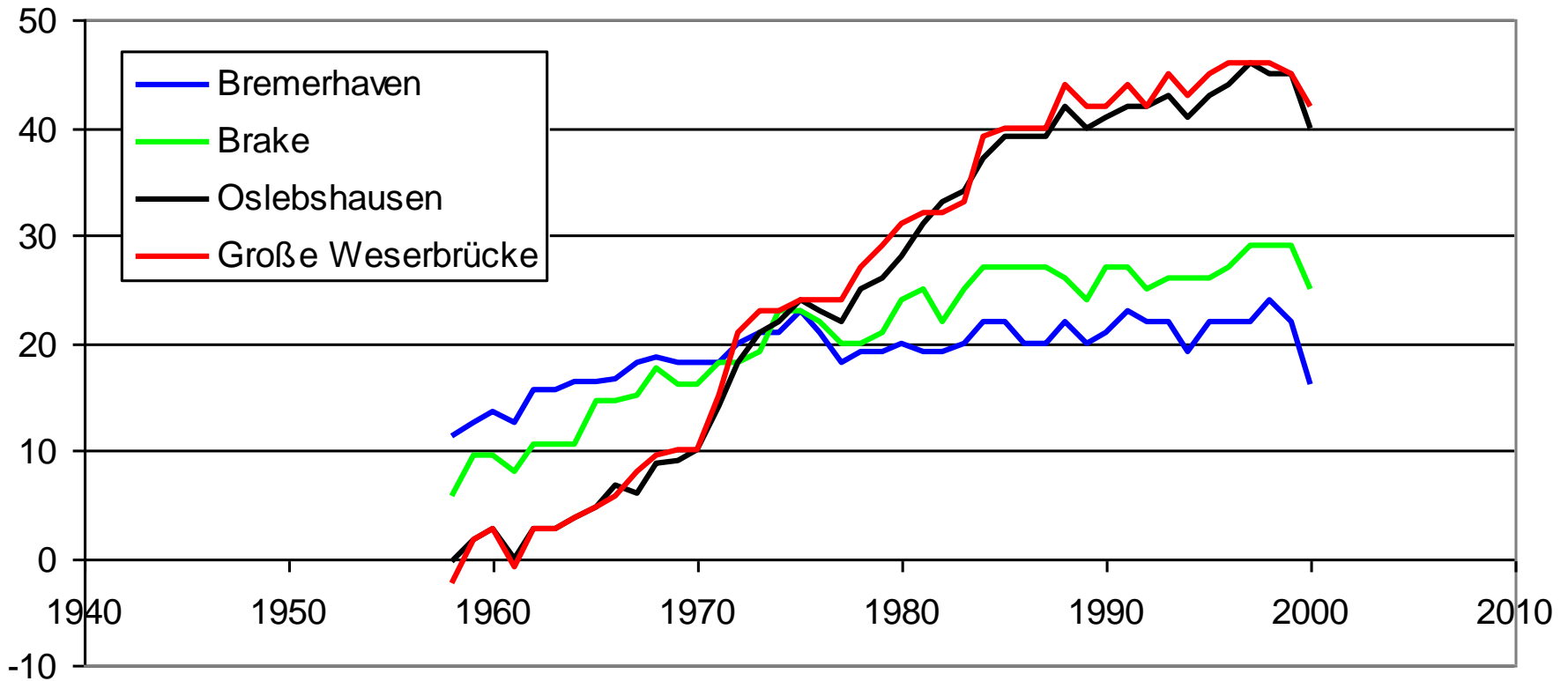


Quelle: GKSS, 2009 : **Nordseesturmfluten im Klimawandel**. GKSS Wissenschaftler fassen aktuellen Forschungsstand zusammen.

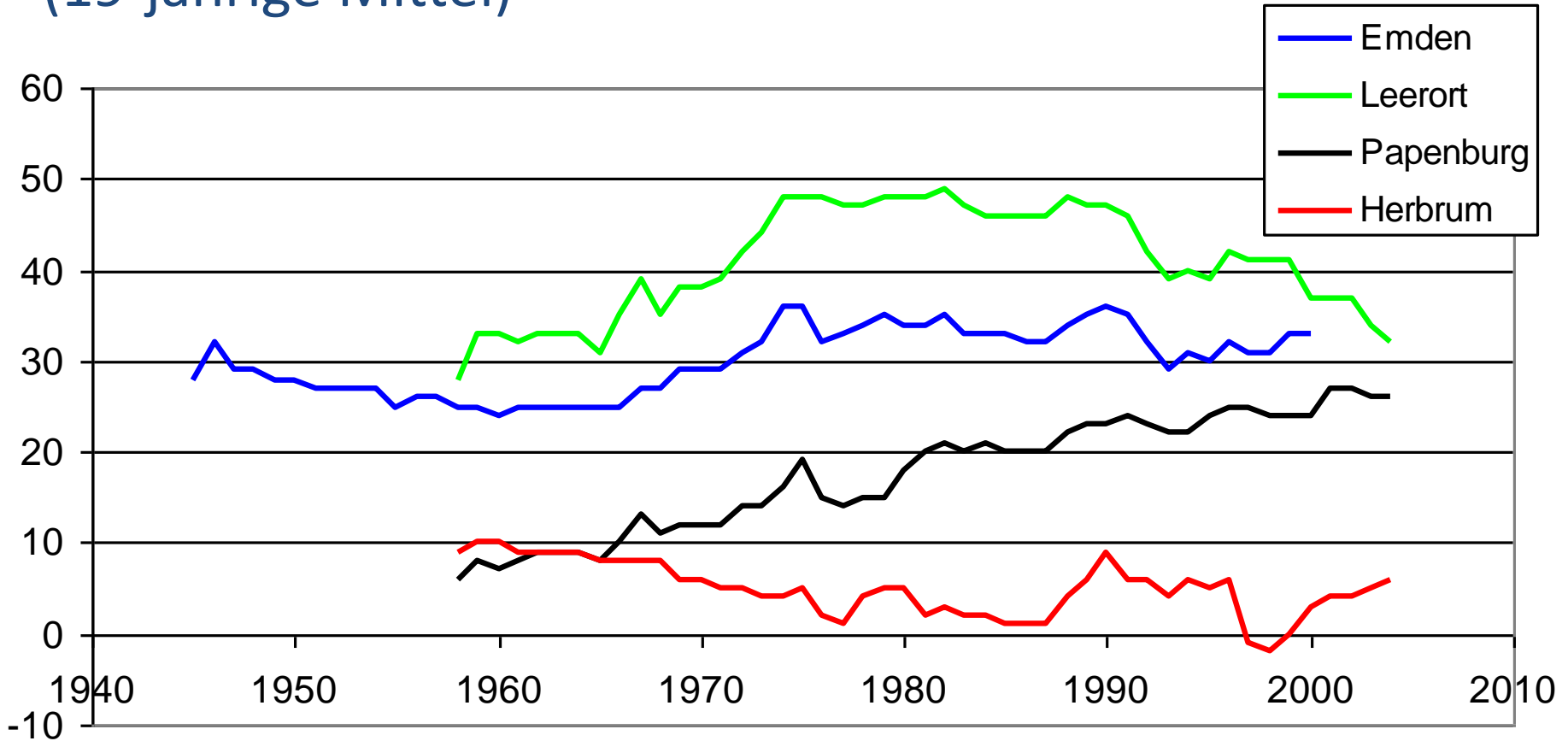
Elbe Ästuar: Differenz der 99.5%ile des Tidenhochwassers an verschiedenen Pegeln im Vergleich zu Cuxhaven (19-jährige Mittel)



Weser Ästuar: Differenz der 99.5%ile des Tidenhochwassers an verschiedenen Pegeln im Vergleich zu Alte Weser/Roter Sand (19-jährige Mittel)



Ems Ästuar: Differenz der 99.5%ile des Tidenhochwassers an verschiedenen Pegeln im Vergleich zu Borkum (19-jährige Mittel)



Sondersituation in den Ästuaren

- In allen drei Ästuaren sind die Sturmfluthöhen stromauf seit den 1960er Jahren z.T. deutlich angestiegen.
- Diese Änderungen sind mit baulichen Maßnahmen in Verbindung zu bringen.
- Die baulichen Maßnahmen beziehen sich auf Küstenschutz und Schiffbarkeit.
- Der installierte Küstenschutz hat mit diesem zusätzlichen Bedrohungspotential bisher umgehen können.
- Möglicherweise lässt sich in den Ästuaren die künftige klimabedingte Verschärfung der Sturmflutgefahr teilweise durch entsprechende Baumaßnahmen ausgleichen („Tide-Elbe Projekt“ von HPA und WSVen).

Verschiedene Zeithorizonte

Beispiel: **Nordfriesland** –

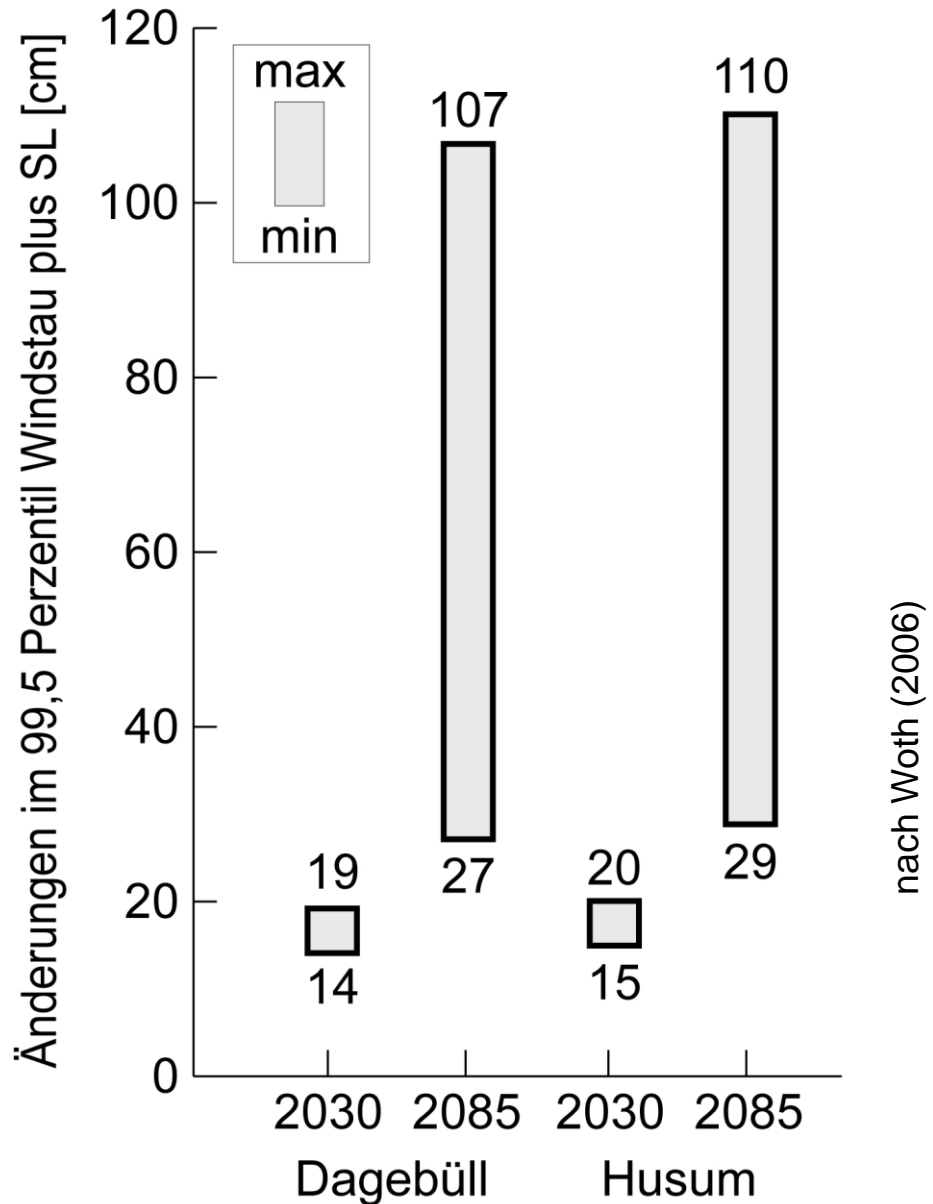
Implementation neuer Strategien –

Nähere Zukunft, z.B. **2030**:

(noch) nicht nötig;

weitere Zukunft, z.B. **2085**:

durchaus denkbar.



Unsicherheiten

- Die Unsicherheiten in der Abschätzung von Kenndaten für zukünftige Bemessungsgrenzen sind erheblich.
- Vor allem wegen des mittleren Meeresspiegels, dessen Entwicklung nicht nur abhängig von zukünftigen Emissionsmustern sondern auch von der Zukunft der großen Eisschilde Grönland und Antarktis.
- Diese Unsicherheit wird auf absehbare Zeit kaum vermindert werden.
- Regionale Maßnahmenplanung muß daher flexibel ausfallen, um mit diesen nur graduell verminderten Unsicherheiten umgehen zu können.



Mögliche Maßnahmen?



Wellenüberlauf am Deich – Belastungsreserven

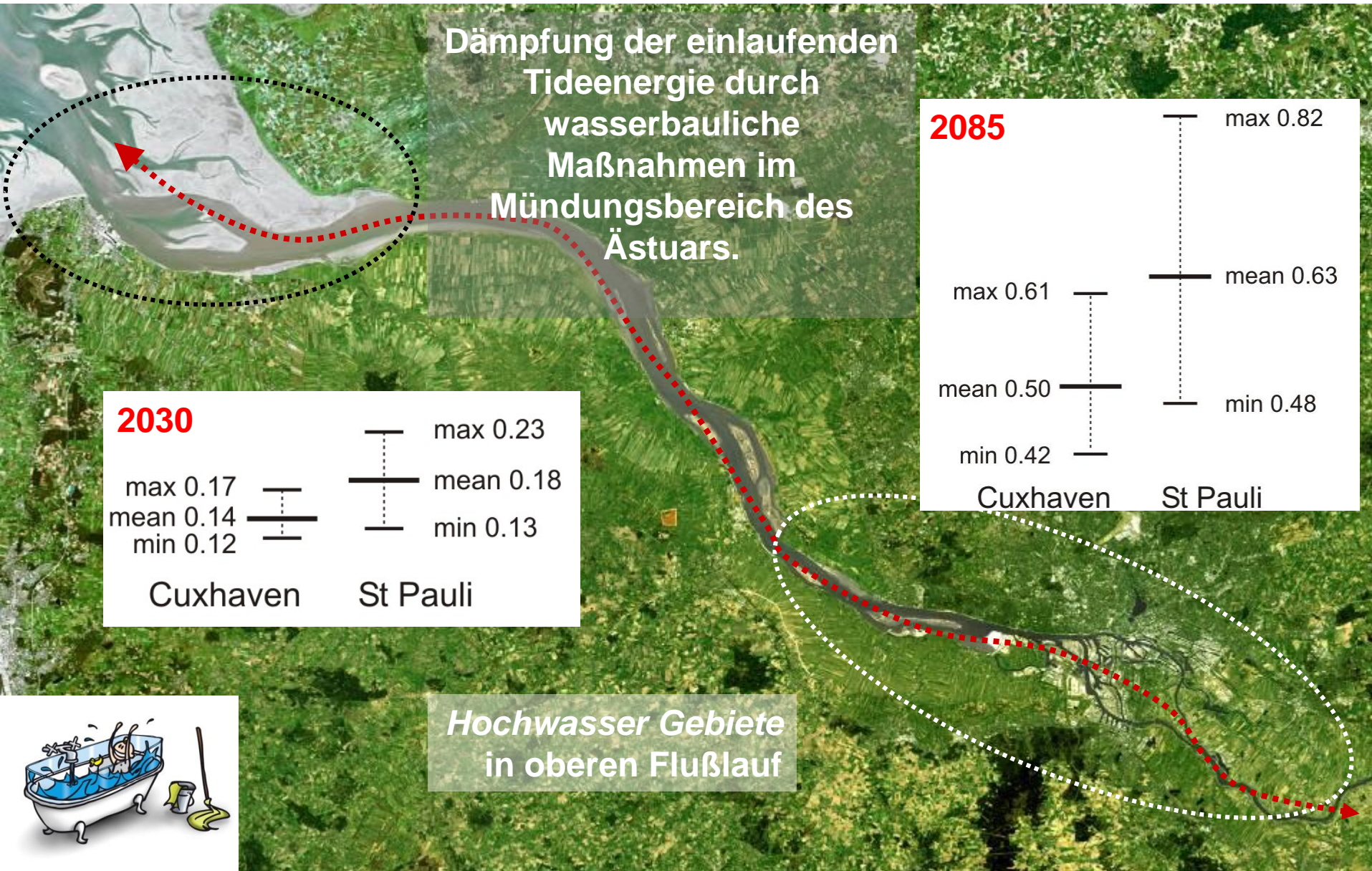


Ergebnisse der Überlauftests in Delfzijl

- Keine Schäden an der Grasnarbe
bis 50 l / (m · s)
- Funktionserhalt bis 50 l (m · s)
nach künstlicher Vorschädigung
- Nach Generalplan Schleswig-Holstein
derzeit akzeptabel: 2 l/(m·s)



Minderung von Sturmfluthöhen (und gleichzeitig des Sedimenttransports) in der Elbe und in Hamburg





Terrestrial buildings

Amphibious buildings

Inner dike line of
flood compartment

Main levee line



↑ adaptation to flooding by
dry- and wet-proofing

↑ adaptation to flooding by floatable
buildings and buildings on piles

Zusammenfassung

- Sturmfluten sind eine reale Gefahr an den deutschen Küsten.
- Klimawandel und Wasserstrassenausbau bewirken Änderungen der Sturmflutgefahren.
- Der Bereich der Nordsee ist ein der besten untersuchten Gebiete der Welt – weder eine Beschleunigung des regionalen Meeresspiegels noch ein signifikante Verstärkung der Sturmtätigkeit sind bisher dokumentiert worden.
- Für die Zukunft sind Änderungen zu erwarten, primär beim mittleren Wasserstand, sekundär bei Stürmen.
- Baubedarf zeichnet sich für die Zeit nach 2030 ab.
- Beratungsbedarf besteht ab sofort.
- Neben der Verstärkung traditioneller Maßnahmen müssen neue Anpassungsoptionen entwickelt und geprüft werden, etwa:
 - Dämpfung der Tidenenergie in Ästuaren.
 - Verbesserten Design von Deichen (etwa im Hinblick auf Kleibelegung).
 - Kaskadierende Gebietsaufteilung für den Versagensfall

Sturmfluten:

Wissen über Risiken und den Umgang damit

- Eine Herausforderung für die Menschen an der Küste.
- Eine Herausforderung an die Klimaforschung, Risiken und deren Änderungen zu quantifizieren.
- Eine Herausforderung an das Küsteningenieurwesen, Risikoabschätzungen in praktischen Umgang umzusetzen.
- Eine Herausforderung an die Wissenschaft, die disziplinären Grenzen zwischen Natur- und Technikwissenschaften zu überwinden.
- Eine Herausforderung an die Wissenschaft, einen rationalen Dialog mit Öffentlichkeit und Entscheidern jenseits vom Alarmismus aufzubauen.

Brückenbauer ...

- Ozeanographie und Küsteningenieurwesen haben sich nicht wirklich zur Kenntnis genommen
- Ein früher Brückenbauer:
Jürgen Sündermann - Professor am Lehrstuhl für Strömungsmechanik der Universität Hannover, 1971-78
- Professor für Ozeanographie, Instituts für Meereskunde, Universität Hamburg, 1978-2003
- Jürgen Sündermann hat mir persönlich ermöglicht, den Zugang zu Kollegen im Küsteningenieurwesen zu finden und aufzubauen.
- **Dieser Zugang ist für mich sehr bereichernd.**

