

Sturmfluten in Hamburg – aber sicher!

40 Jahre Sturmflut 1976

– gestern, heute, morgen –

Peter Fröhle
Institut für Wasserbau
Technische Universität Hamburg (TUHH)

WAS WAR – WAS IST – **WAS KOMMT**

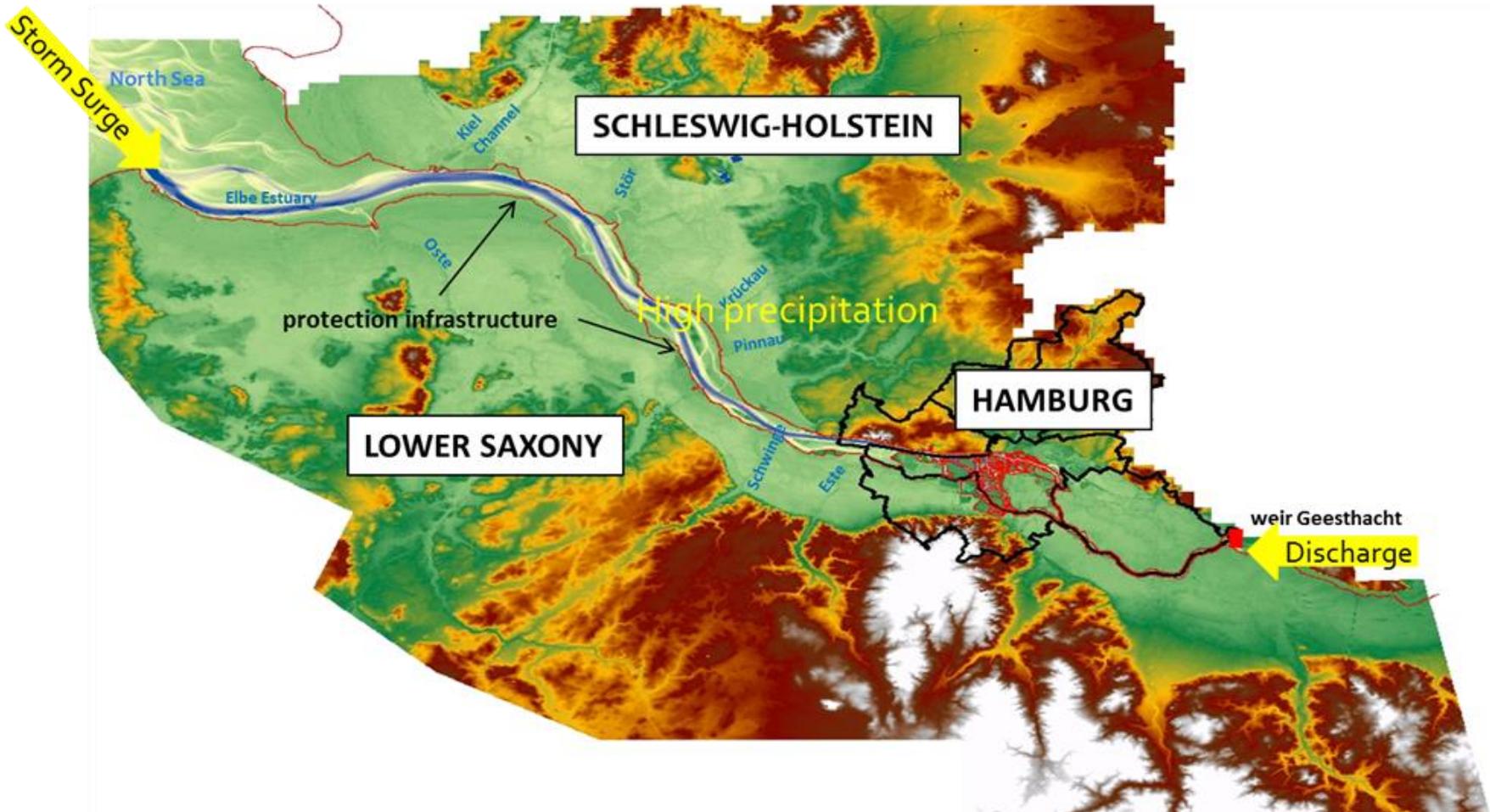
Hochwasserschutz der Zukunft

Peter Fröhle
Institut für Wasserbau
Technische Universität Hamburg (TUHH)

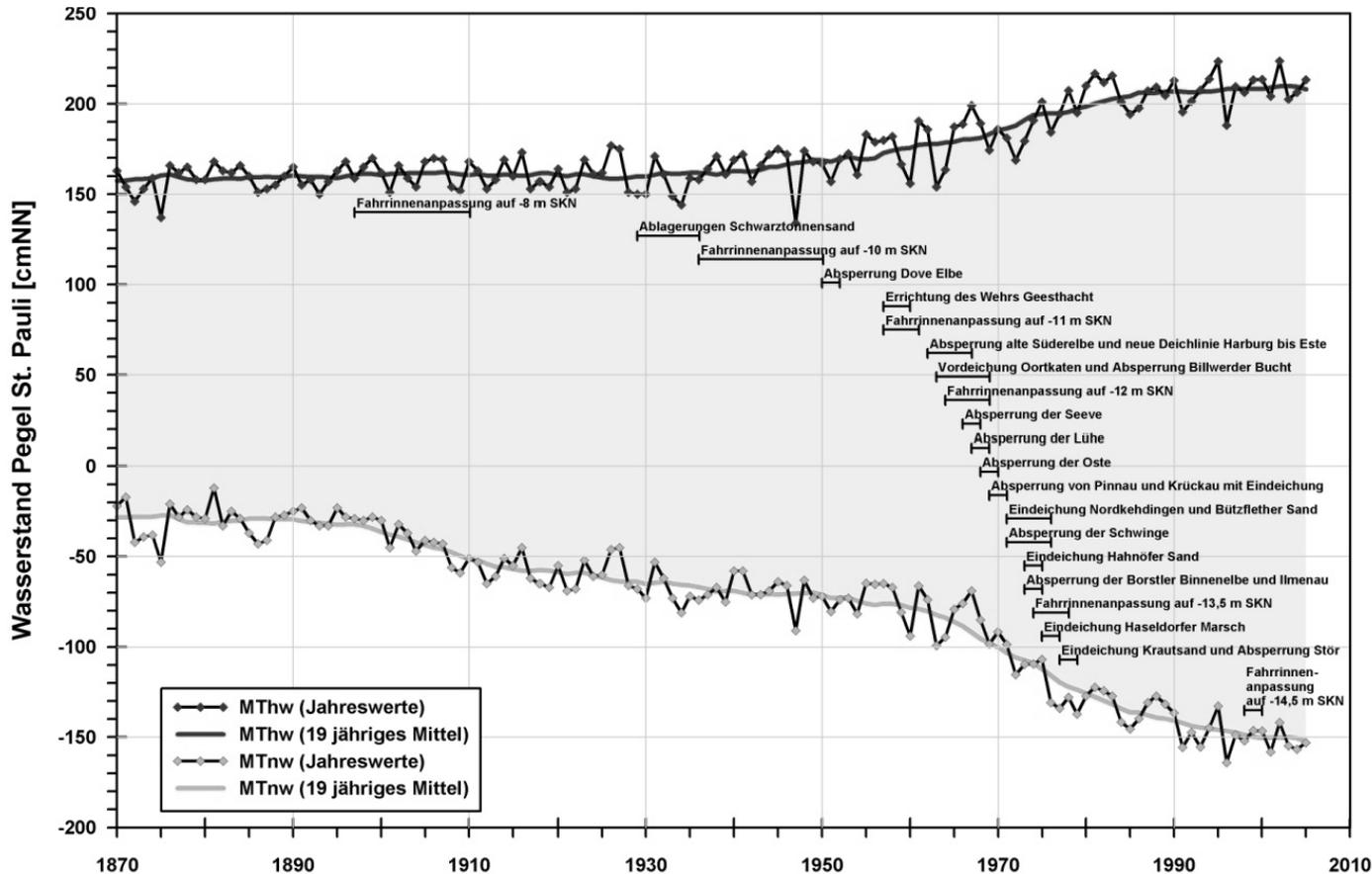
Inhalte

- Fragestellung und grundsätzliche Einflüsse auf Wasserstände
- Klimawandel, Unsicherheiten und Konsequenzen für den Hochwasserschutz
- Küstenschutzstrategien
- Mögliche Konzepte
- Ausgewählte Beispiele
- Fazit

Das Elbe Ästuar - Überblick



Einfluss der Nutzungen auf mittlere Tidewasserstände in Ästuaren

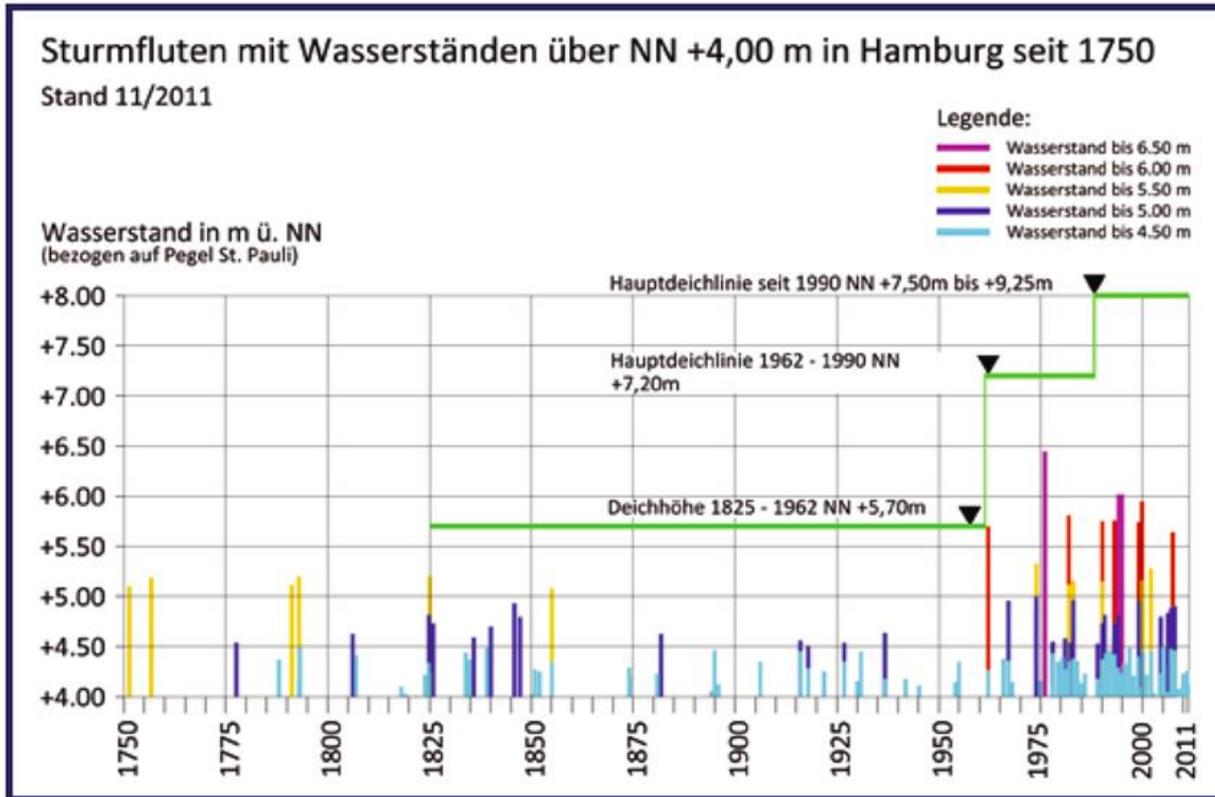


Strotmann & Fickert, 2009

Vertiefung der Zufahrt & Deichbau / Sperrwerksbau

- Verstärkung der Tidewelle
- Verstärkung der Sturmfluten
- Erhöhung des Bemessungswasserstands
 - vor 1962: NHN + 6.00m
 - nach 1976: NHN + 7.30m
 - derzeit: NHN + 8.10m (2013)

Einfluss von Nutzungen auf (extreme) Sturmflutwasserstände

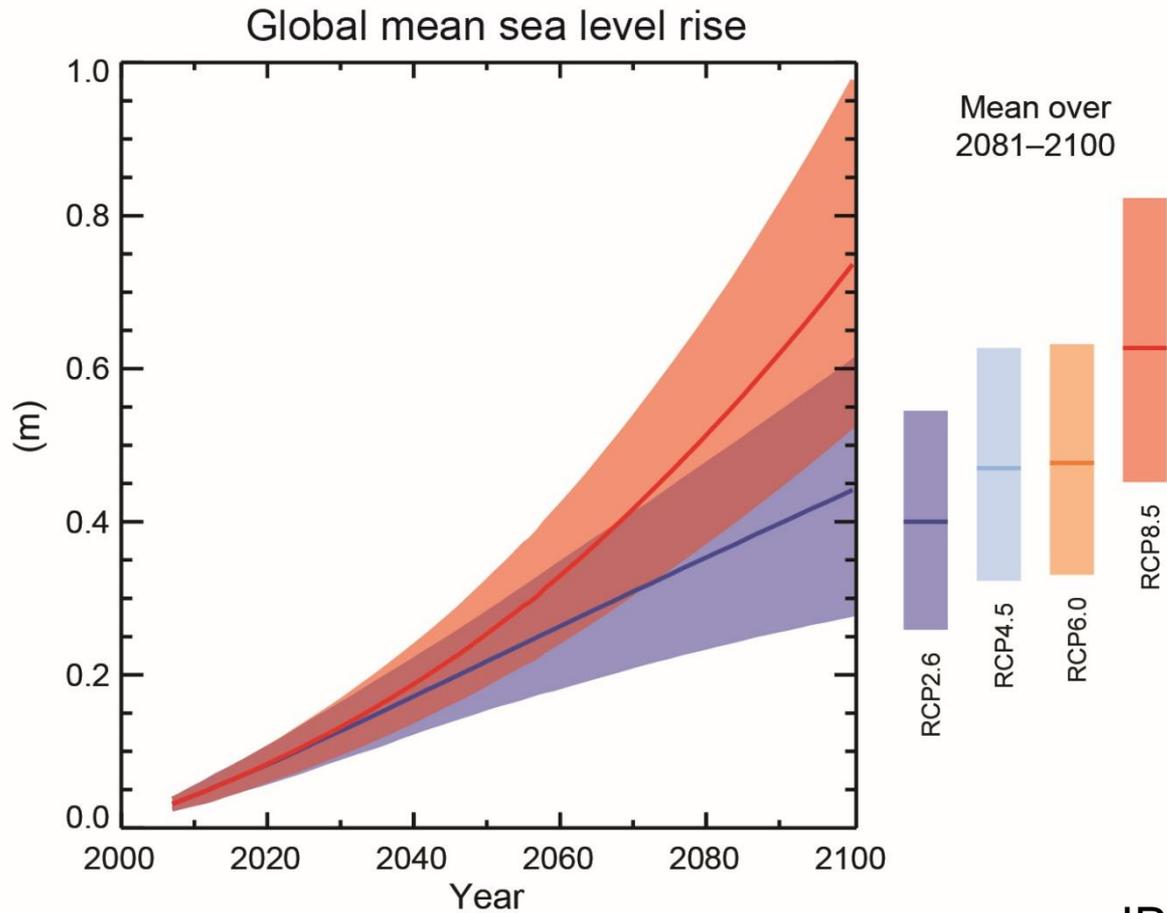


Quelle LSBG

Vertiefung der Zufahrt & Deichbau / Sperrwerksbau

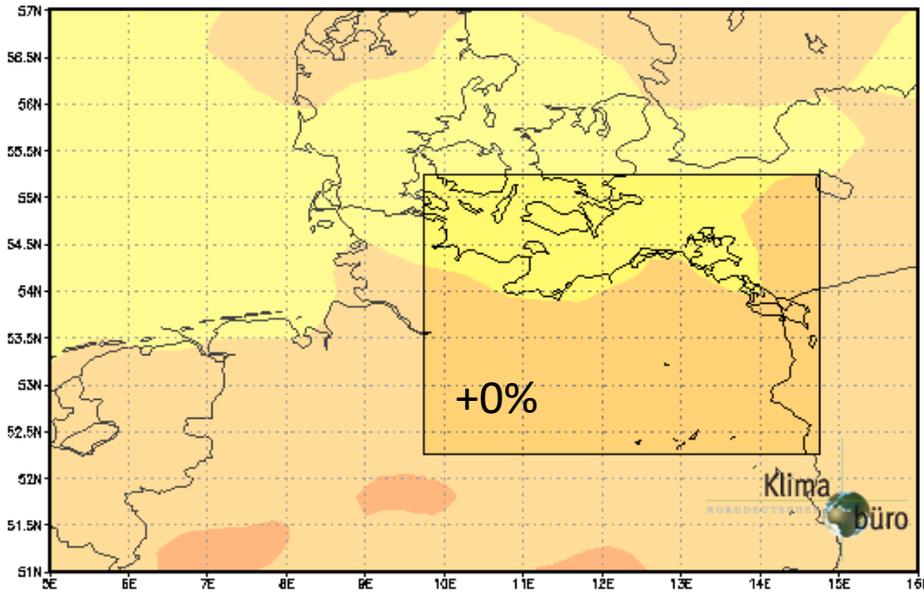
- Verstärkung der Tidewelle
- Verstärkung der Sturmfluten
- Erhöhung des Bemessungswasserstands
 - vor 1962: NHN + 6.00m
 - nach 1976: NHN + 7.30m
 - derzeit: NHN + 8.10m (2013)

Klimawandel – Veränderungen der Wasserstände



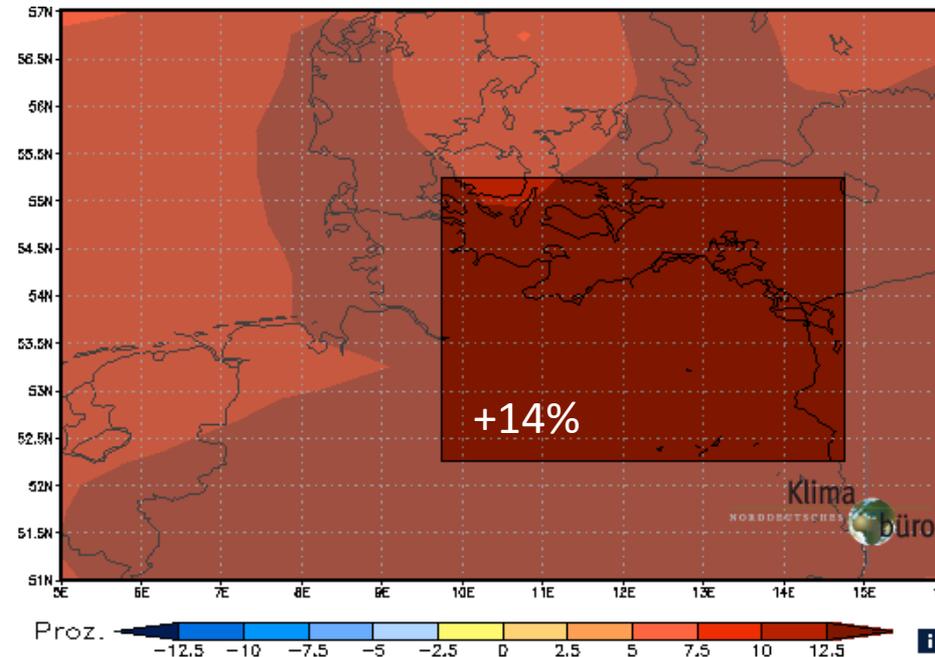
IPCC, 5th AR, 2013

Klimawandel - Veränderungen der Sturmintensität



Mögliche geringste Zunahme

Mögliche größte Zunahme



Quelle: Norddeutsches Klimabüro

Folgen des Klimawandels für den Küstenschutz

Veränderungen:



- Windverhältnisse
- Temperaturen
- Niederschläge



- Wasserstandsverhältnisse
- Seegangsklima
- Sturmintensität und –häufigkeit

Folgen:



- Veränderte Sedimenttransporte
- Veränderte Bauwerksbelastungen

Geänderte Anforderungen für den Küstenschutz

Generelle Strategien des Hochwasserschutzes

Grundsätzlich gibt es insgesamt fünf Küstenschutzstrategien:

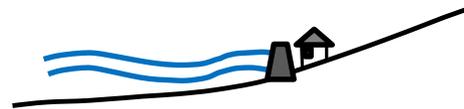
➤ Null-Option



➤ Geordneter Rückzug



➤ Halten der Linie



➤ Vorwärtsverteidigung



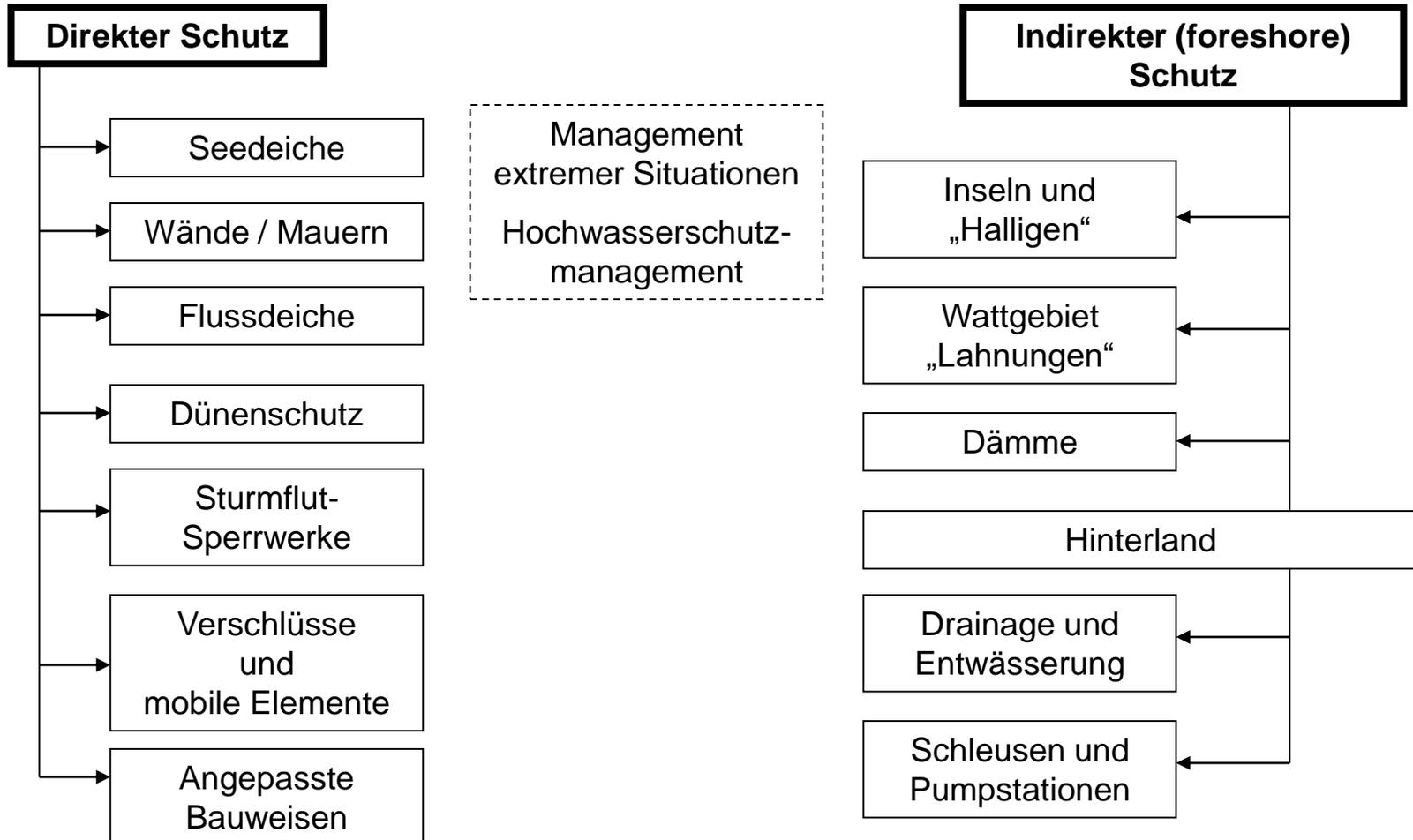
➤ Beschränkter Eingriff



nach IPCC, CZMS, 1990

SCHUTZ GEGEN HOCHWASSER UND STURMFLUTEN

- Überblick technische Maßnahmen -



Optionen für den Hochwasserschutz

Überflutungsrisiko = Eintrittswahrscheinlichkeit Überflutung x Konsequenz
(Schaden)

- Risiko begrenzen => Konsequenzen vermindern
 => Erhöhung der Resilienz von Systemen
 - Konsequenzen / Schäden / Schadenspotentiale vermindern =>
hochwasserangepasste Bauweise
- Risiko begrenzen => Eintrittswahrscheinlichkeit vermindern
 => Erhöhung der Überflutungssicherheit
 - Sturmflutwasserstände senken
 - Hochwasserschutzanlagen erhöhen

Optionen für den Hochwasserschutz

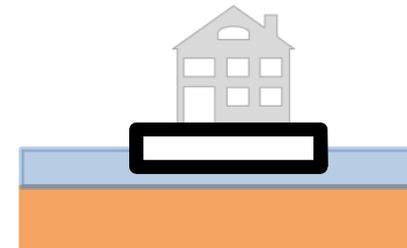
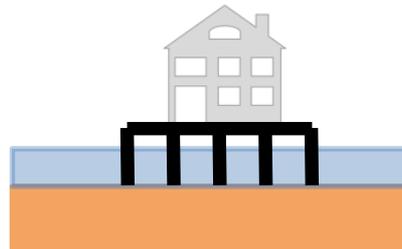
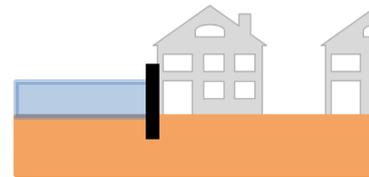
Überflutungsrisiko = Eintrittswahrscheinlichkeit Überflutung x Konsequenz
(Schaden)

- Risiko begrenzen => Konsequenzen vermindern
 => Erhöhung der Resilienz von Systemen
 - Konsequenzen / Schäden / Schadenspotentiale vermindern =>
hochwasserangepasste Bauweise
- Risiko begrenzen => Eintrittswahrscheinlichkeit vermindern
 => Erhöhung der Überflutungssicherheit
 - Sturmflutwasserstände senken
 - Hochwasserschutzanlagen erhöhen

Konsequenzen vermindern: hochwasserangepasste Bauweisen

Gebäude oder **Infrastruktur**

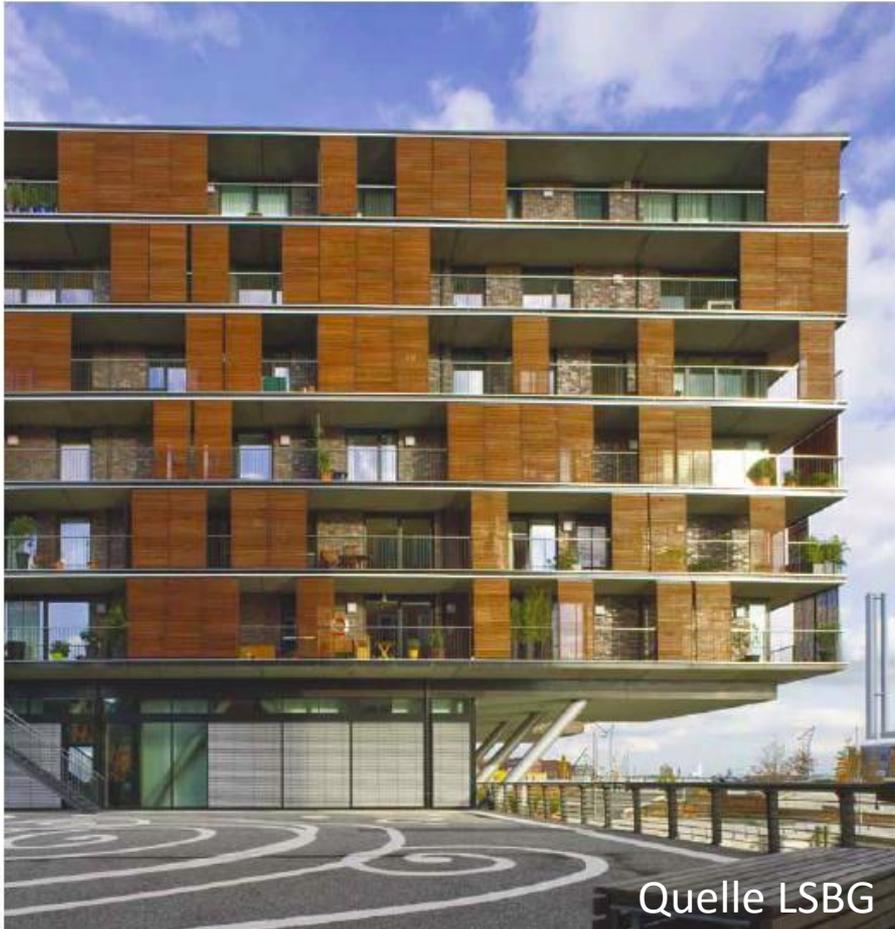
- als wasserdichte Konstruktion
- als Hochwasserschutzmauer oder Deich
- auf Stelzen
- schwimmend



Hochwasserangepasstes Bauen – Gebäude als Hochwasserschutzmauer - Fluttore / Beispiel Landungsbrücken



Hochwasserangepasste Bauweisen – wasserdichte Bauweisen HafenCity - Hamburg



Mobiler Hochwasserschutz, Beispiel Heiligendamm



Schwimmende / amphibische Häuser



Floating cities



Floating cities



inhabitat.com

Optionen für den Hochwasserschutz

Überflutungsrisiko = Eintrittswahrscheinlichkeit Überflutung x Konsequenz (Schaden)

- Risiko begrenzen => Konsequenzen vermindern
 => Erhöhung der Resilienz von Systemen
 - Konsequenzen / Schäden / Schadenspotentiale vermindern => hochwasserangepasste Bauweise
- Risiko begrenzen => Eintrittswahrscheinlichkeit vermindern
 => Erhöhung der Überflutungssicherheit
 - Hochwasserschutzanlagen verstärken / Schutzniveau erhöhen
 - Sturmflutwasserstände senken

Deicherhöhung / Deichverstärkung

Deich überlaufsicher



Deicherhöhung mit Mauer



Deicherhöhung landseitig

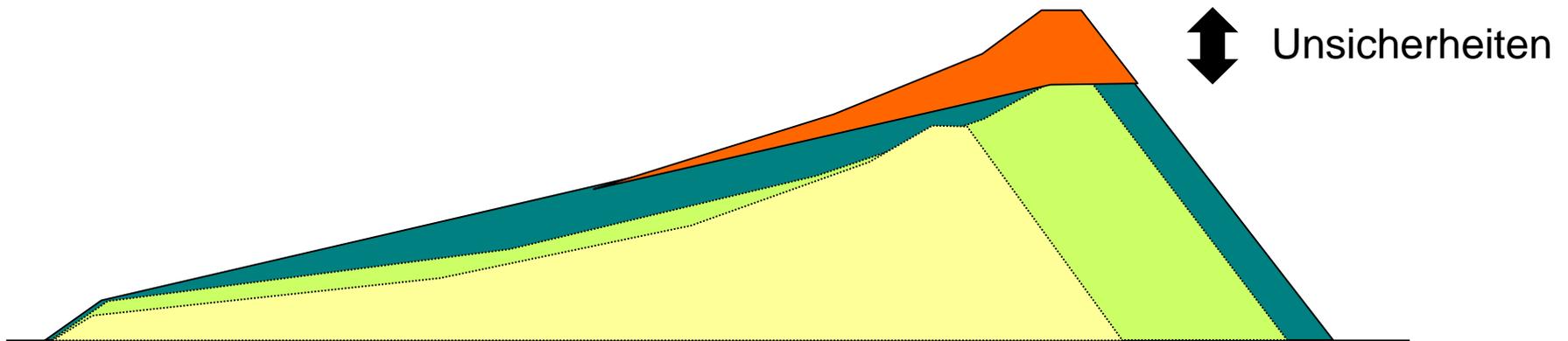


Deicherhöhung seeseitig



Deicherhöhung / Deichverstärkung Klimaprofil SH - Prinzip Baureserve

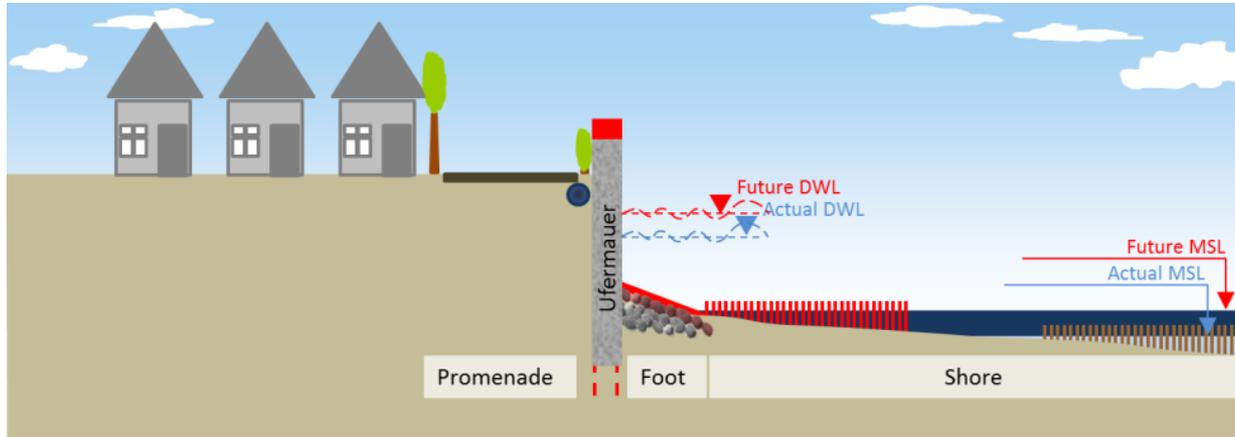
Hochwasserschutz der Zukunft



- Baureserve für zusätzlichen Meeresspiegelanstieg
- Angepasstes Deichprofil (für Baureserve)
- - - Deichverstärkung nach Generalplan Küstenschutz 2001 (mit Klimazuschlag von 50 cm)
- - - Zu verstärkender Deich

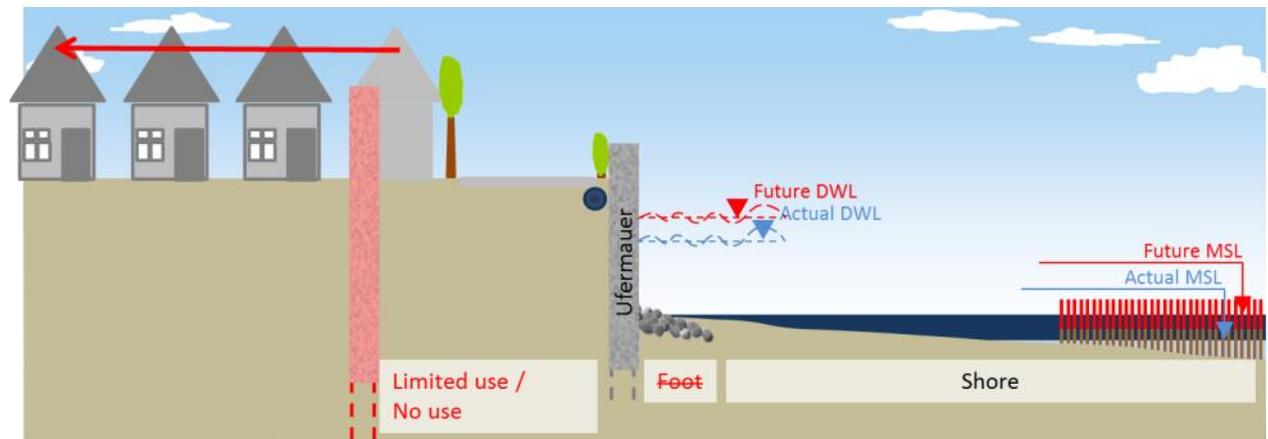
Quelle LKN SH

Erhöhung und Verstärkung von Hochwasserschutzmauern



In der
Schutzlinie

Schutzlinie
rückverlegt



Verstärkung von senkrechten Schutzanlagen => Fluttore

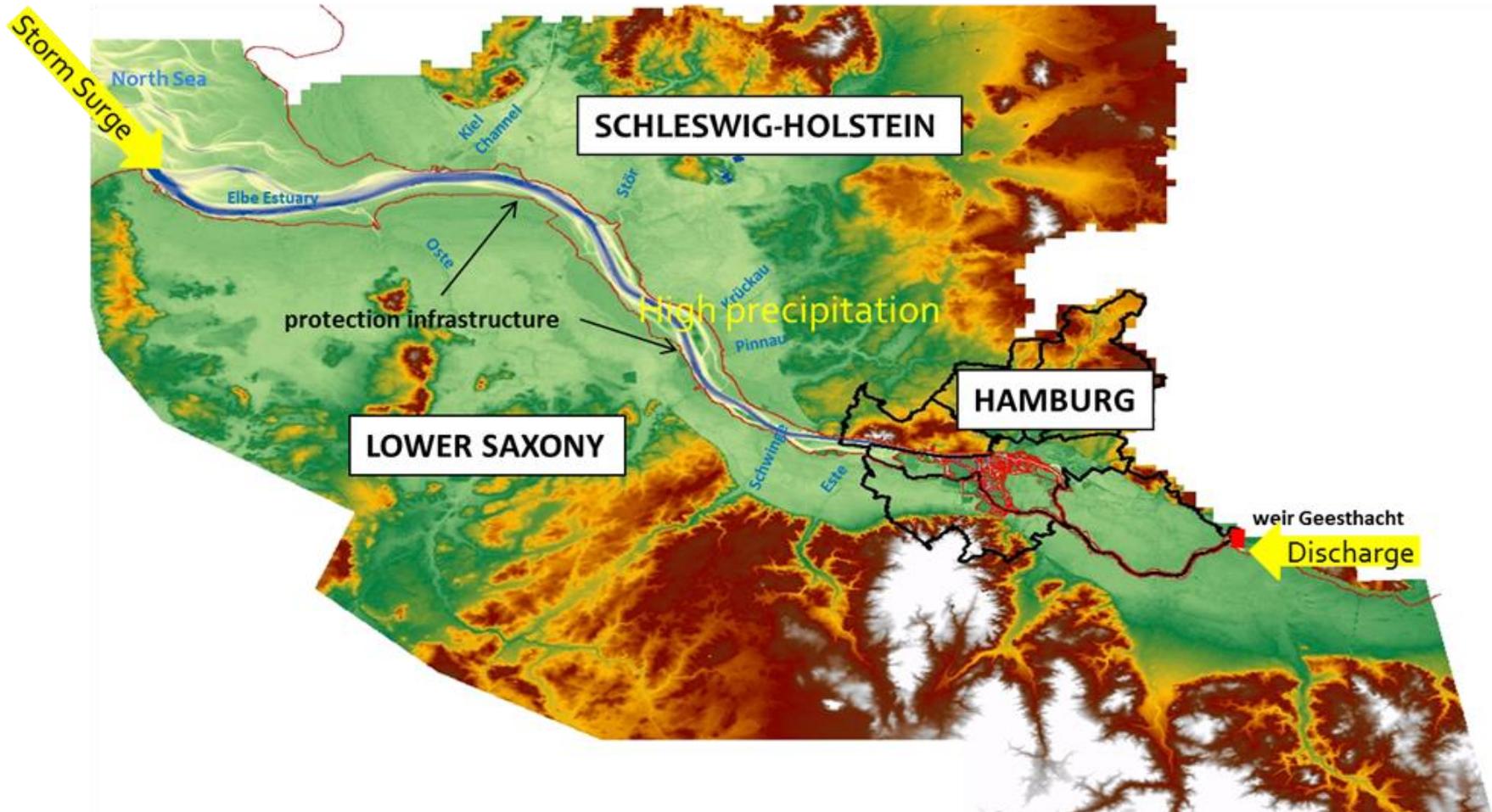


Optionen für den Hochwasserschutz

Überflutungsrisiko = Eintrittswahrscheinlichkeit Überflutung x Konsequenz
(Schaden)

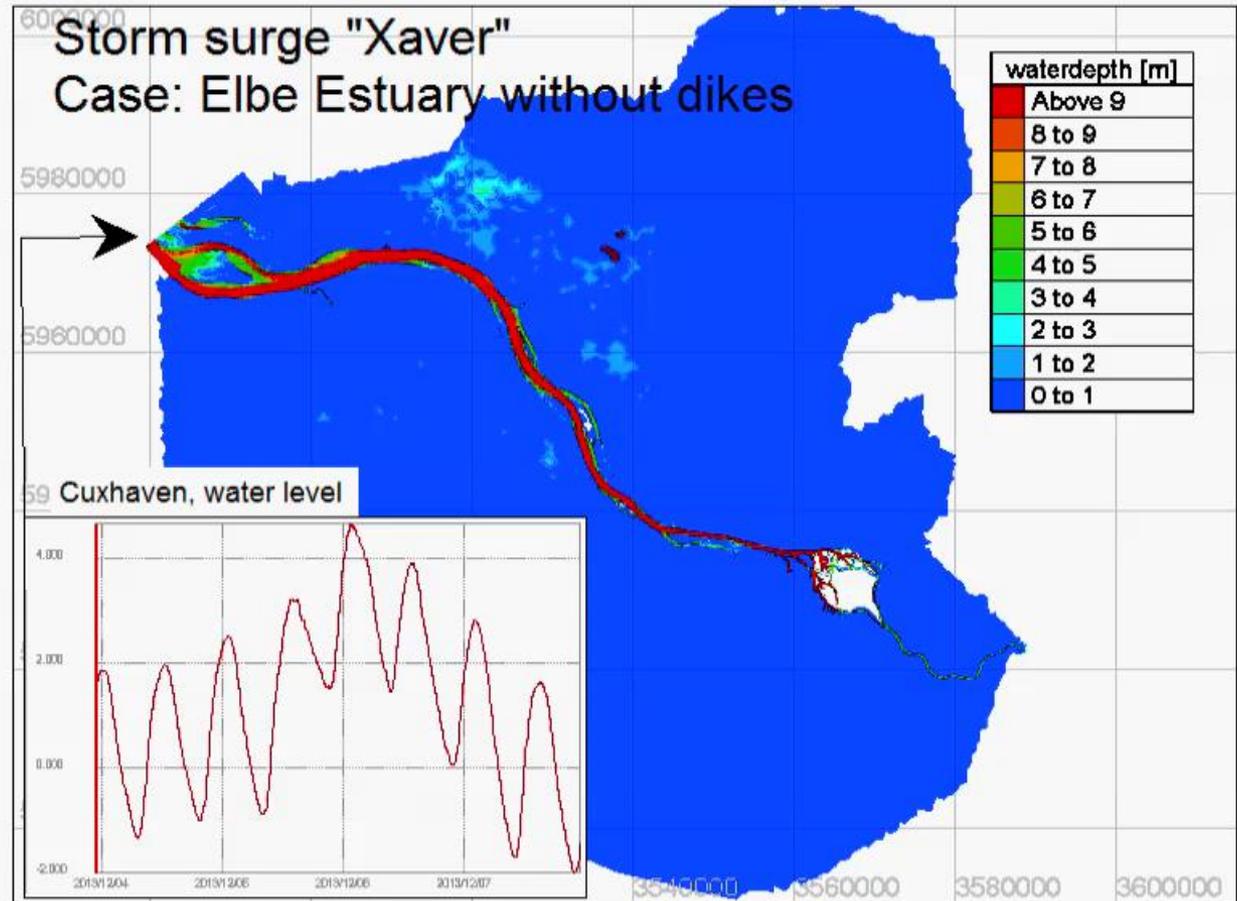
- Risiko begrenzen => Konsequenzen vermindern
 => Erhöhung der Resilienz von Systemen
 - Konsequenzen / Schäden / Schadenspotentiale vermindern => hochwasserangepasste Bauweise
- Risiko begrenzen => Eintrittswahrscheinlichkeit vermindern
 => Erhöhung der Überflutungssicherheit
 - Hochwasserschutzanlagen verstärken / Schutzniveau erhöhen
 - **Sturmflutwasserstände senken**

Raum für Wasser schaffen => Rückverlegung der Deiche



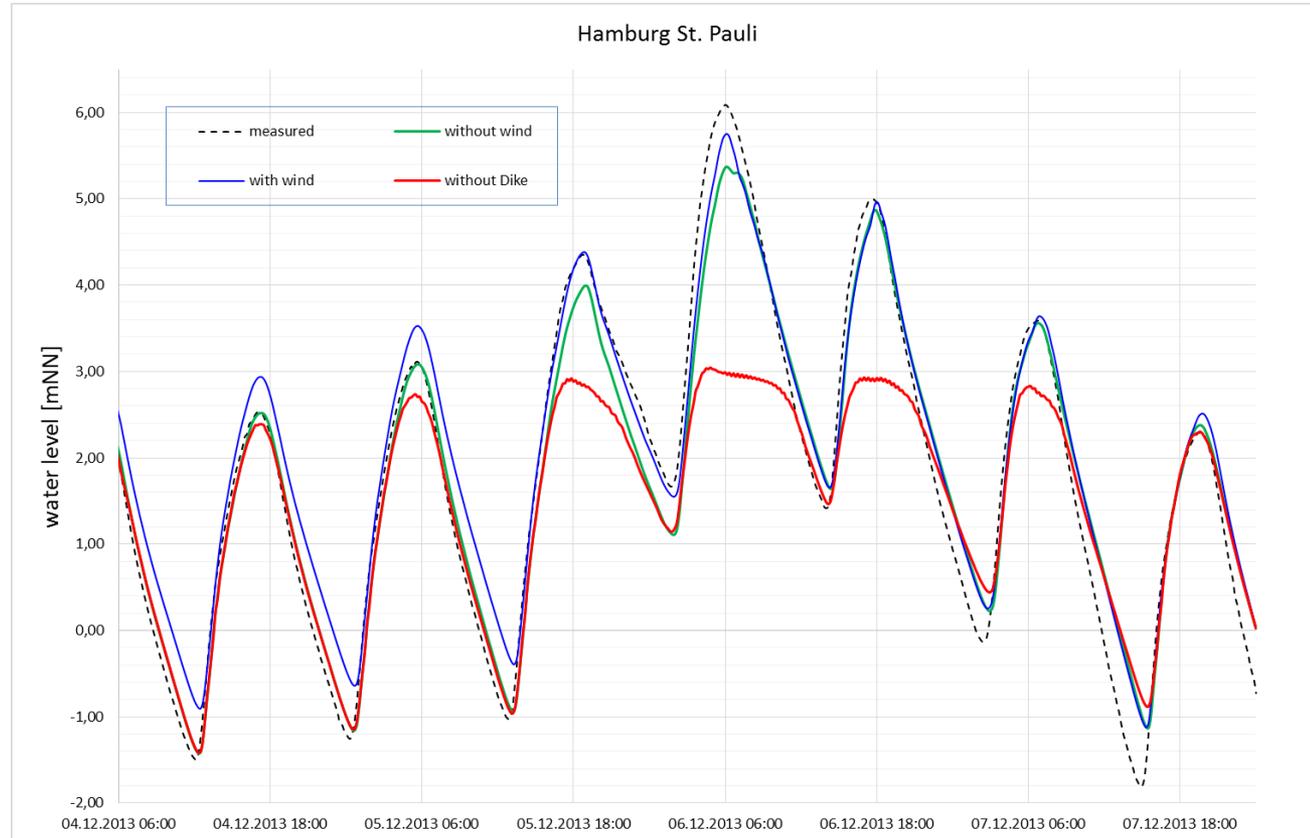
Rückbau der Deichlinie => Raum für Wasser

- Sturmflut Xaver ohne Deiche und Sperrwerke entlang der Elbe



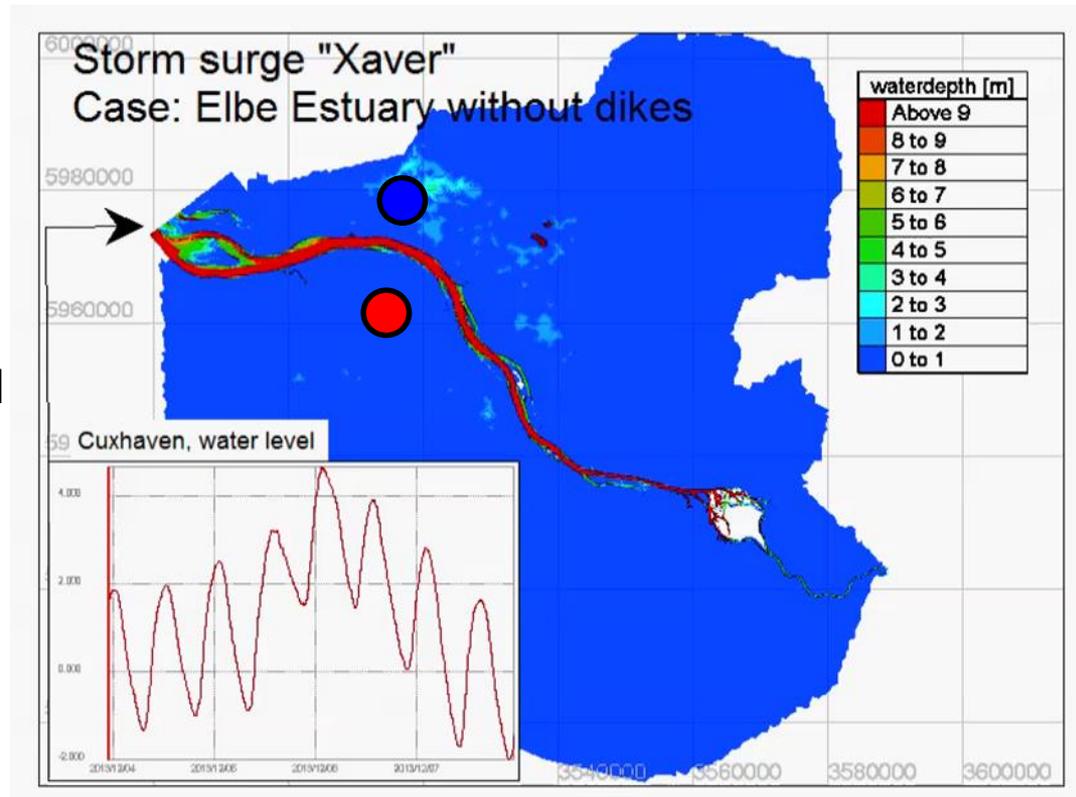
Rückbau der Deichlinie => Raum für Wasser

- Sturmflut Xaver ohne Deiche und Sperrwerke entlang der Elbe
- Auswirkungen auf den Wasserstand Hamburg, St. Pauli



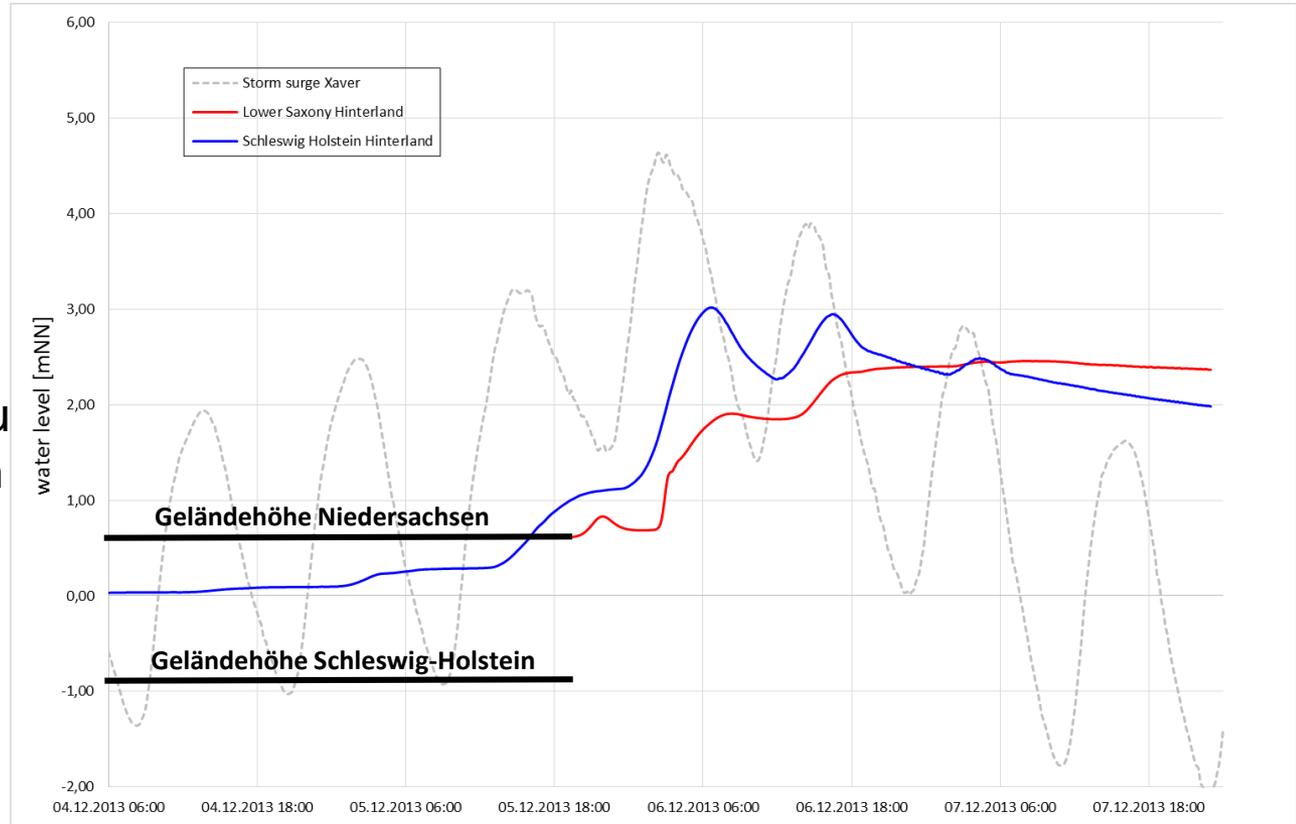
Rückbau der Deichlinie => Raum für Wasser

- Sturmflut Xaver ohne Deiche und Sperrwerke entlang der Elbe
- Auswirkungen auf den Wasserstand in Niedersachsen und Schleswig-Holstein (beispielhaft)

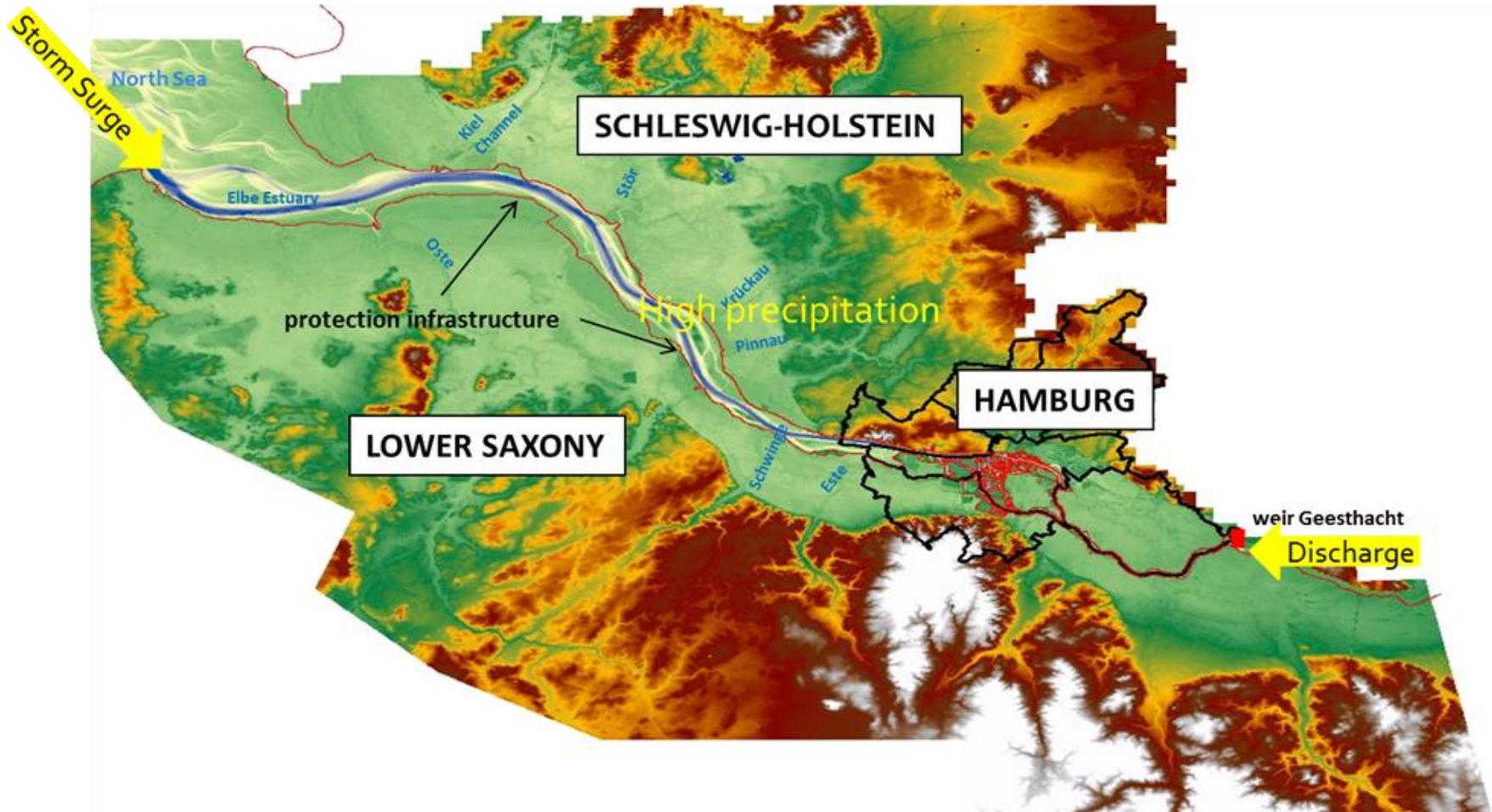


Rückbau der Deichlinie => Raum für Wasser

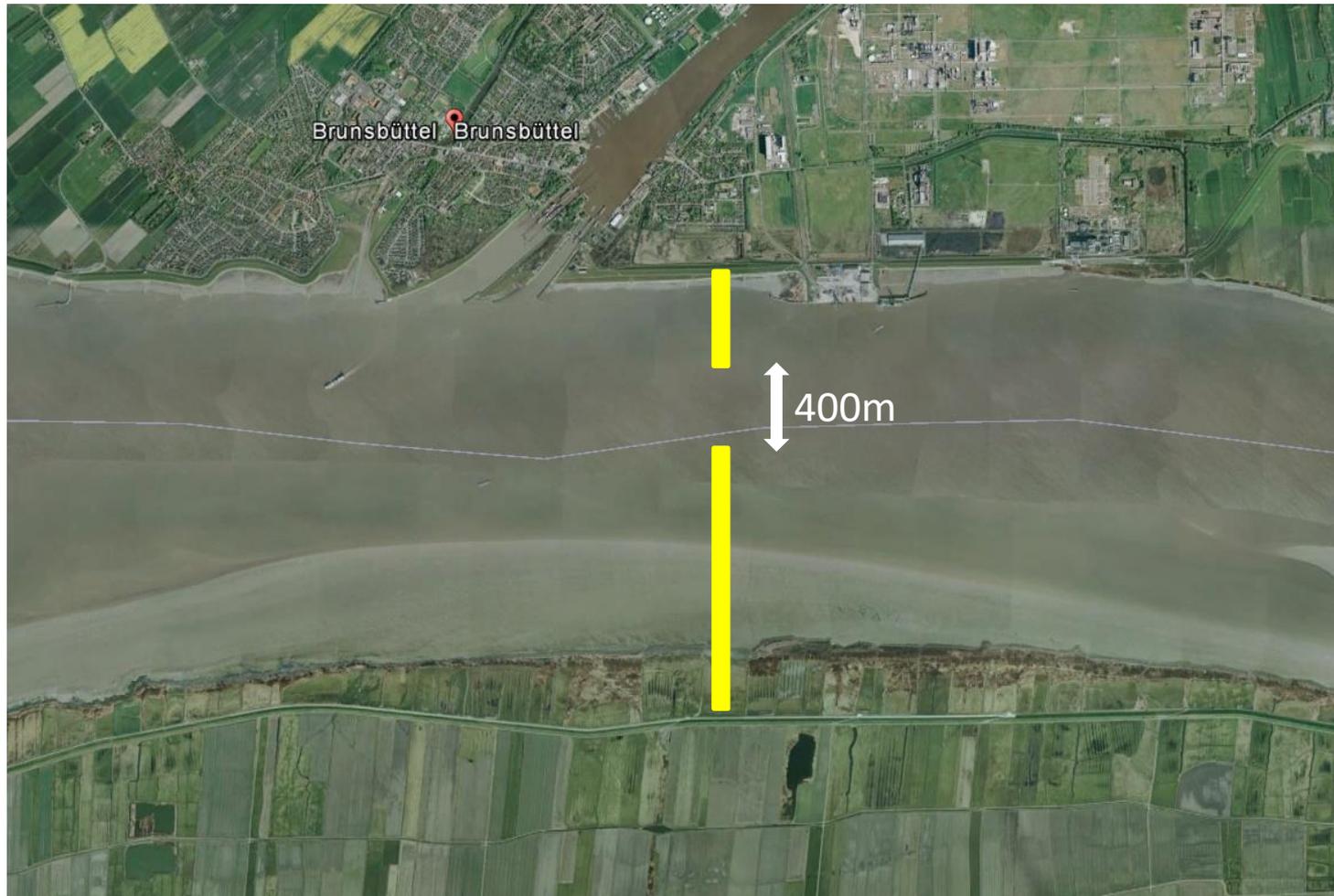
- Sturmflut Xaver ohne Deiche und Sperrwerke entlang der Elbe
- Auswirkungen auf den Wasserstand in Niedersachsen u Schleswig-Holstein (beispielhaft)



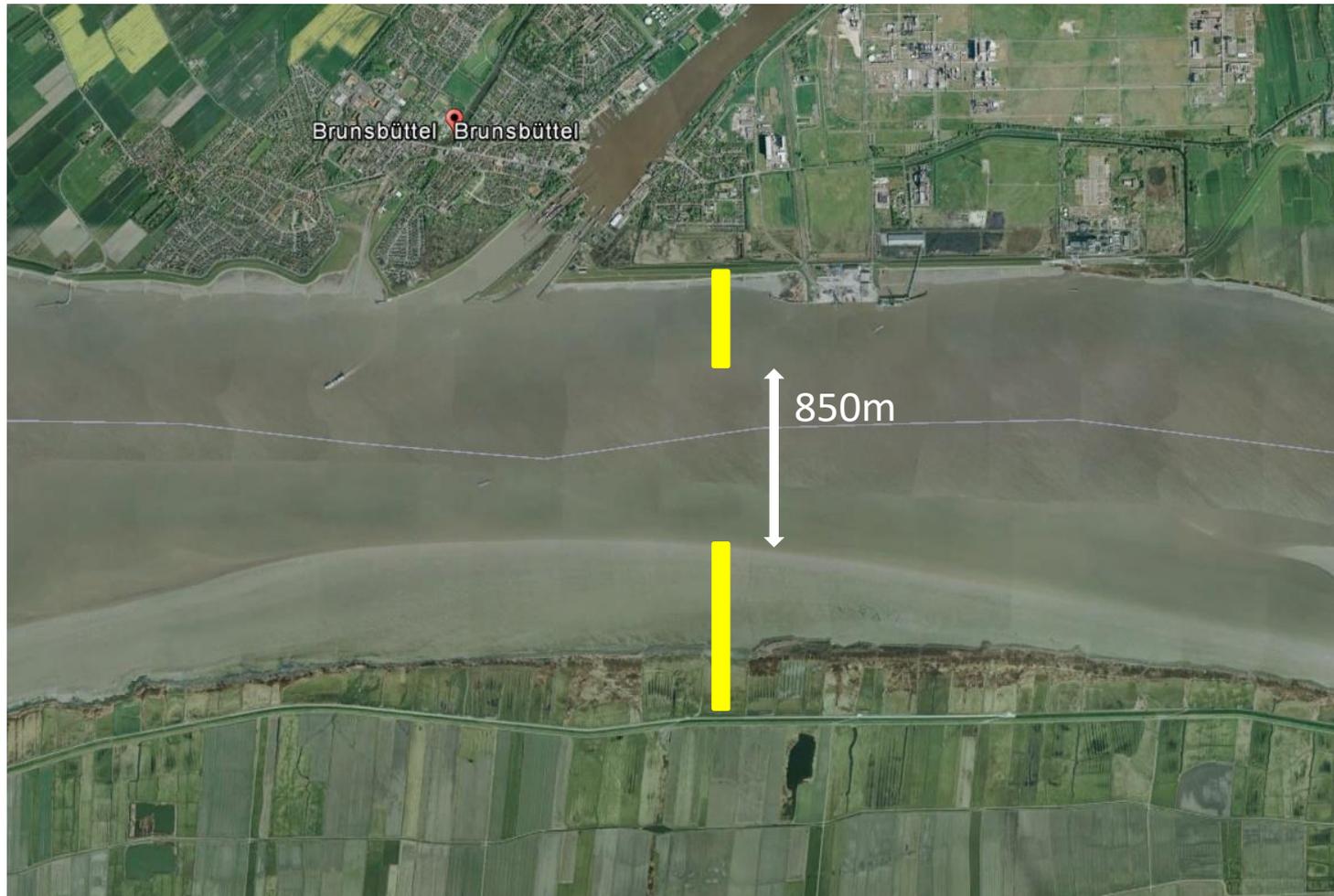
Einlaufende Wassermenge begrenzen



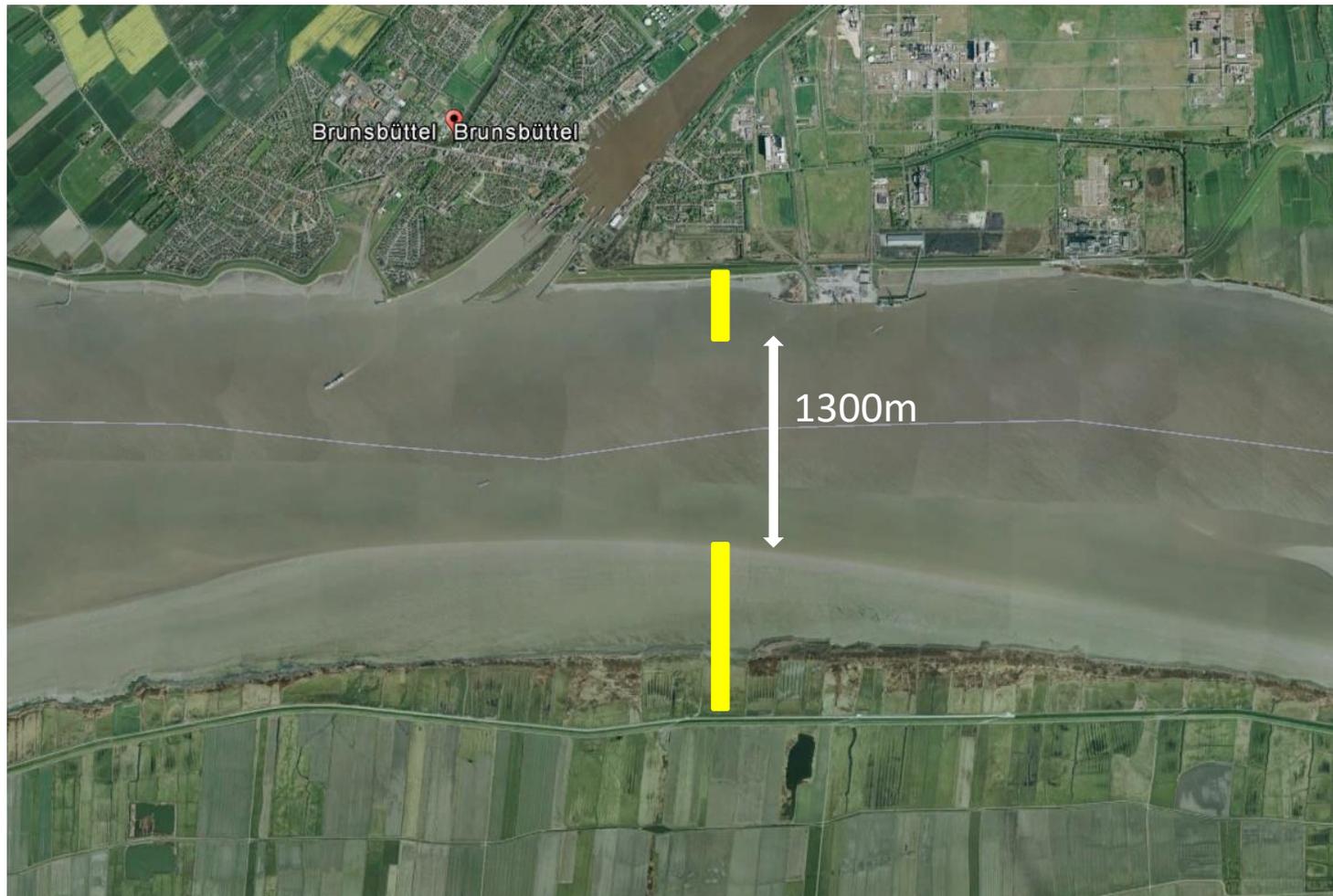
Beschränkung des Durchflussquerschnitts im Ästuar (schematisch)



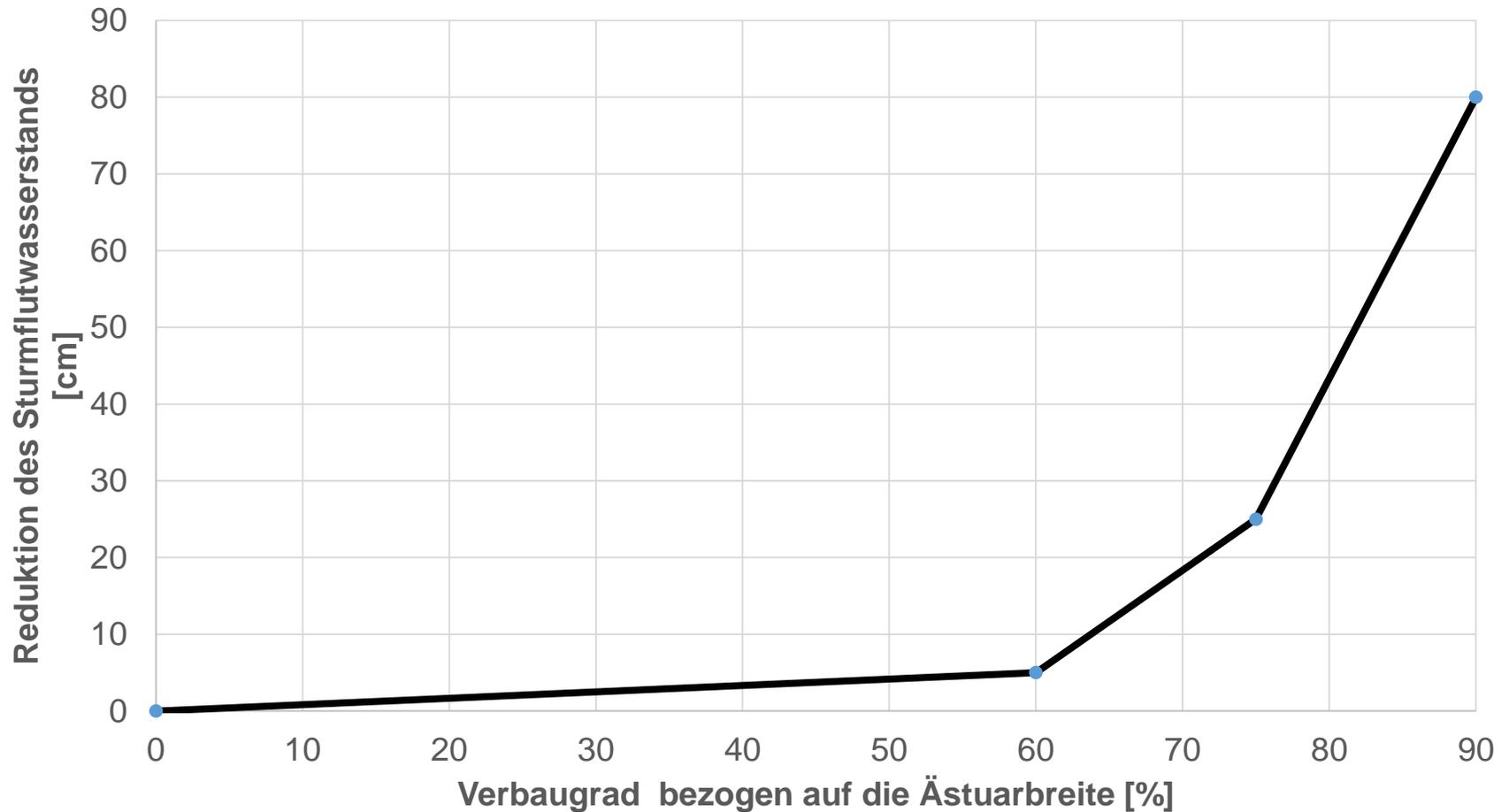
Beschränkung des Durchflussquerschnitts im Ästuar (schematisch)



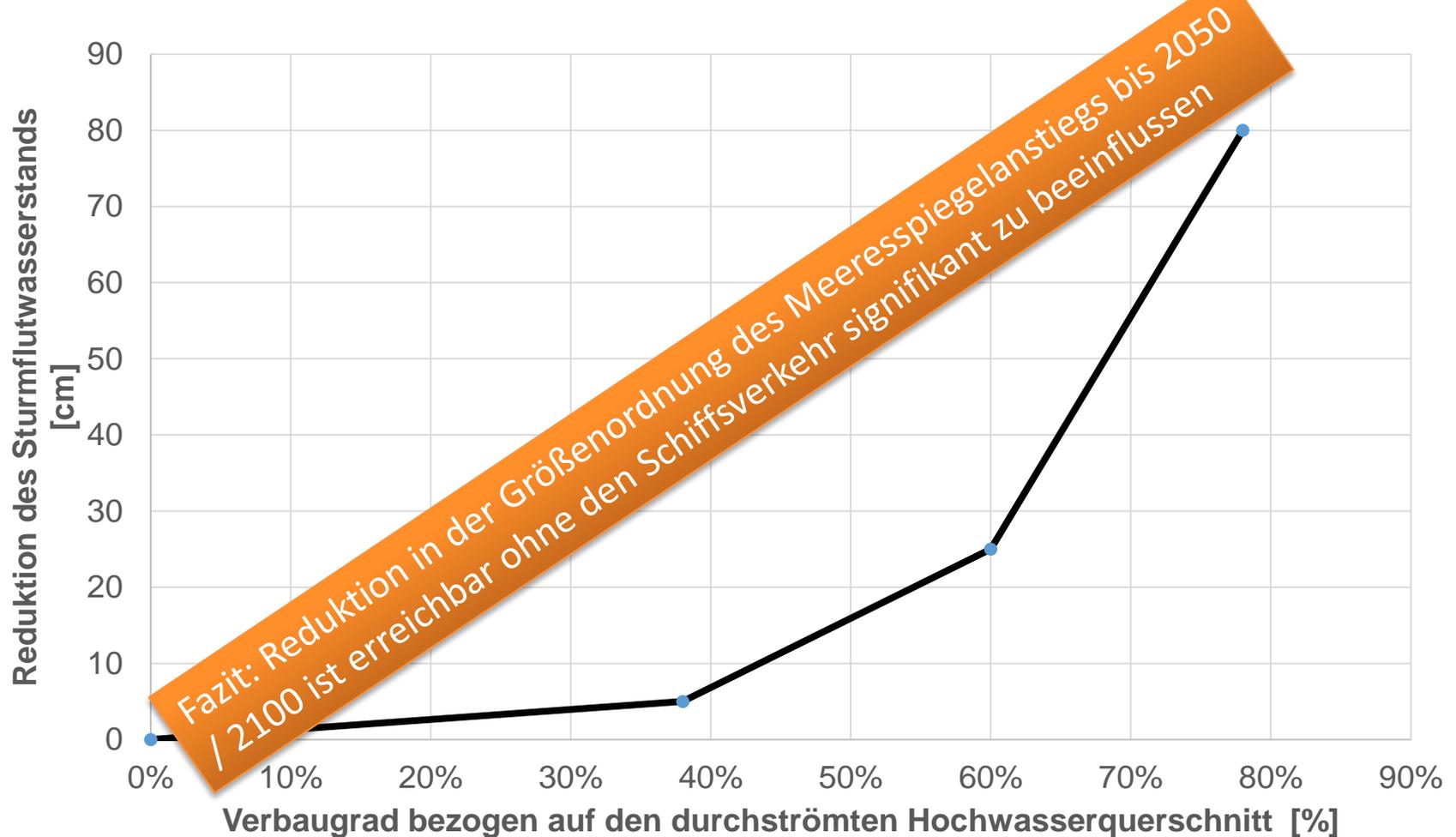
Beschränkung des Durchflussquerschnitts im Ästuar (schematisch)



Reduktion des Sturmflutscheitelwasserstands St. Pauli (Xaver)



Reduktion des Sturmflutscheitelwasserstands St. Pauli (Xaver)



Hochwasserschutz - Sperrwerke

Das Sturmflut-Sperrwerk Billwerder Bucht spielt eine zentrale Rolle, um die Hamburger Hafenanlage und das Kraftwerk Tiefstack vor Hochwasser zu schützen. Die insgesamt acht Tore sind jeweils zwischen 30 und 35 Meter lang, mindestens 13 Meter hoch und rund 200 Tonnen schwer. Trotz ihrer Größe kann jedes von ihnen innerhalb weniger Minuten von zwei Hydraulikzylindern geöffnet oder geschlossen werden, bei Stromausfall steht ein Diesel-Notstromaggregat zur Verfügung.



Maeslantkering



Quelle: Rijkswaterstaat

Maeslantkering



Quelle Rijkswaterstaat

Themse Sperrwerk



Quelle Google Earth

Quelle Google

Hochwasserschutz der Zukunft

- Hochwasserschutz ist gesellschaftliche Aufgabe
- Aktuell ist der bis ca. 2050 / 2100 prognostizierte Meeresspiegel technisch sicher beherrschbar, mehrere Konzepte verfügbar => Frage der Finanzierbarkeit
- Rückzug aus überflutungsgefährdeten Gebieten nur fallweise und Lokal eine Option
- Schwimmende / amphibische Konstruktionen benötigen viel Raum auf dem Wasser (der ist in Hamburg begrenzt) und sind insbesondere bei starkem Wellengang teilweise kritisch
- Der Hochwasserschutz der Zukunft bedient sich bewährter Konzepte und Bauweisen Methoden => angepasste Bauweisen zur Minderung des Schadenspotentials
- Begrenzung der einlaufenden Wassermengen scheint zumindest langfristig die einzig gangbare Lösung zu sein