

ZENARiO-Kolloquium

Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

Erfahrungswerte zur Raumentwicklung –
Einsichten aus dem Rückspiegel
am 16. Mai 2011

Gedanken zur Zukunft des Küstenschutzes

Hans Kunz

Zu Kernfragen und Feststellungen – Blatt 1

Küstenschutz > Was soll geschützt werden ?

- **Mensch** (Lebensraum) vor dem Meer (Überflutungen, Landverluste)
- **Natur** (Küstenökosystem) vor dem Menschen (Zerstörende Eingriffe)

Konsens: Sichere Deiche („Safety First“)

Feststellung: Absolute Sicherheit gibt es nicht ⇒

Frage: Wie sicher?

->Versagenswahrscheinlichkeit -> Restrisiko ⇒ **Akzeptanz** ?

Zu Kernfragen und Feststellungen – Blatt 2

„Sichere (wehrhafte) Deiche“ nach **NDG**

⇒ **Daueraufgabe** ⇒ immer höher und breiter

Flächenbedarf dafür im NDG festgelegt:

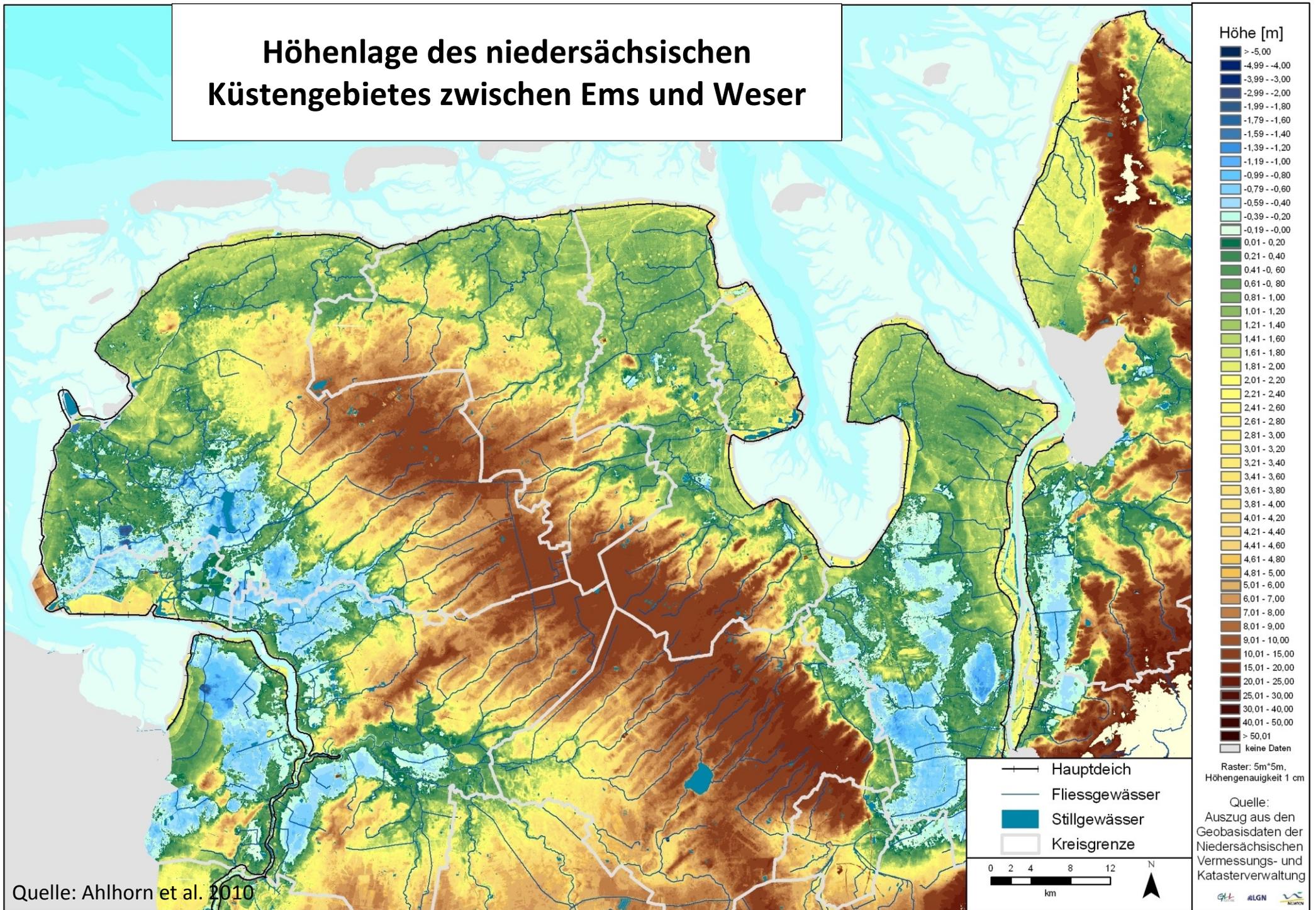
- Deichvorland einschl. Sommerdeich
(200 m + 500 m [Sicherheitsstreifen]) > „aktiver Küstenschutz“
- Binnendeichs (50 m frei von Bebauungen) sowie 2. Deichlinie

Klimaänderung > größere Belastungskräfte (SLR, Sturmfluten)

Reaktionen und Konsequenzen:

Höhere Deiche > Risiko bei Versagen (Deichbruch) wird immer größer
⇒ **Zweite Deichlinie (NDG)** zur Eingrenzung von Überflutungen wird dringlicher ⇒ Flächenanspruch und Kosten ⇒ **Welches Restrisiko ist akzeptabel ?**

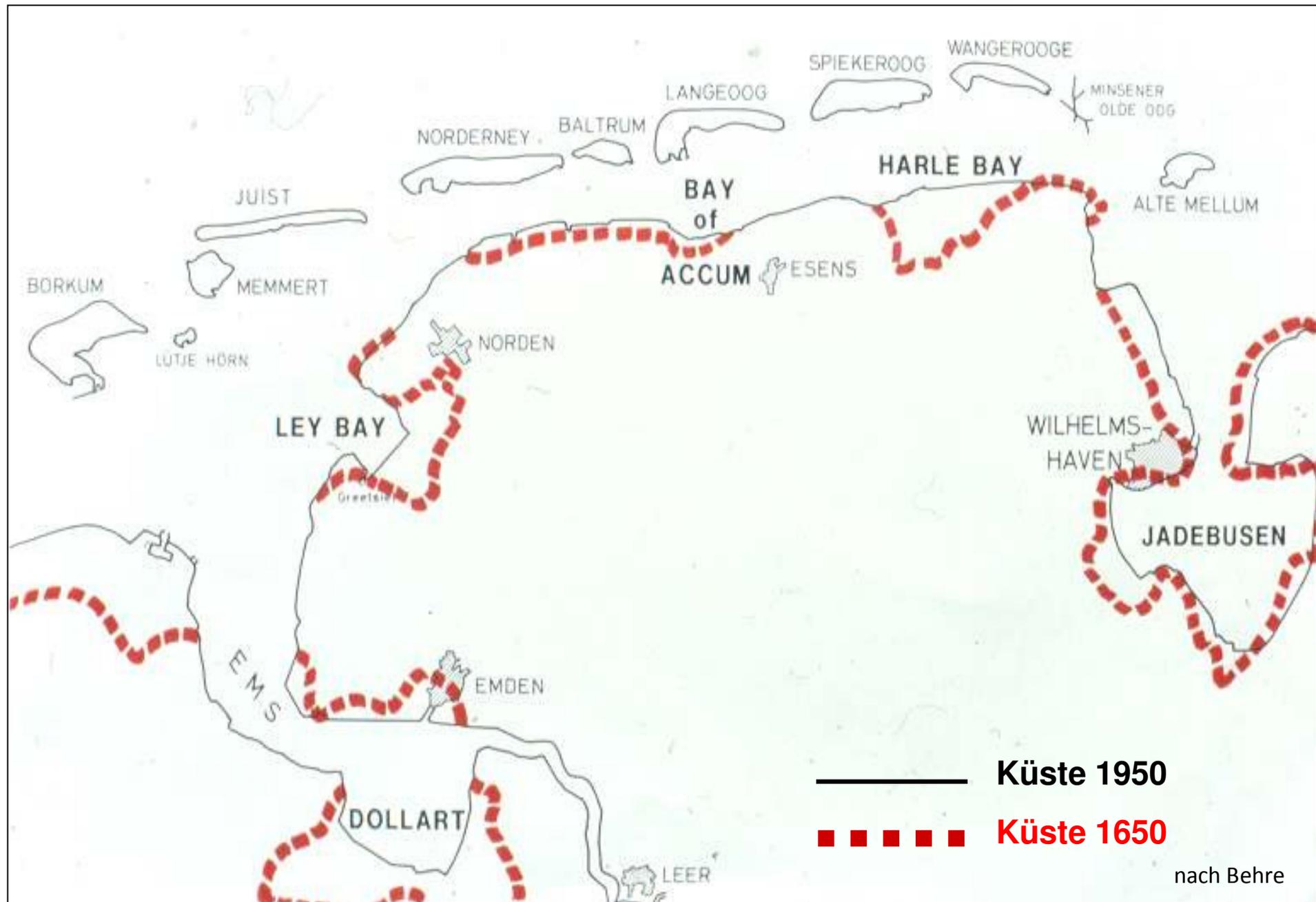
Höhenlage des niedersächsischen Küstengebietes zwischen Ems und Weser



Deichversagen (Erosion Binnenseite) durch Wellenüberlauf und Überströmen



Landverluste durch Sturmfluten und Landgewinn durch natürliche Verlandungen sowie Deichbauten





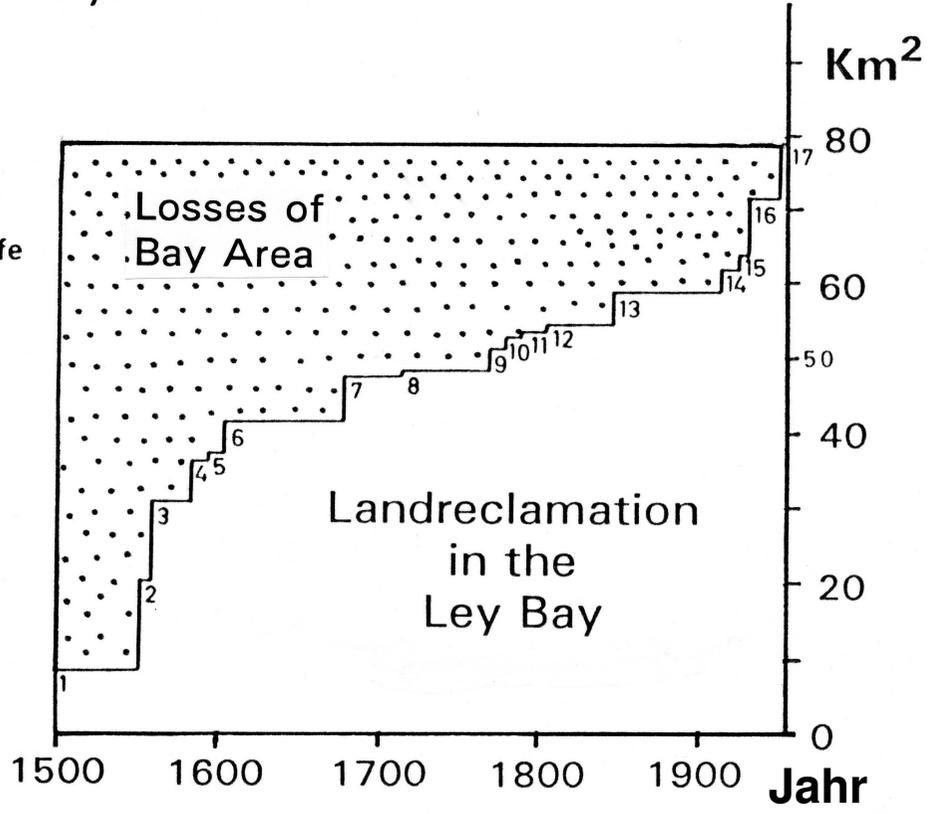
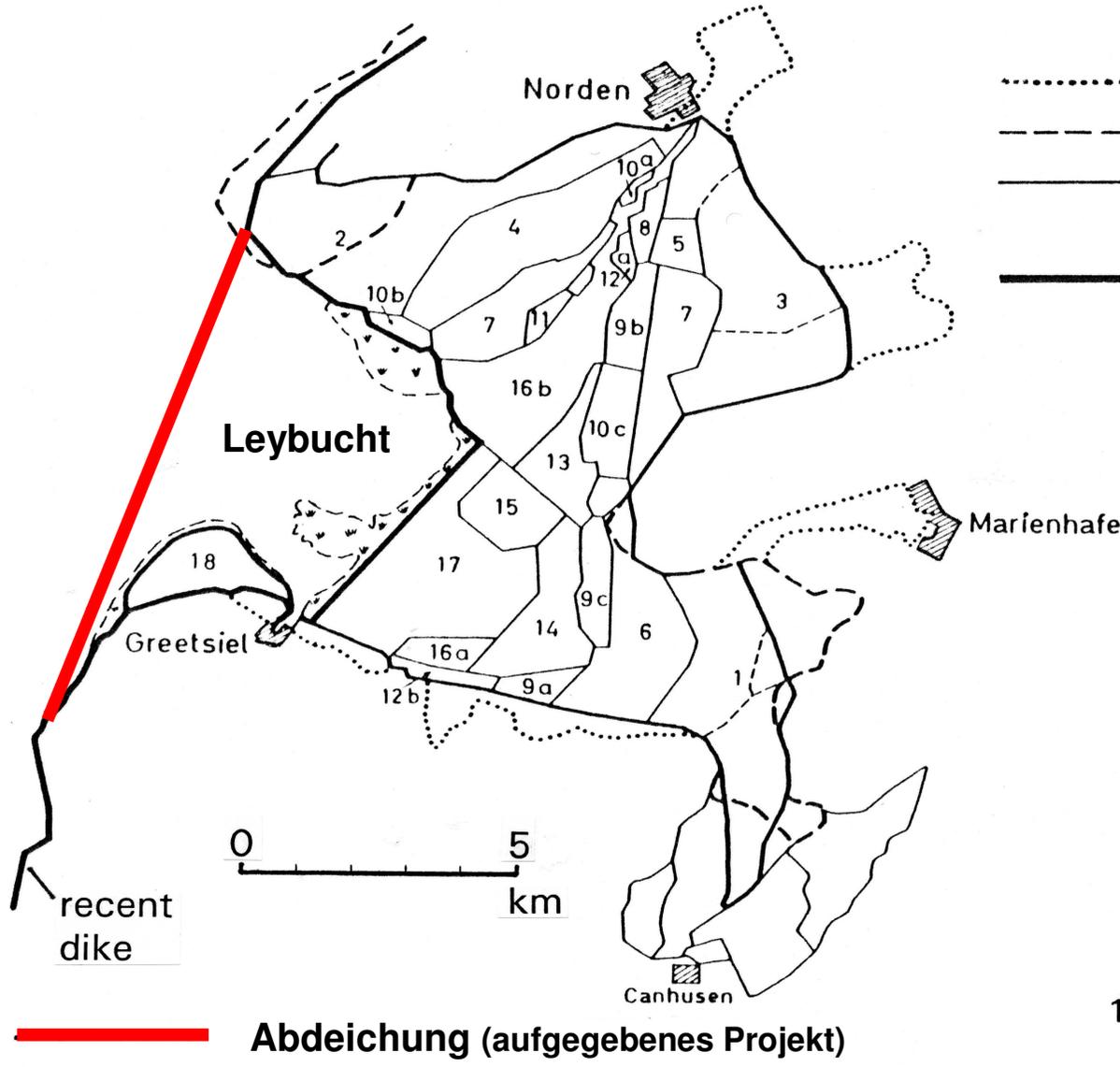
Darstellung überflutete Flächen durch „Weihnachtsflut“ 1717

Quelle: Johann Baptist Homann, Nürnberg 1718 und später: Geographische Vorstellung der jämmerlichen Wasser-Flutt (24./25. Dez. 1717)

Behinderung der Vorflut durch Verlandung



Leybucht als Beispiel für Landverluste infolge von Sturmfluten und Landgewinn durch Deichbau



Quelle: nach Homeier (1955, 1969)

„Leyhörn“ als Beispiel für Küstengebietsmanagement



Ökologischer Anspruch

Leybucht möglichst offen

Primärer & Ökonomischer Anspruch

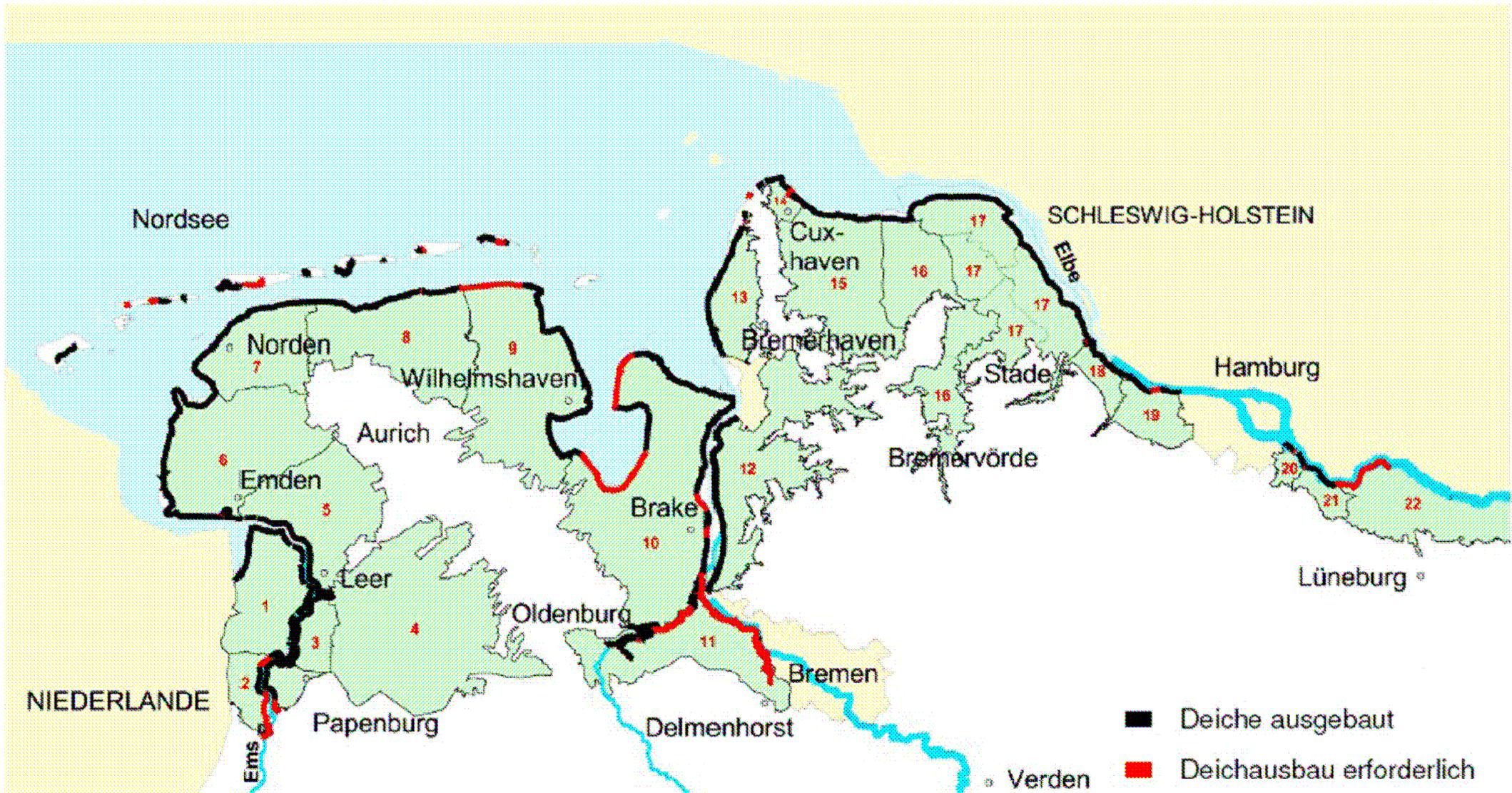
Möglichst guter Anschluss an das tiefe Wasser:

- Entwässerung (Vorflut)
- Schifffahrt usw.

Sturmflutschutz in Niedersachsen

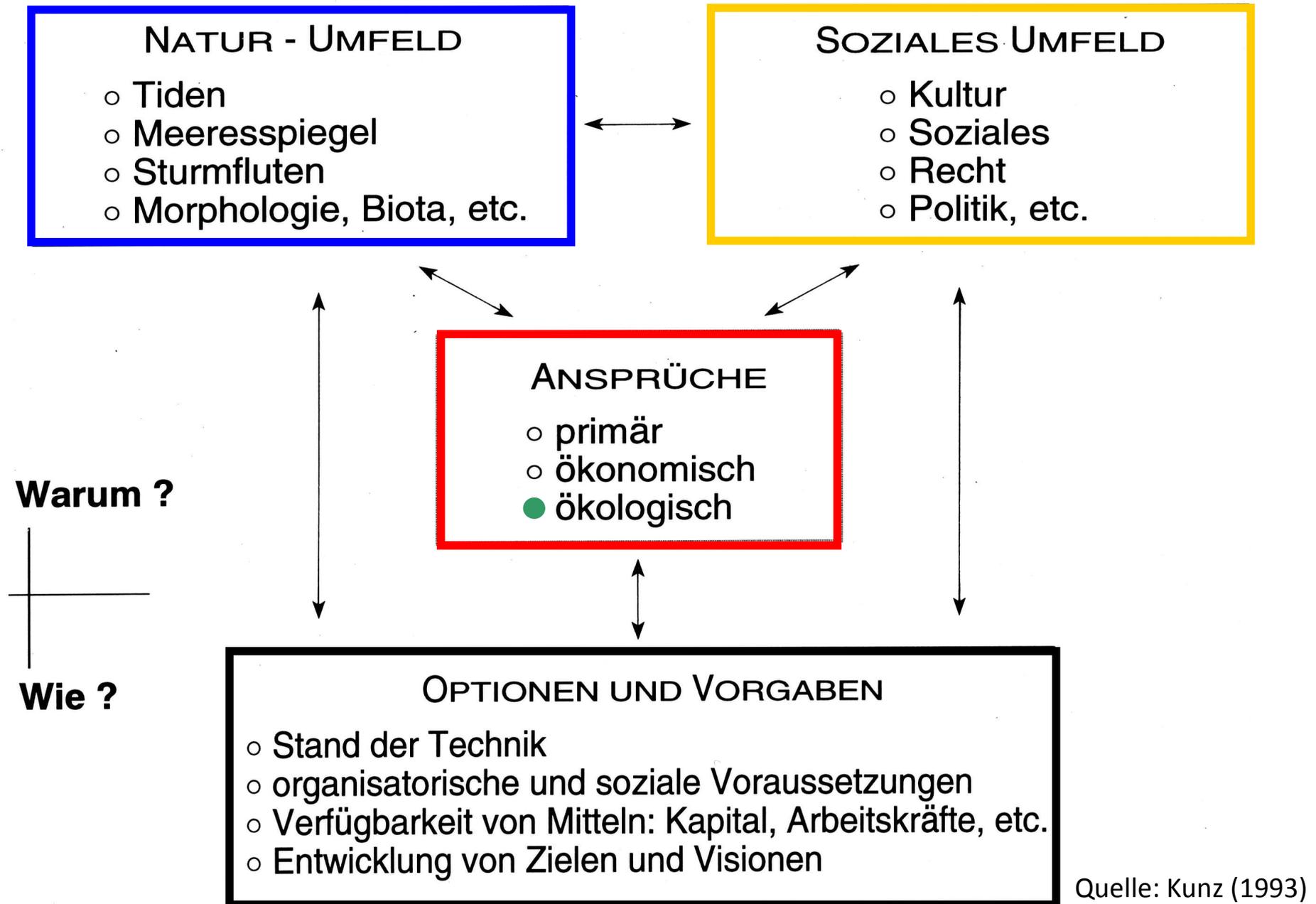
See- und Stromdeiche

dazu: Küstenschutzwerke (z.B. Sperrwerke) und Bauwerke im Deich (Siel, Schöpfwerk usw.)



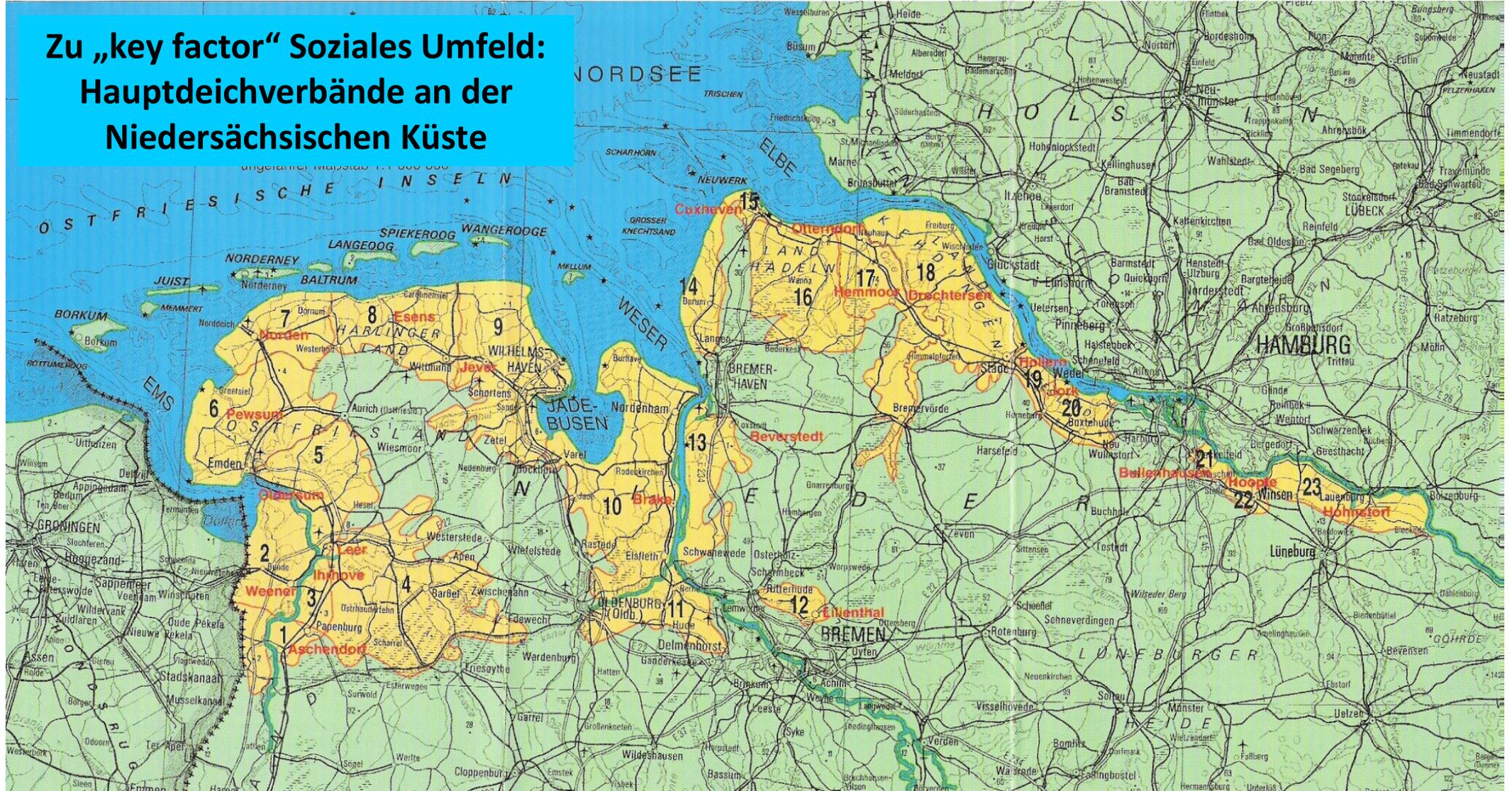
Quelle: Generalplan Festland, NLWKN 2007

Schema zur Kombination von „key factors“ für ein Küstenschutzmanagement



Quelle: Kunz (1993)

Zu „key factor“ Soziales Umfeld: Hauptdeichverbände an der Niedersächsischen Küste

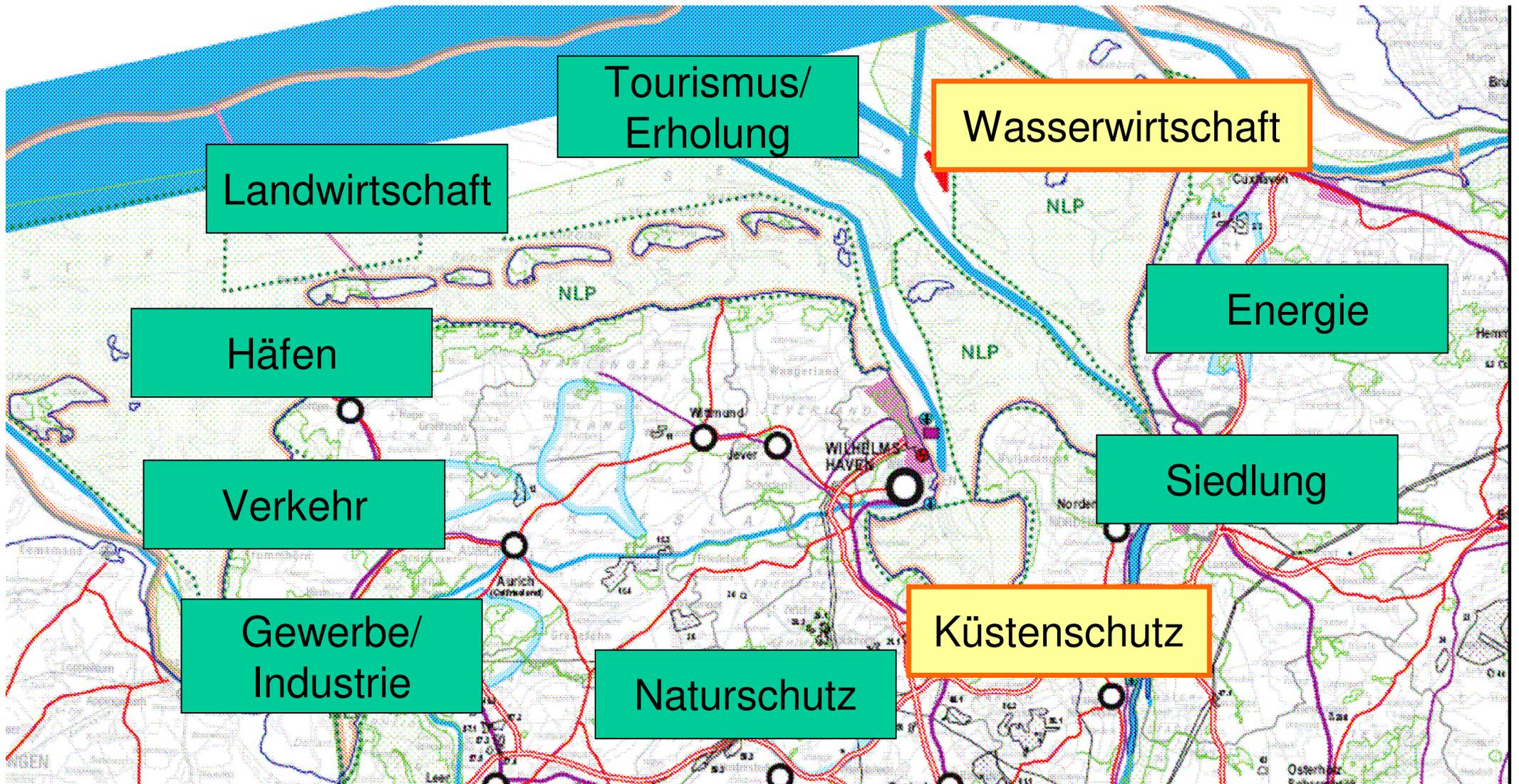


HAUPTDEICHVERBÄNDE

- | | |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1 Deichverband Heede - Aschendorf - Papenburg, Aschendorf | 12 Deichverband St. Jürgensfeld, Lilienthal |
| 2 Rheider Deichacht, Weener | 13 Deichverband Osterstader Marsch, Beverstedt |
| 3 Overledinger Deichacht, Ihrhove | 14 Deichverband Land Wursten, Beverstedt |
| 4 Leda-Jümme-Verband, Leer | 15 Cuxhavener Deichverband, Cuxhaven |
| 5 Moormerländer Deichacht, Oldersum | 16 Hadelner Deich- und Uferbau-Verband, Otterndorf |
| 6 Deichacht Krummhörn, Pewsum | 17 Oste-Deichverband, Hemmoor |
| 7 Deichacht Norden, Norden | 18 Deichverband Kehdingen-Oste, Drochtersen |
| 8 Deichacht Esens-Harlingerland, Esens | 19 Deichverband I. Meile Alten Landes, Hollern-Twielenfleth |
| 9 III. Oldenburgischer Deichband, Jever | 20 Deichverband II. Meile Alten Landes, Jork |
| 10 II. Oldenburgischer Deichband, Brake | 21 Harburger Deichverband, Bullenhausen |
| 11 I. Oldenburgischer Deichband, Brake | 22 Deich- und Wasserverband Vogtel Neuland, Hoopte |
| | 23 Artlenburger Deichverband, Hohnstorf |

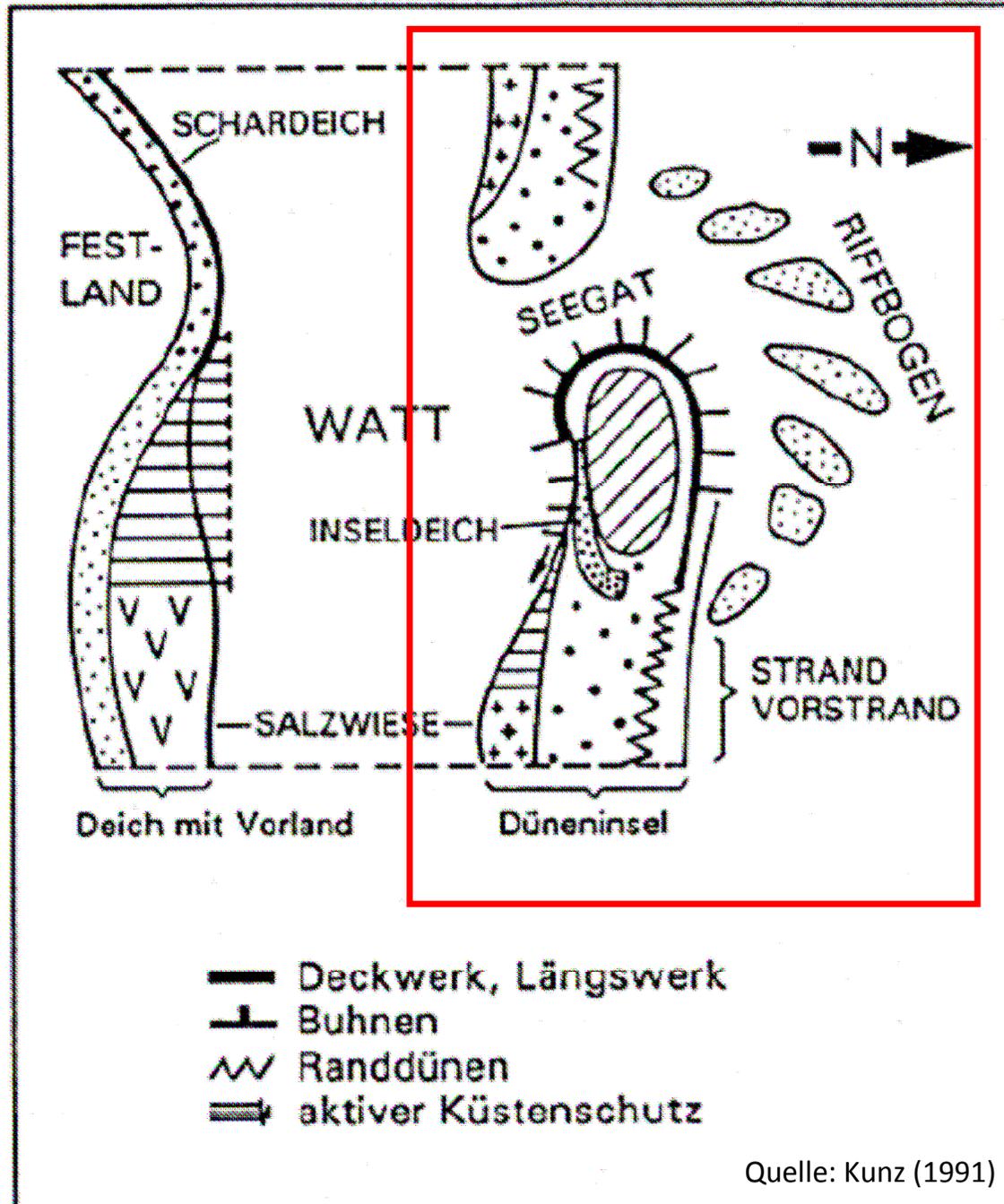
Die Deichverbände - auch Deichachten oder Deichbände genannt - sind Körperschaften des öffentlichen Rechts. Für sie gilt das Recht der Wasser- und Bodenverbände (**Wasserverbandsgesetz vom 12.2.91**) soweit das Niedersächsische Deichgesetz nichts anderes bestimmt. Ihre Aufgabe ist es, ihr Verbandsgebiet vor Sturmfluten zu schützen. Die Verbandsgebiete sind im **Niedersächsischen Deichgesetz** vom 1. 3. 1963 festgelegt. Sie umfassen die sogenannten geschützten Gebiete, die von der obersten Deichbehörde durch Verordnung nach der Höhe des maßgebenden Sturmflutwasserstandes im einzelnen abgegrenzt sind. Alle Bewohner dieser Gebiete, die Grundeigentum haben, sind zur gemeinschaftlichen Deicherhaltung verpflichtet. Das gilt auch für Erbbauerechtigte. Die Deichverbände erheben zur Deckung der Kosten für die Deicherhaltung von den Verbandsmitgliedern (Deichpflichtigen) Beiträge.

Zu „key factor“ Ansprüche



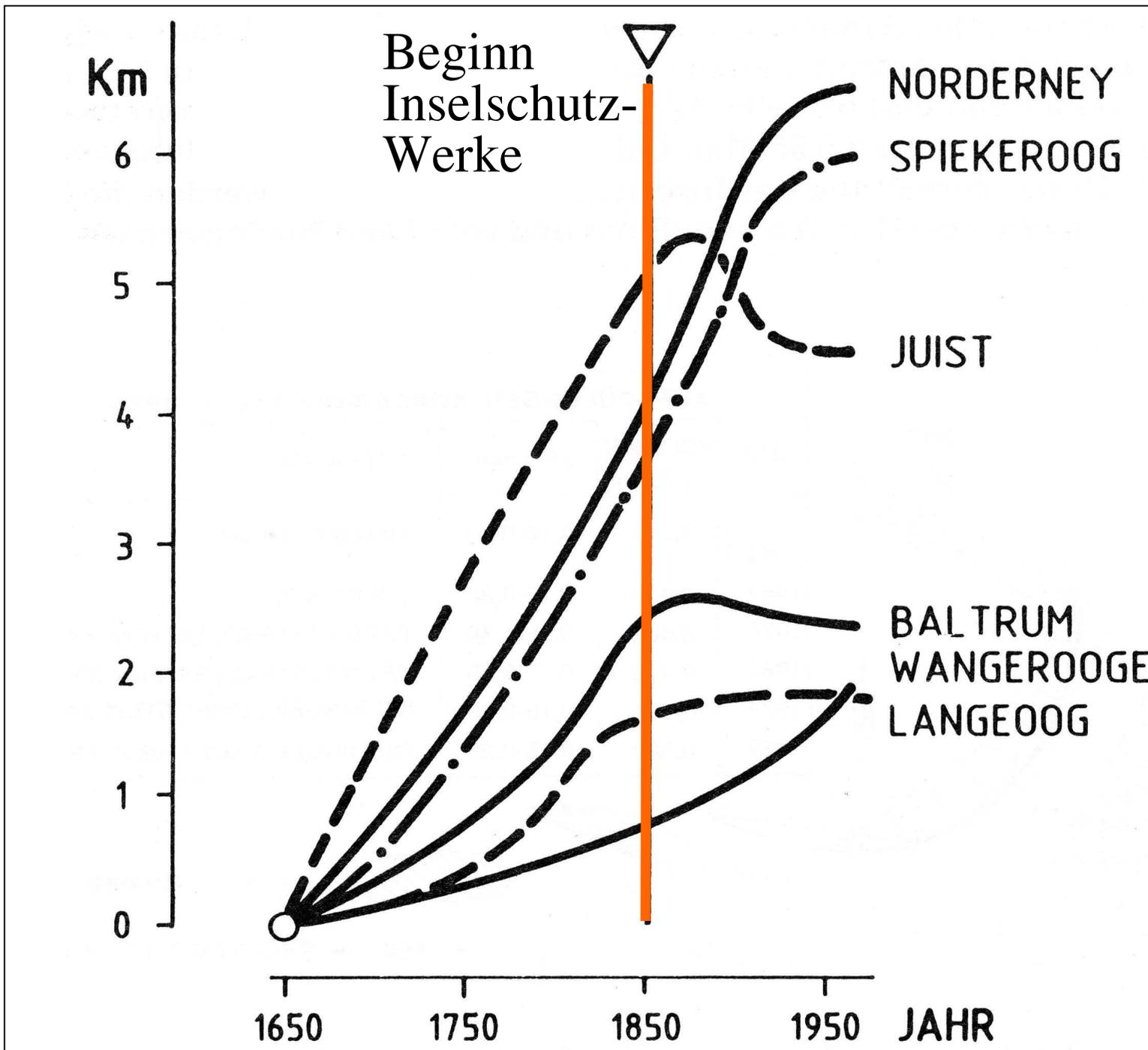
Quelle Karte: LROP 2008

Küsten- und Inselfschutzwerke als Gesamtsystem



Westkopf Norderney mit Sandplatten des Riffbogens

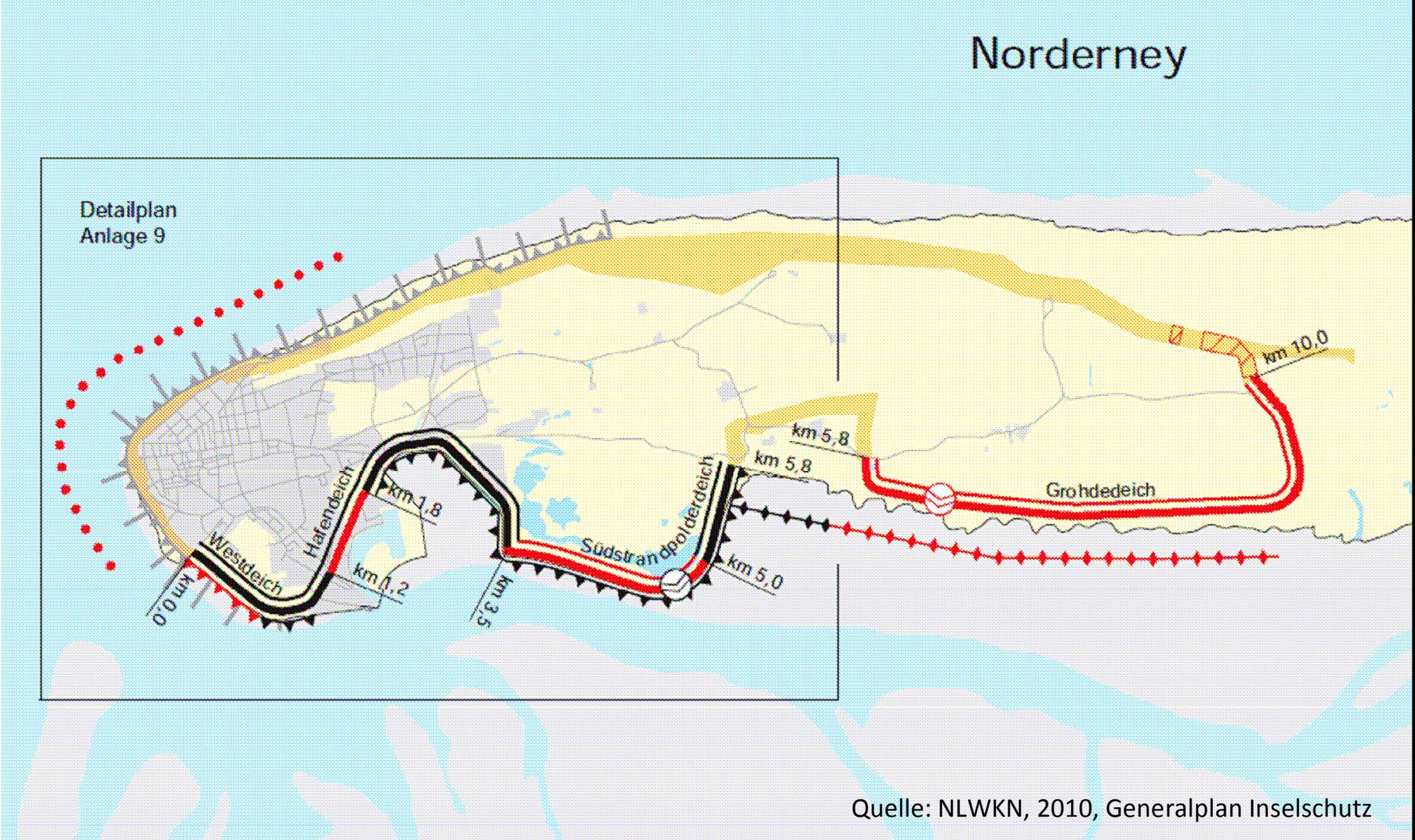




Einfluss der Schutzwerke „Ostfriesische Inseln“ auf die Dynamik („Wanderung“) der Wattwasserscheiden

Quelle: nach Homeier (1972) und Luck (1975)

Inselchutzwerke auf Norderney



Quelle: NLWKN, 2010, Generalplan Inselchutz

„Bollwerk“, Westkopf Norderney



Historisches S-Profil, Norderney



Schutzwerk Norderney bei Sturmflut



Quelle: NLWKN, 2010, Generalplan Inselfchutz

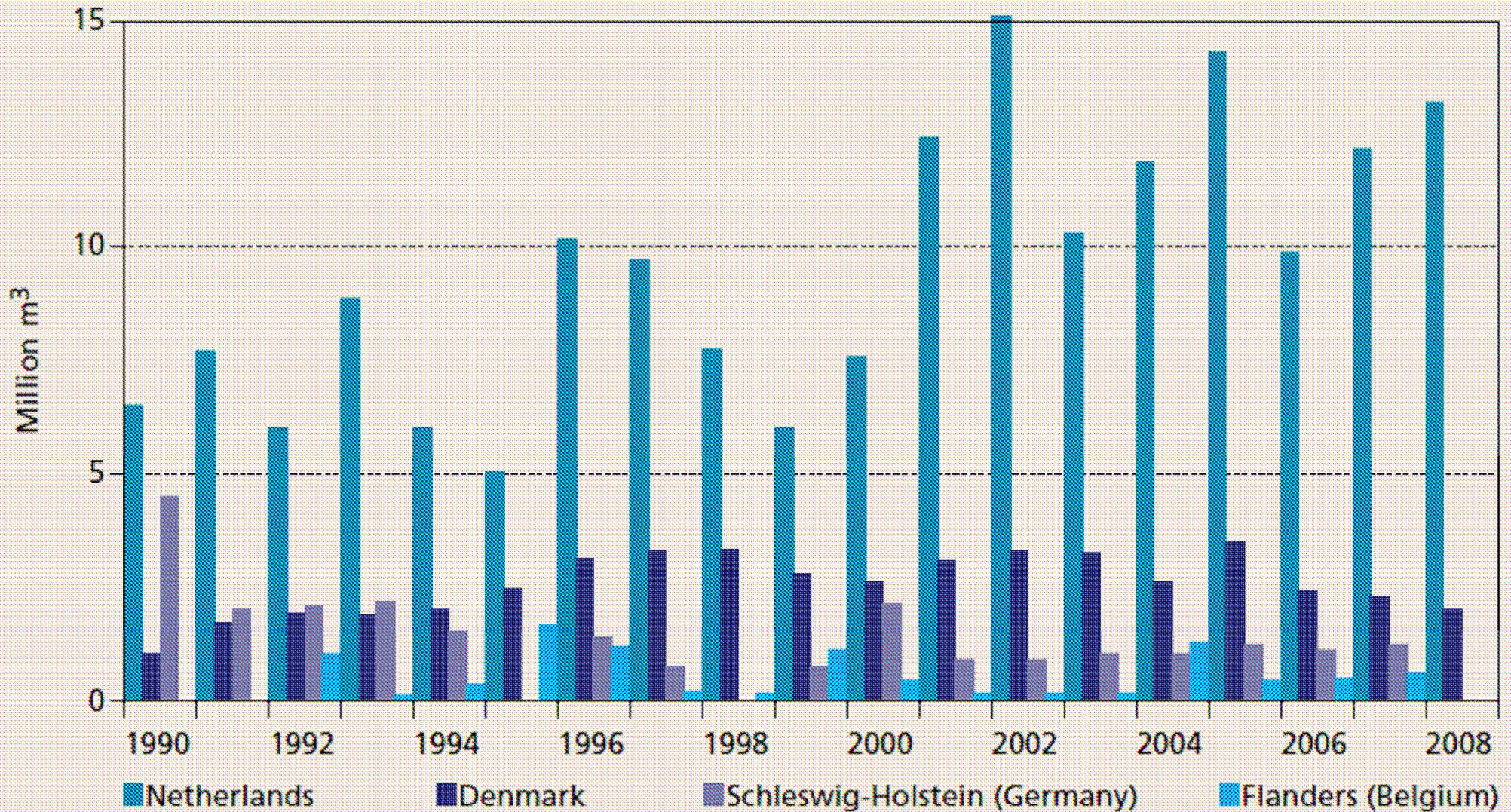


„Künstliche“ Sandauffüllungen

Volumen in Mio. m³

coastal sand nourishments

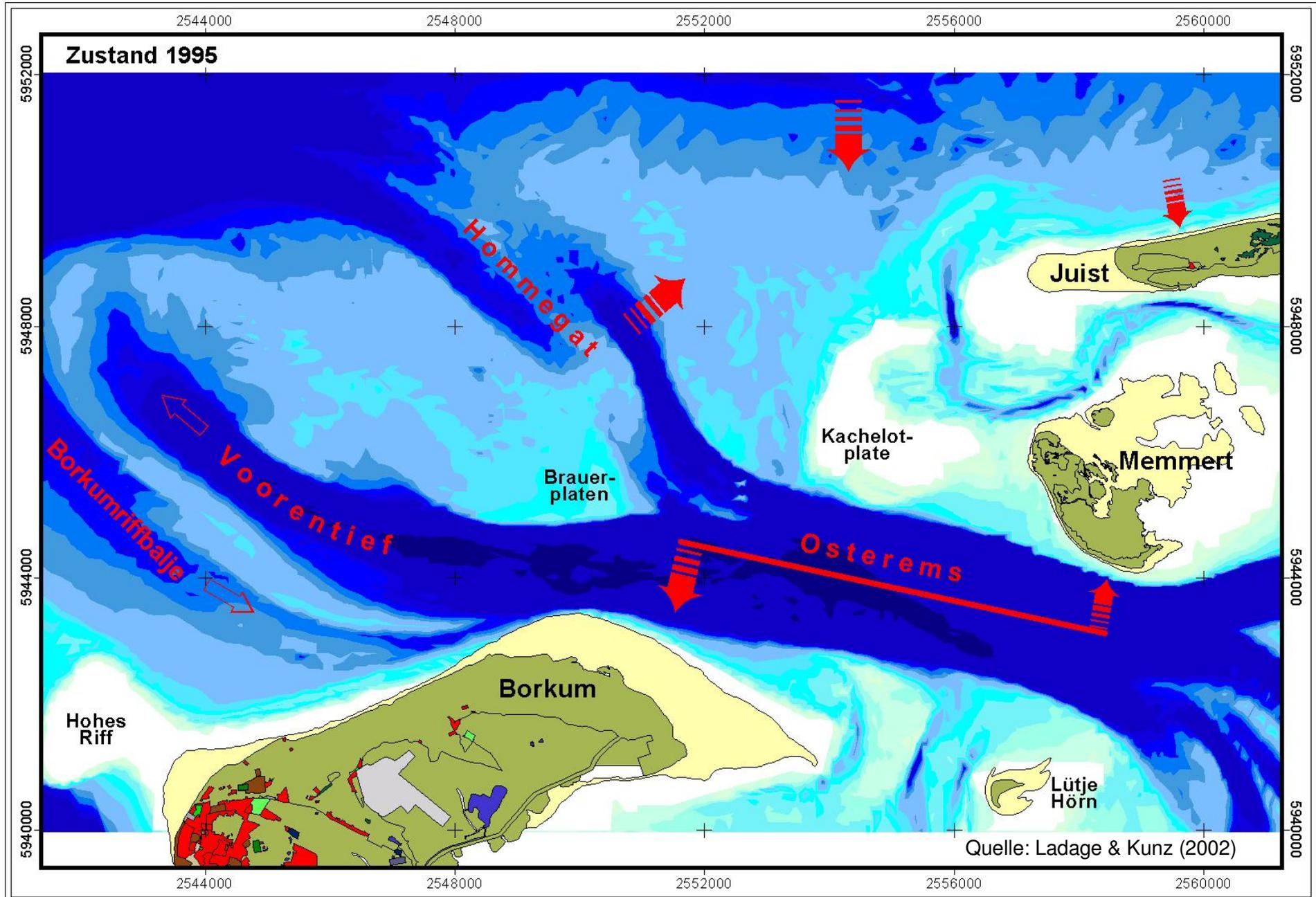
Quelle: SafeCoast (2008)



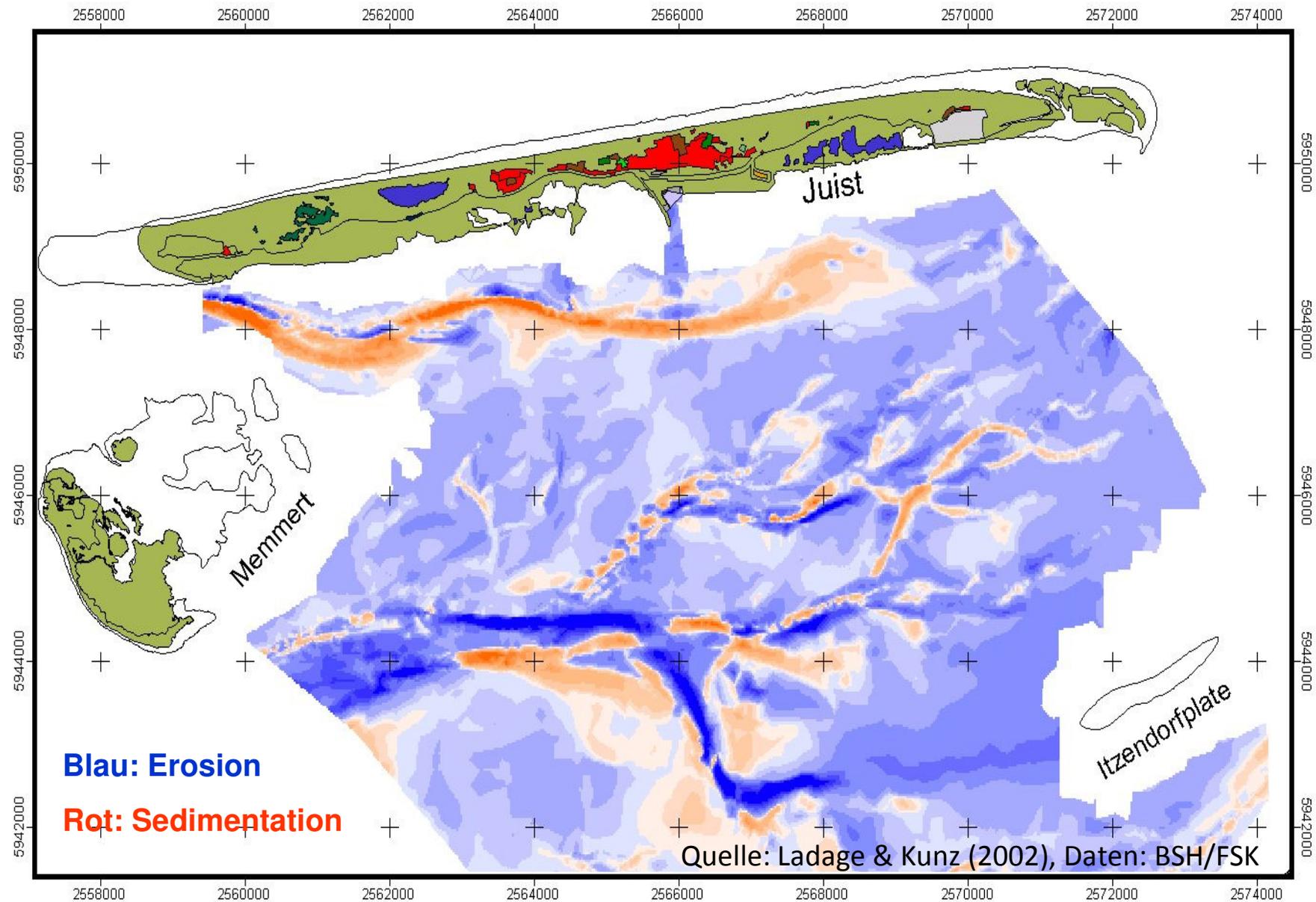
Sandauffüllung - Juist West



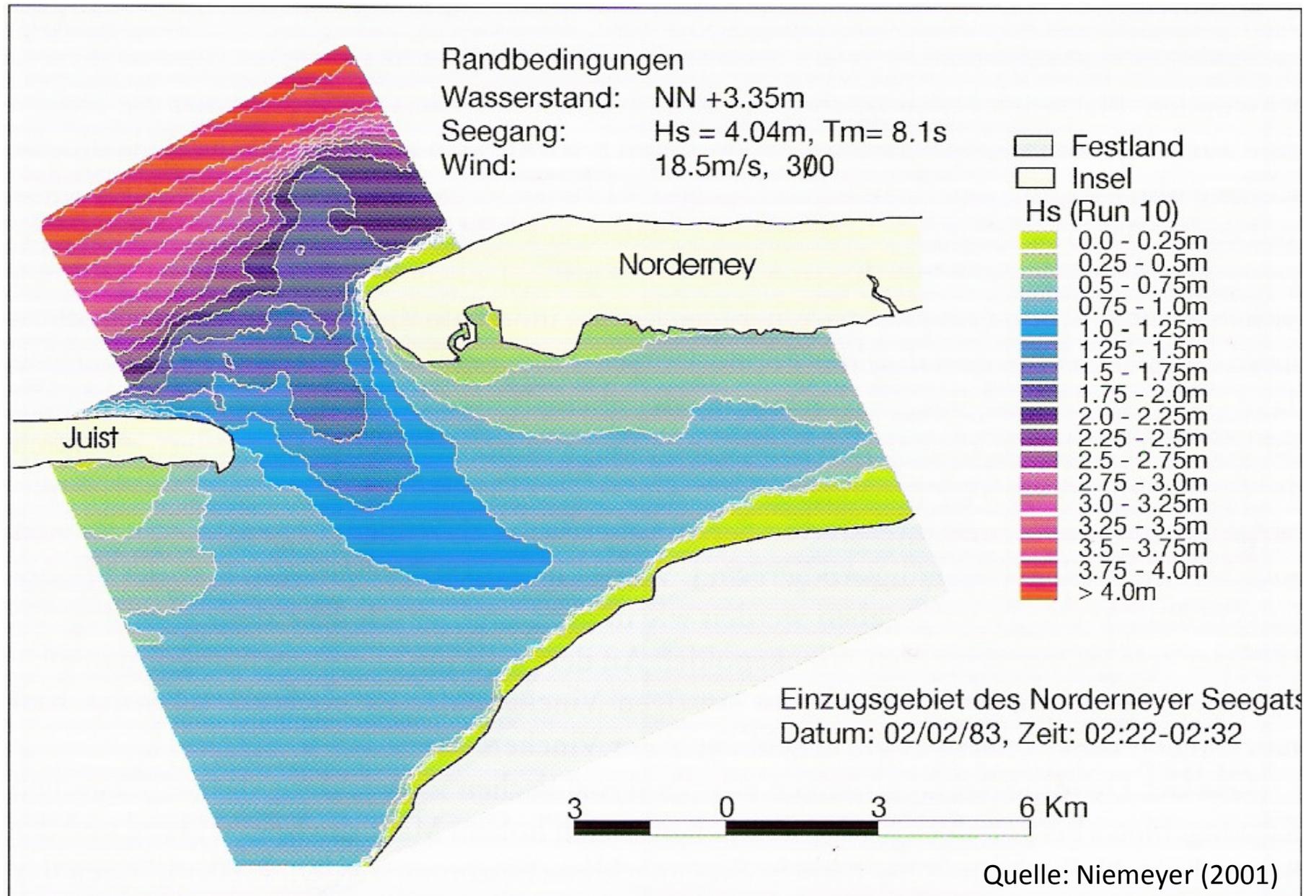
Gestaltende Vorgänge: Borkum - Juist



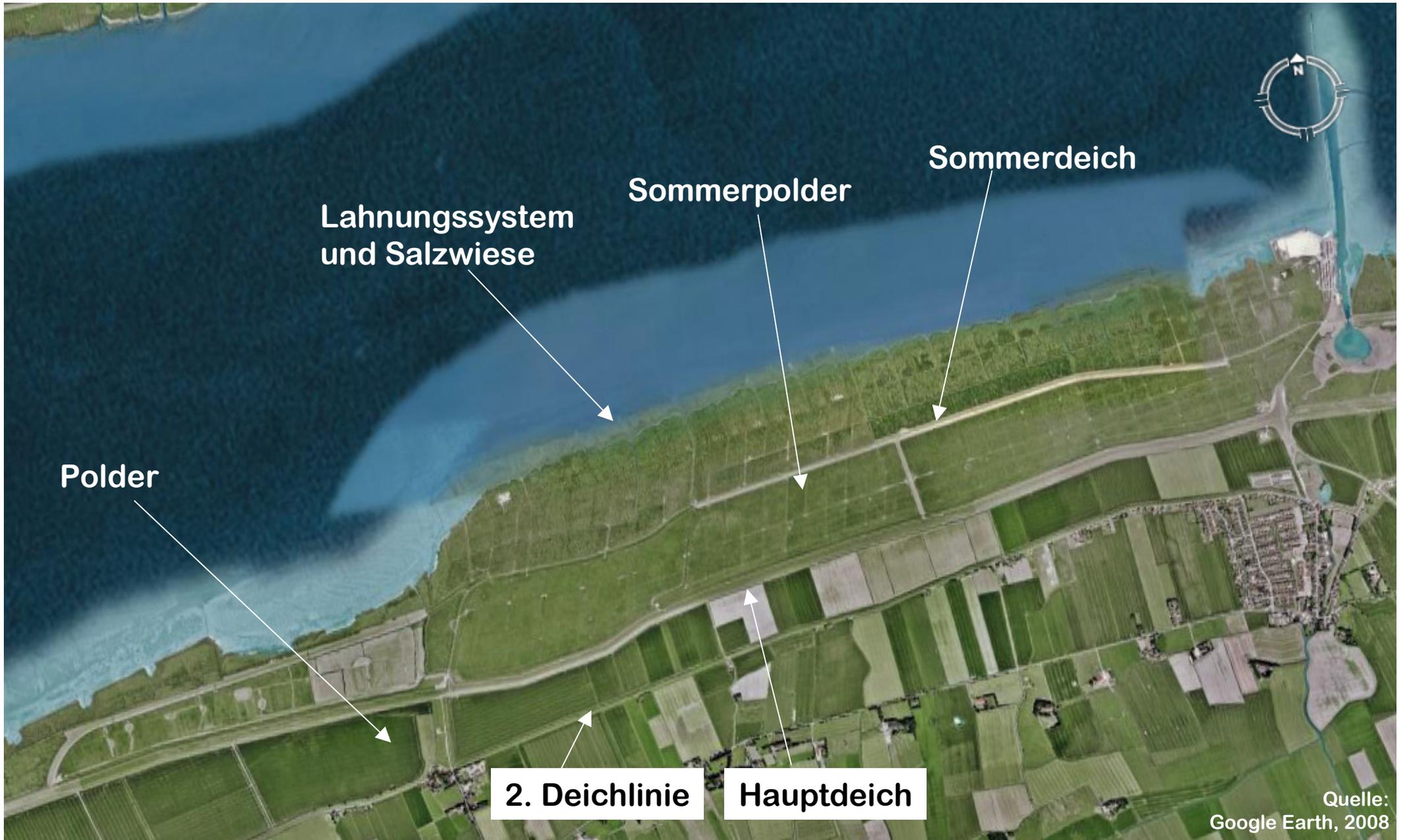
Interaktion „Juister Balje“ mit dem Watteinzugsgebiet: Höhenänderung des Watts (Erosion/Sedimentation) von 1958 bis 1998



Ausbreitung Seegang im Einzugsgebiet des Norderneyer Seegats



Küstenabschnitt bei Neßmersiel (Ostfriesland)



Salzwiese mit aufgegebenem Lahnungssystem



Nationalpark Wattenmeer



NIEDERSACHSEN

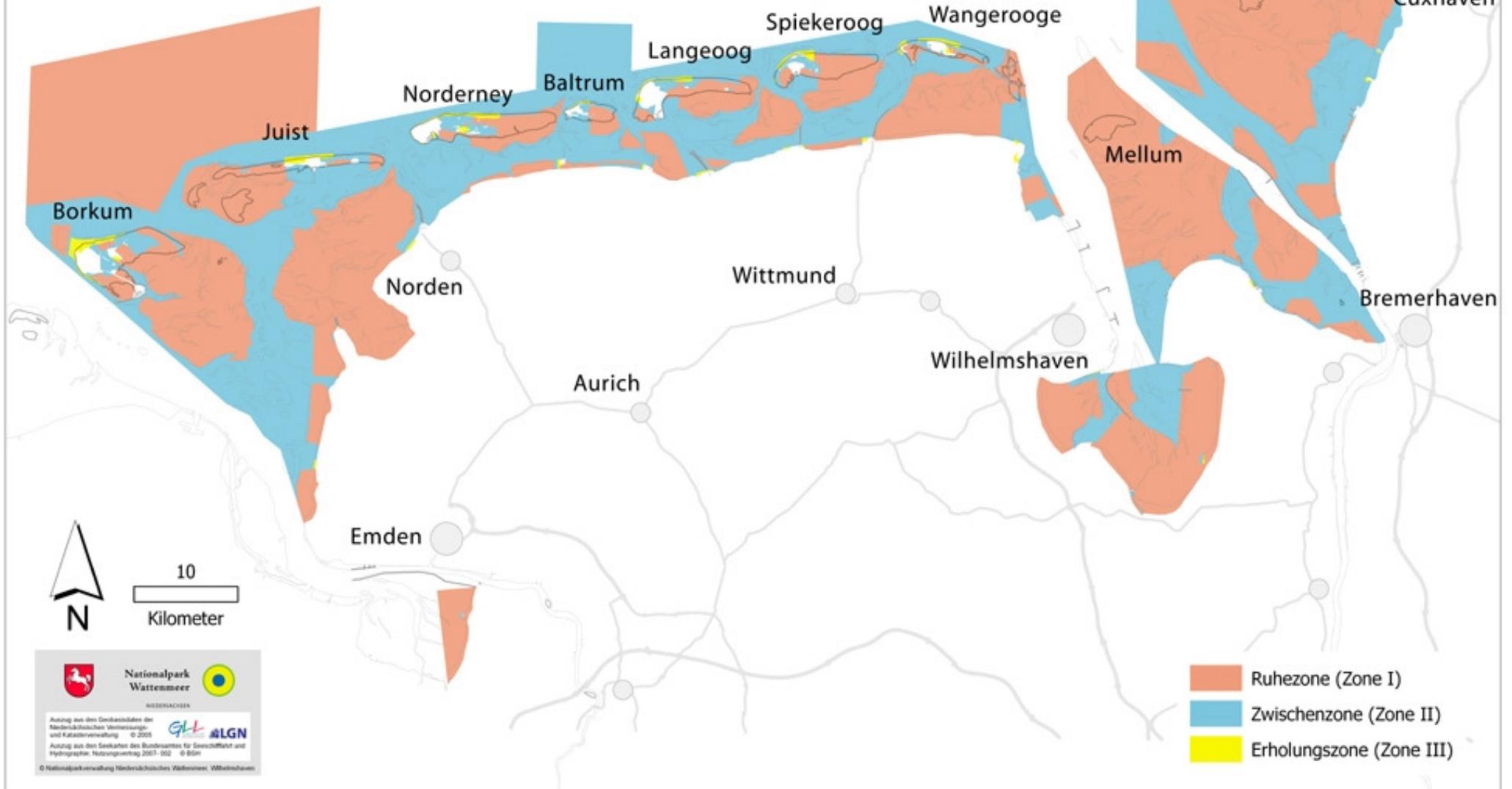
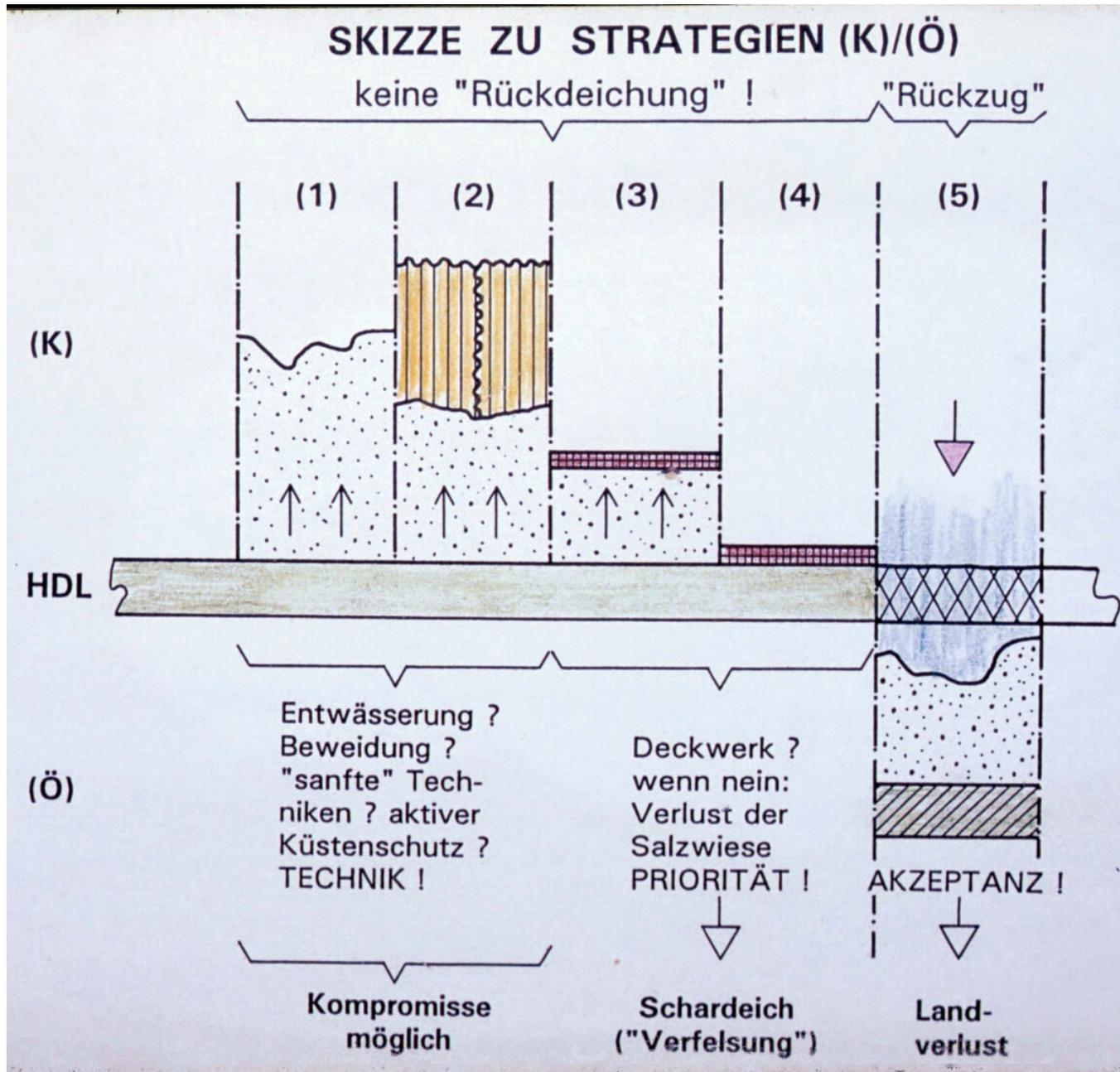


Bild zu Konflikt Küstenschutz / Naturschutz



Konflikt Küstenschutz / Naturschutz



- Erosion Salzwiese
 - Seeseitige Deichverstärkung
 - Kleientnahme
 - 10 Punkte-Programm als Kompromiss
- Bestätigung „Linienkonzept“**

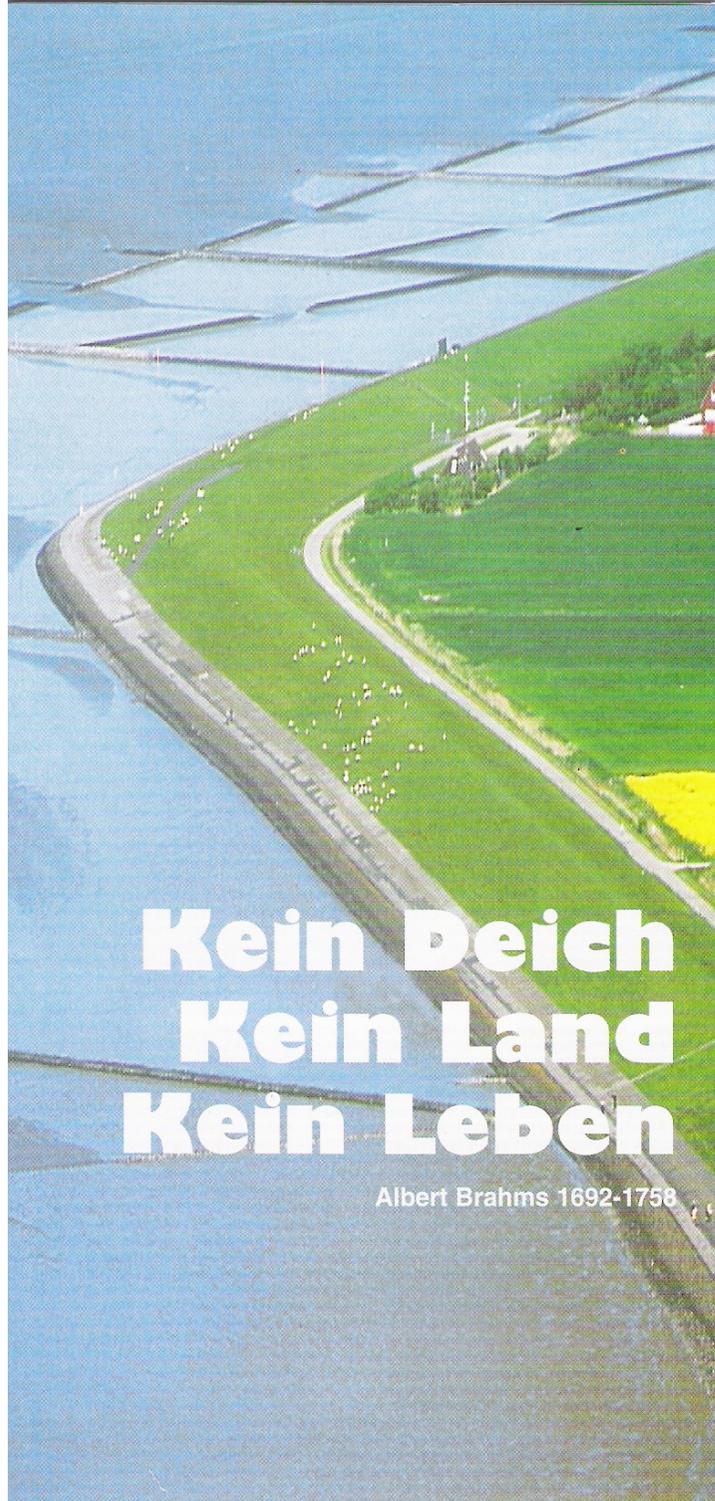
Quelle: Kunz (1994)

Küstenschutz ist eine Daueraufgabe

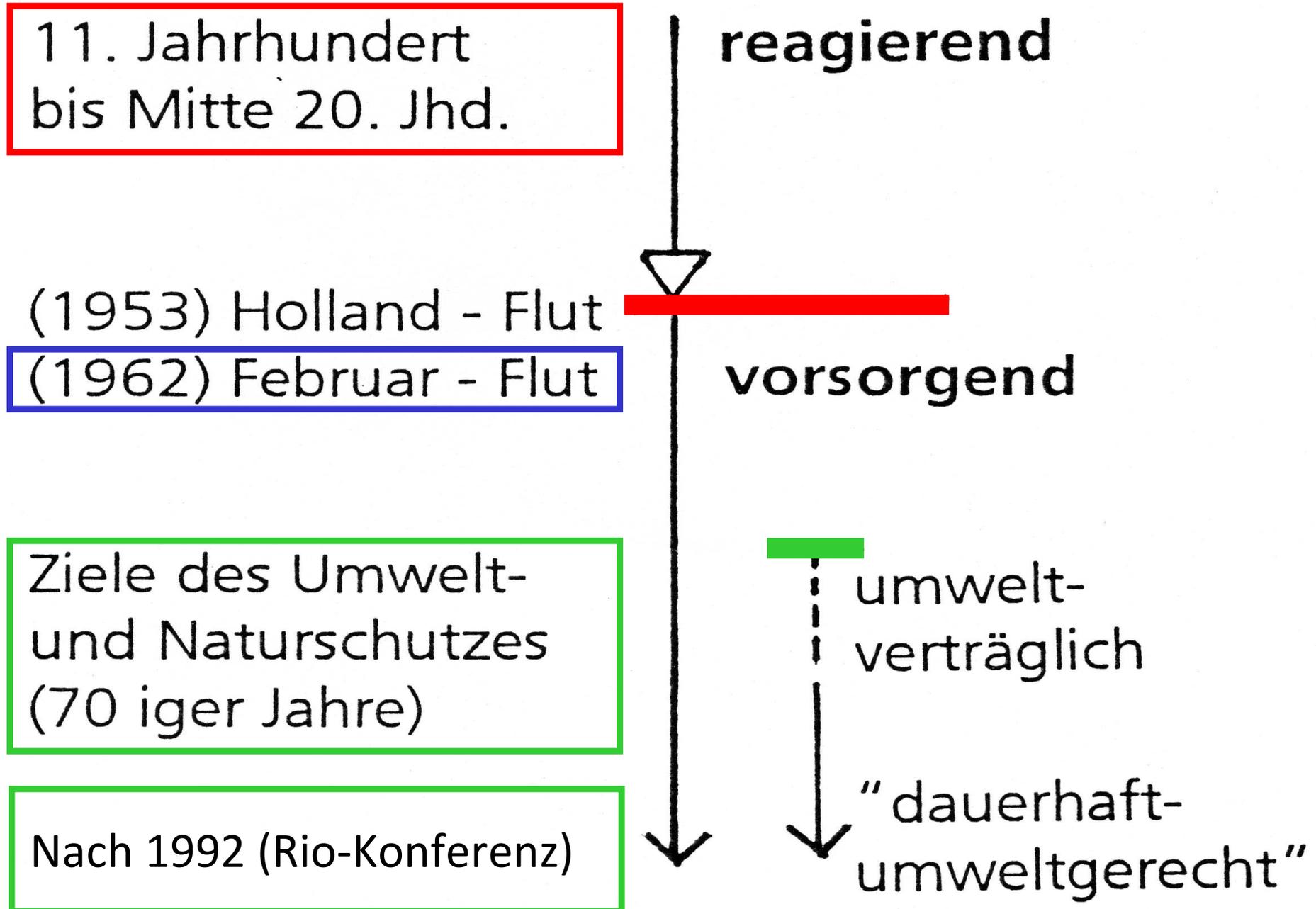
- Voraussetzung für die Erhaltung und Entwicklung des Lebens- und Wirtschaftsraums
- Bund-Länder Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) – 70% / 30%
- **Küstenschutzstrategie**
- Gewährleistung eines bestimmten Schutzstandards (**kein absoluter Schutz möglich**)
- Grundsätzlich keine Rückverlegung oder Aufgabe von Deichen (**linienhafter Küstenschutz**)
- Keine Landgewinnung durch Vordeichung
- **2. Deichlinien schaffen**, wo dies möglich ist (**flächenhafter Küstenschutz**)
- Neue Deichprofile und sonstige Küstenschutzbauwerke so anlegen, dass spätere Anpassungen der Schutzlinie problemlos möglich sind (Optimierung)

Quelle: nach Lübbe/BMELV in KFKI-Aktuell 02/2010

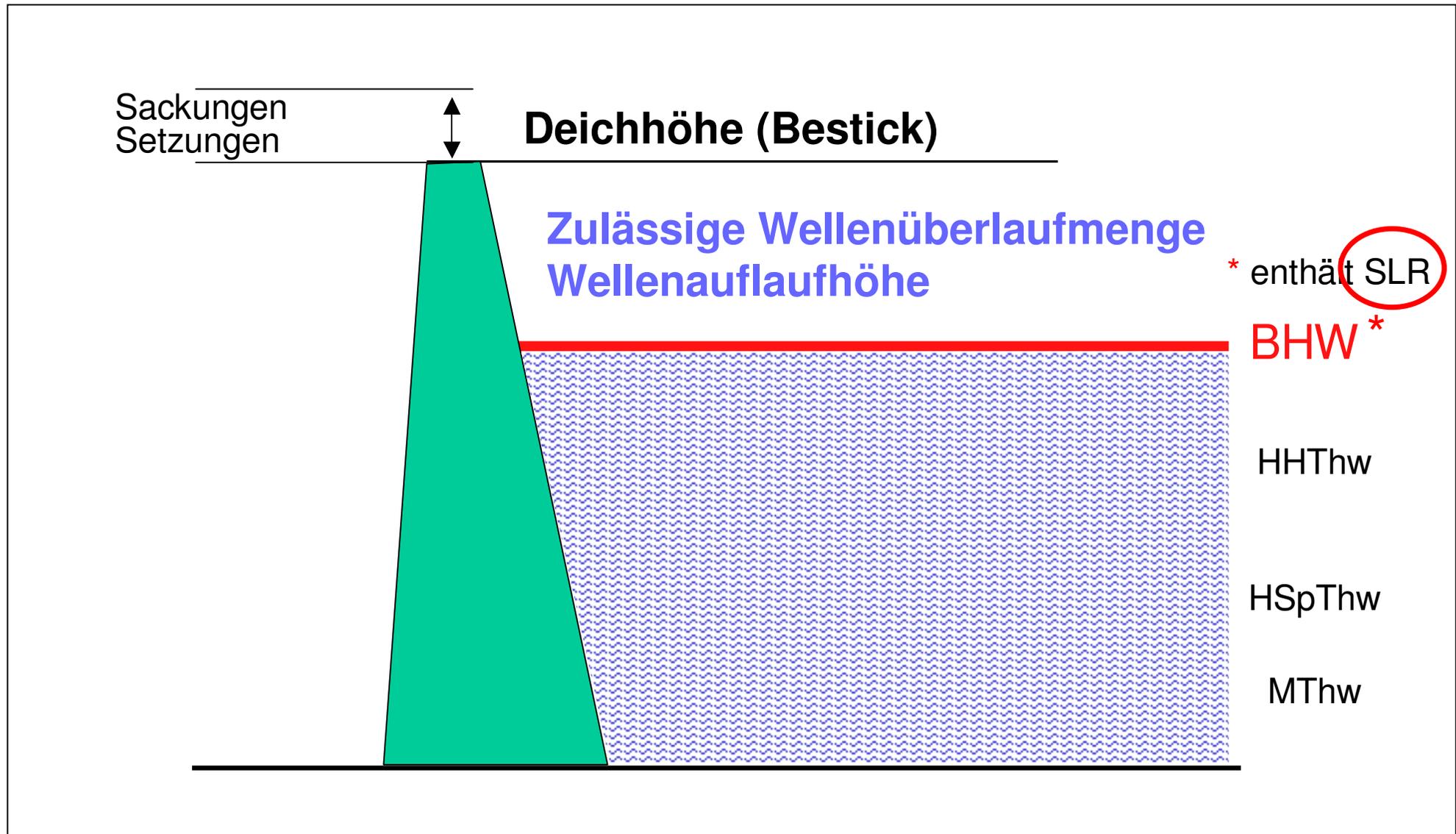
Bild 35



Zur Entwicklung des Küstenschutzes



Deichhöhe und Bemessungswasserstand (BHW)



Die Menschheit treibt ein Spiel mit dem Feuer

Treibhaus Erde



Seit Jahr und Tag warnen Wissenschaftler vor einer unheimlichen Gefahr: Unscheinbare Gase wie das Kohlendioxid, das beim Verbrennen von Kohle, Erdöl, Erdgas und bei der Zerstörung der Tropenwälder massenhaft freigesetzt wird, erhitzen die Erde. Längst ist dieser Vorgang als »Treibhaus-effekt« geläufig; nicht minder, daß dadurch eine Verschiebung der Klimazonen mit verheerenden Dürren und katastrophalen Überschwemmungen, zudem ein Anstieg des Meeresspiegels und die Überflutung weiter, vielfach dichtbesiedelter Küstengebiete droht. Trotzdem liefern Politik und Wirtschaft bislang nur wohlfeile Deklarationen und verharren ansonsten – wie wir alle – in sträflicher Apathie. Dabei sind unverzüglich Maßnahmen zu treffen, um dieser nächst einem Atomkrieg größten Gefahr für die Menschheit zu begegnen. Diese Maßnahmen, die sich aus der Analyse des Problems ergeben, werden das Leben jedes einzelnen verändern. Denn nur weltweites konsequentes Handeln bietet eine Chance, den verhängnisvollen Folgen eines tiefgreifenden Klimawandels zu entgehen. Und Eile tut not

Es ist längst

**wärmer geworden, und der
Meeresspiegel steigt . . .**

Geo 1989, Nr. 9, S. 37ff

Eisfreier Nordpol nur eine Frage der Zeit

KLIMAWANDEL Bremerhavener Alfred-Wegener-Institut entwickelt konkrete Zukunftsszenarien

Das Institut hat eine Zusammenschau für den UN-Klimagipfel erstellt. Die Gletscher schmelzen unaufhaltsam ab.

VON WOLFGANG HEUMER

BREMERHAVEN – Selbst tiefgreifende Maßnahmen zum Klimaschutz können den bereits begonnenen Klimawandel allenfalls bremsen, aber nicht mehr stoppen. Das ist das Fazit aus einer Zusammenschau verschiedener Fachrichtungen, die das Bremerhavener Alfred-Wegener-Institut (AWI) für Polar- und Meeresforschung im Vorfeld des Klimagipfels in Kopenhagen veröffentlicht hat.

Ab Montag wollen Vertreter von mehr als 190 Staaten in der dänischen Hauptstadt über Wege zu einer Begrenzung von Treibhausgas-Emissionen wie Kohlendioxid (CO₂) beraten. „Selbst wenn wir von heute auf morgen kein CO₂ mehr produzieren, wird sich der bisher gemessene Temperaturanstieg auf 1,4 Grad Celsius verdoppeln“, sagt der AWI-Klimaexperte Prof. Peter Lemke.

Seit rund 200 Jahren hat der Mensch als Folge der In-



Die Satellitenaufnahme zeigt die größte Eisausdehnung in der Arktis für den Zeitraum 2008 bis 2009. Selbst tiefgreifende Maßnahmen zum Klimaschutz können den bereits begonnenen Klimawandel allenfalls bremsen, aber nicht mehr stoppen.

8.12.09/A

atmosphäre geblasen. In den vergangenen mehrere Millionen Jahren pendelte der CO₂-Gehalt in der Luft zwischen 180 und 280 Teilchen pro einer Million Luftmoleküle (ppm): „Derzeit liegt der Gehalt bei 385 ppm“, sagt Lemke.

Der Kohlendioxid-Anteil in der Atmosphäre verhindert

in den Kalt- und Warmzeiten stieg der CO₂-Gehalt – allerdings nur um rund 100 ppm CO₂ und im Verlauf von 20000 Jahren. „Für diesen Wert hat der Mensch jetzt nur 200 Jahre benötigt“, sagt Lemke. „Die Geschwindigkeit kann unser Klimasystem nicht verdauen.“

In den Hausforschungsen-

schmelzen die Gletscher auf der antarktischen Halbinsel ab; rund um den Nordpol geht die arktische Meereisbedeckung immer weiter zurück.

„Seit Beginn der regelmäßigen Satellitenbeobachtung 1978 hat die Eisbedeckung der Arktis im September pro Jahrzehnt durchschnittlich

blum: Je mehr Wasser eisfrei ist, desto mehr heizt es sich auf. Zusätzlich verstärkt sich der Effekt der Erderwärmung, weil die dunkle Wasseroberfläche weniger Wärme ins All zurückspegelt als helles Eis.

„Wann wir im Sommer einen eisfreien Nordpol haben, ist schwer abzusehen“, meint Gerdes: „Manche unserer Klimamodelle legen nahe, dass das etwa 2080 der Fall sein wird.“ Den Hoffnungen, durch ein Zurückweichen des nördlichen Eises neue Schifffahrtswege und gewaltige Rohstoffvorkommen erschließen zu können, setzen die Wissenschaftler konkrete Auswirkungen auf den Alltag entgegen. „Die Polarregionen sind die Wetterküchen des Erdklimas“, erläutert AWI-Direktorin Prof. Karin Lochte. Insbesondere in der Arktis werde ein Großteil des Wetters gemacht, das Europa betrifft.

Die Konsequenzen der Erderwärmung sind laut Gerdes heute schon zu spüren. Je mehr Eis verschwinde, desto mehr Wärme werde vom Wasser in die Atmosphäre transportiert, verdeutlicht Gerdes: „Dadurch scheinen sich die Luftdruckmuster in der Atmosphäre zu verändern.“ Als Folge verschiebe sich im Winter das sogenannte Islandtief,

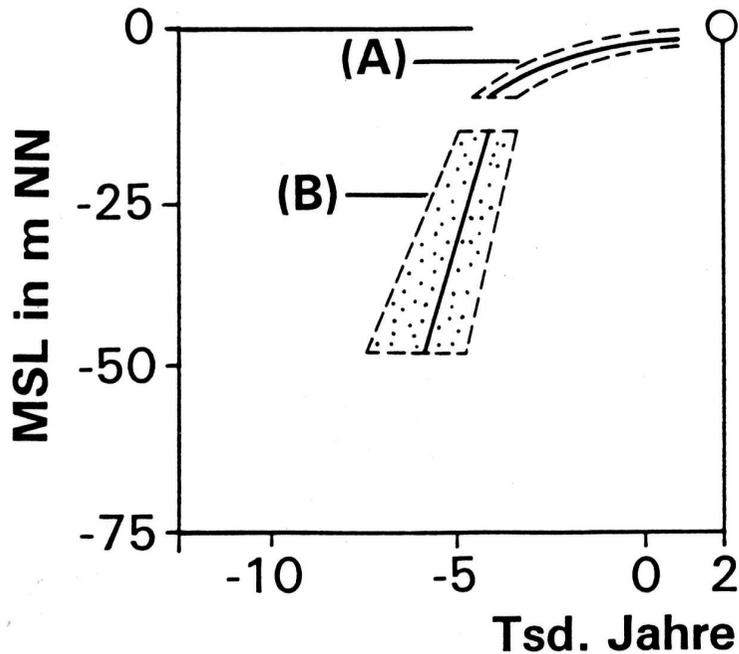
Meeresspiegelanstieg (MSL)

Bisher und Zukünftig

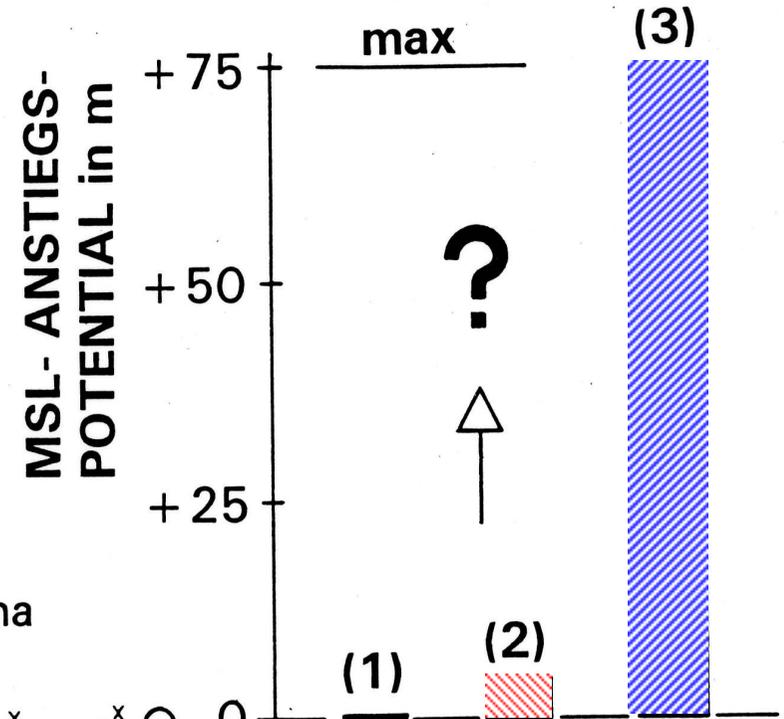
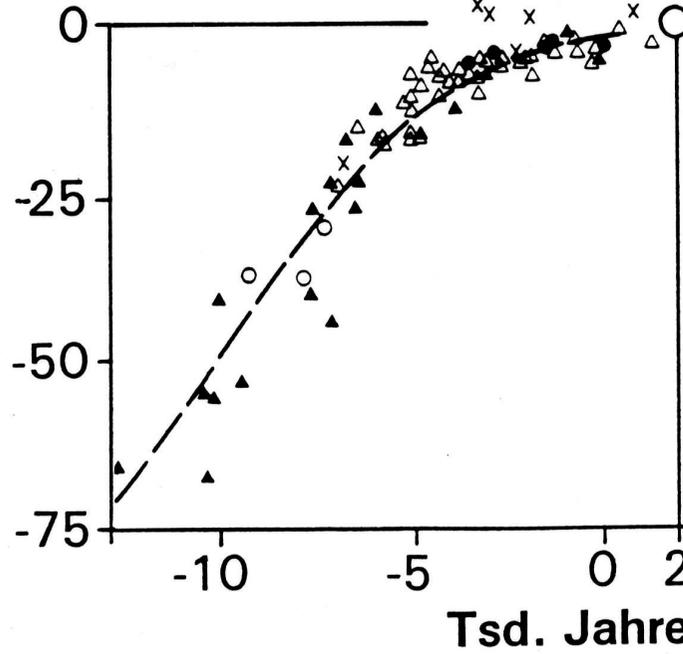
- (1) Berggletscher und kleinere Eisflächen: 0,35 - 0,50 m
- (2) Grönland: 5 - 7 m
- (3) gesamte Eismassen der Erde: max. 75 m

(A) 14 C - Daten
(B) Pollenanalyse

— Ausgleichskurve
- - - 95% - Grenzen



- ▲ Texas Shelf
- △ Holland
- x Australien
- Südwest Louisiana
- Ost Argentinien

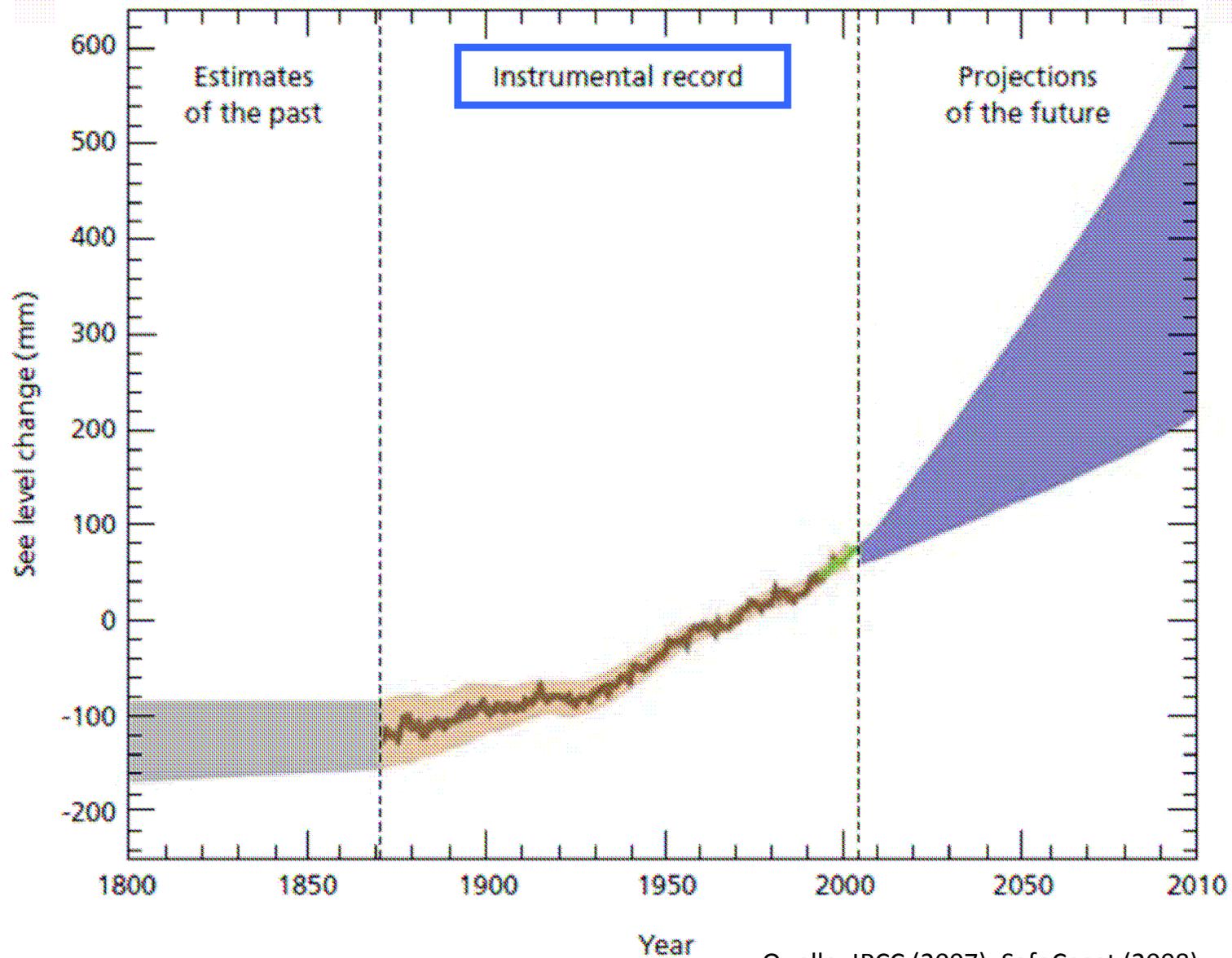


Aktualisierte Anstiegskurve
siehe Behre (2007)

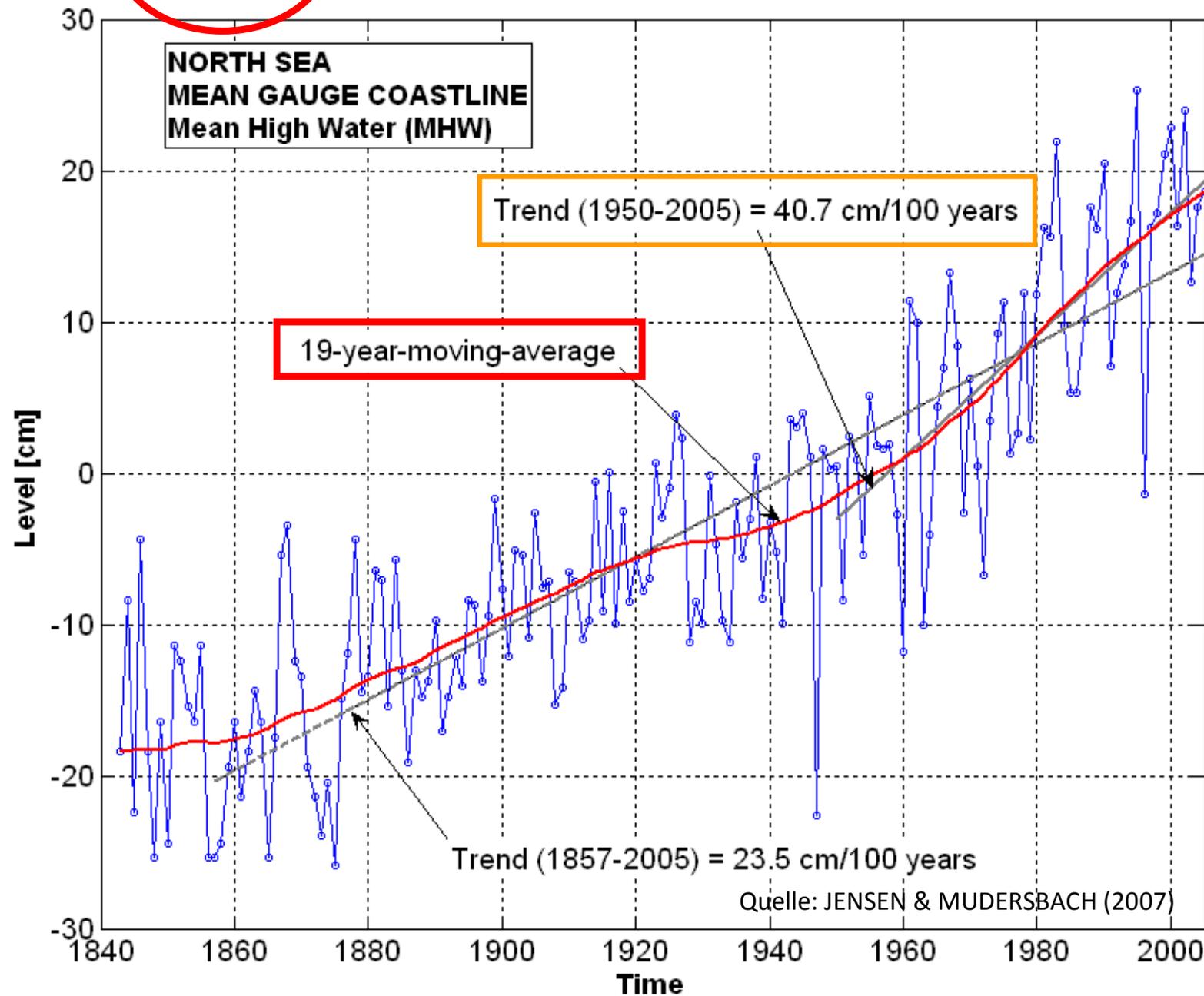
Zukunft

Quelle: Kunz (1991)

Meeresspiegelanstieg zwischen 1800 und 2010



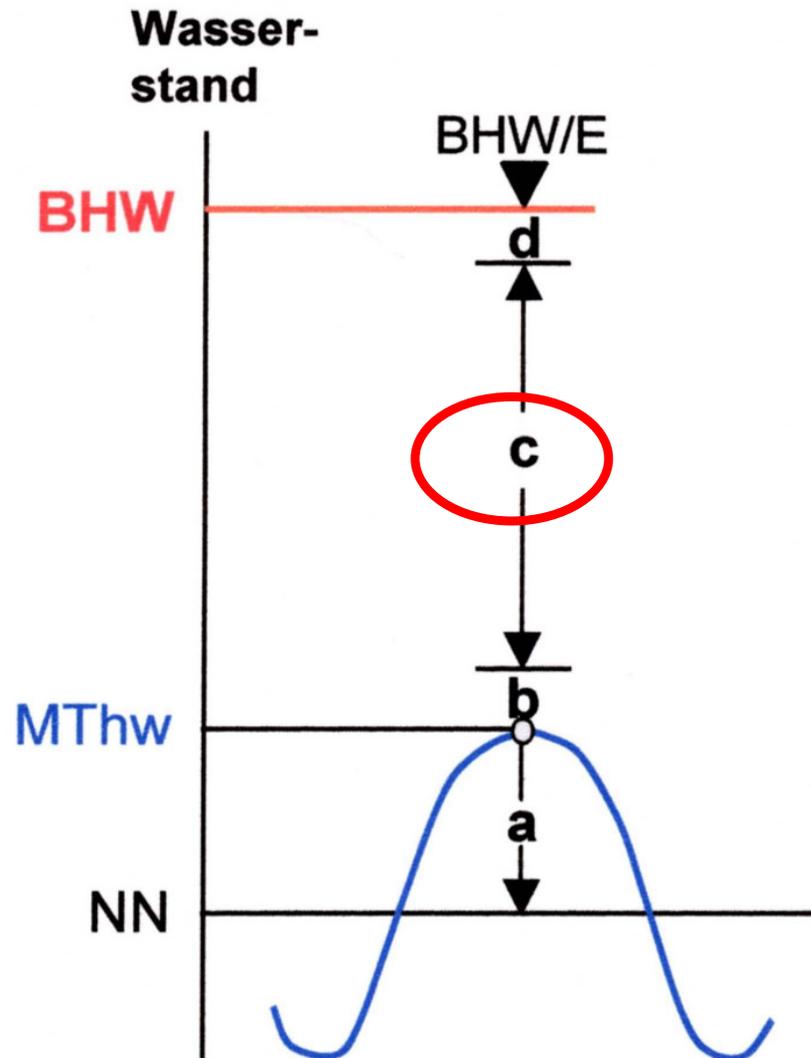
Das MThw an der deutschen Nordseeküste (6 Pegel)



Aus Schirmer (2010),
Zenario 8. Nov. 2010

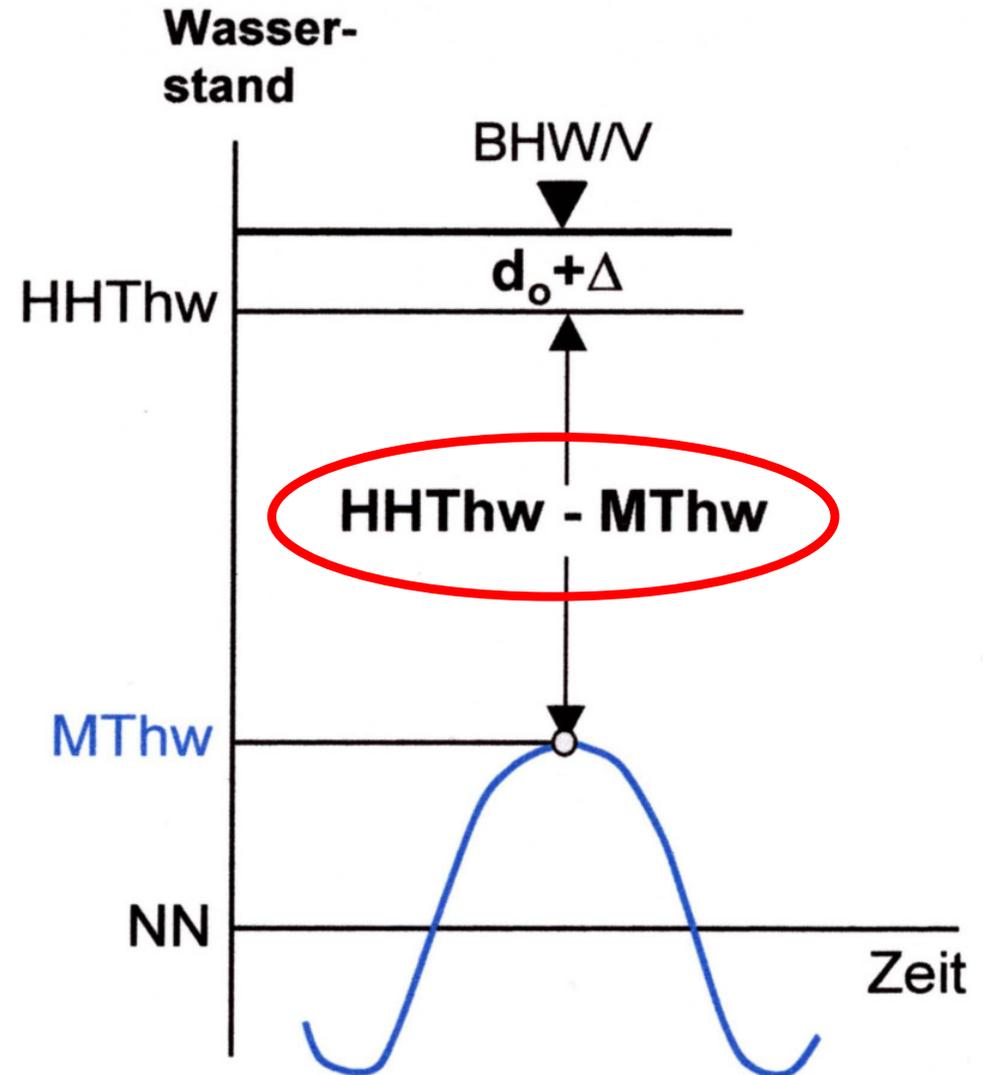
Bemessungswasserstand (BHW)

Einzelwertverfahren



d = Säkularanstieg des MThw
 c = HHThw - Thw (astr)
 b = HSpThw (WHJ) - MThw

Vergleichswertverfahren



d_0 : Säkularanstieg seit Datum HHThw
 Δ : zu berücksichtigender zukünftiger Säkularanstieg



Beispiel zur Frage der Sicherheit bestehender Deiche

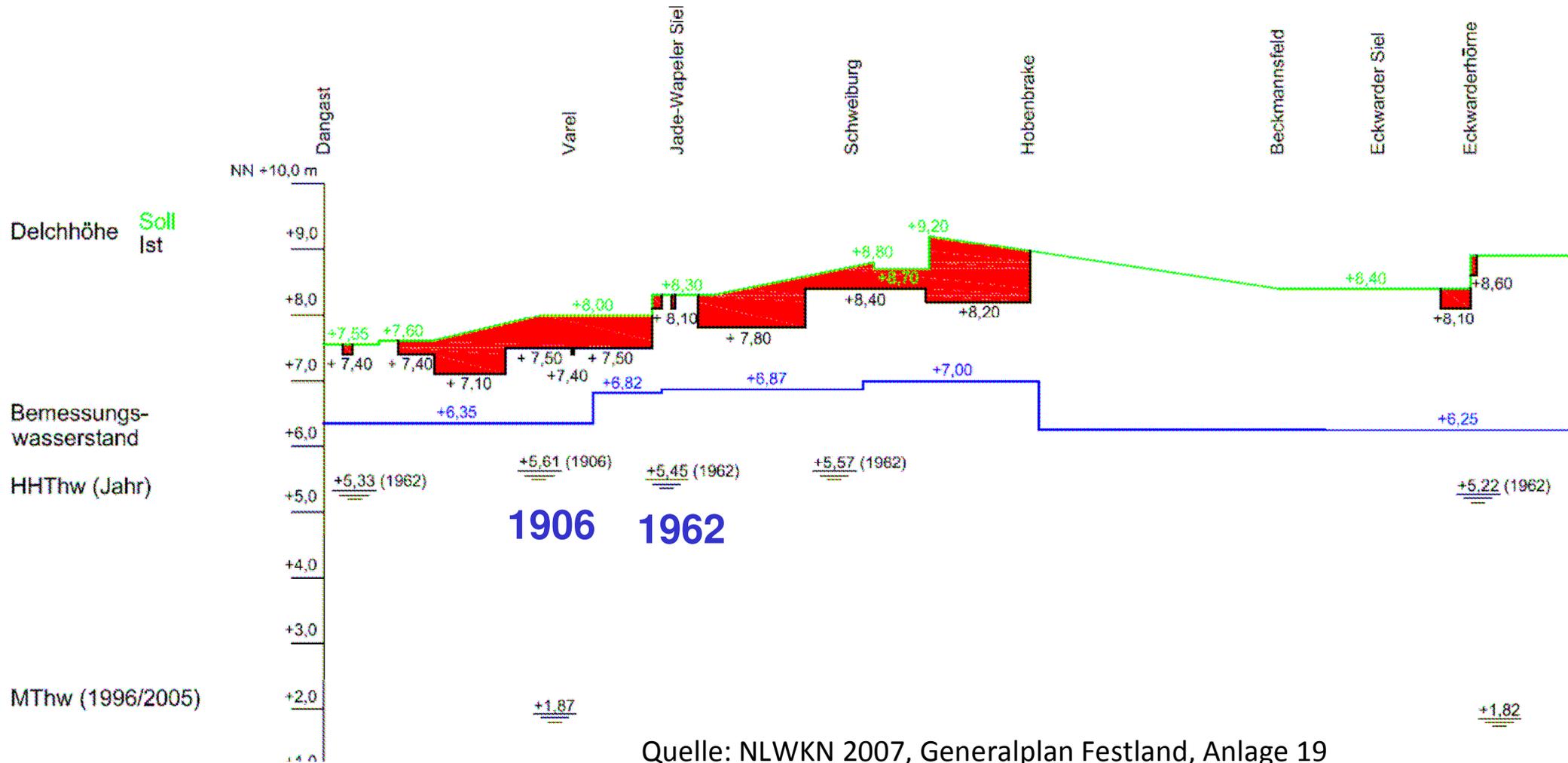
- Rote Linie:**
Deicherhöhung notwendig
- Schwarze Linie:**
Deichhöhe derzeit ausreichend

Quelle: NLWKN (2007), Generalplan Festland

Sturmflutschutz in Niedersachsen

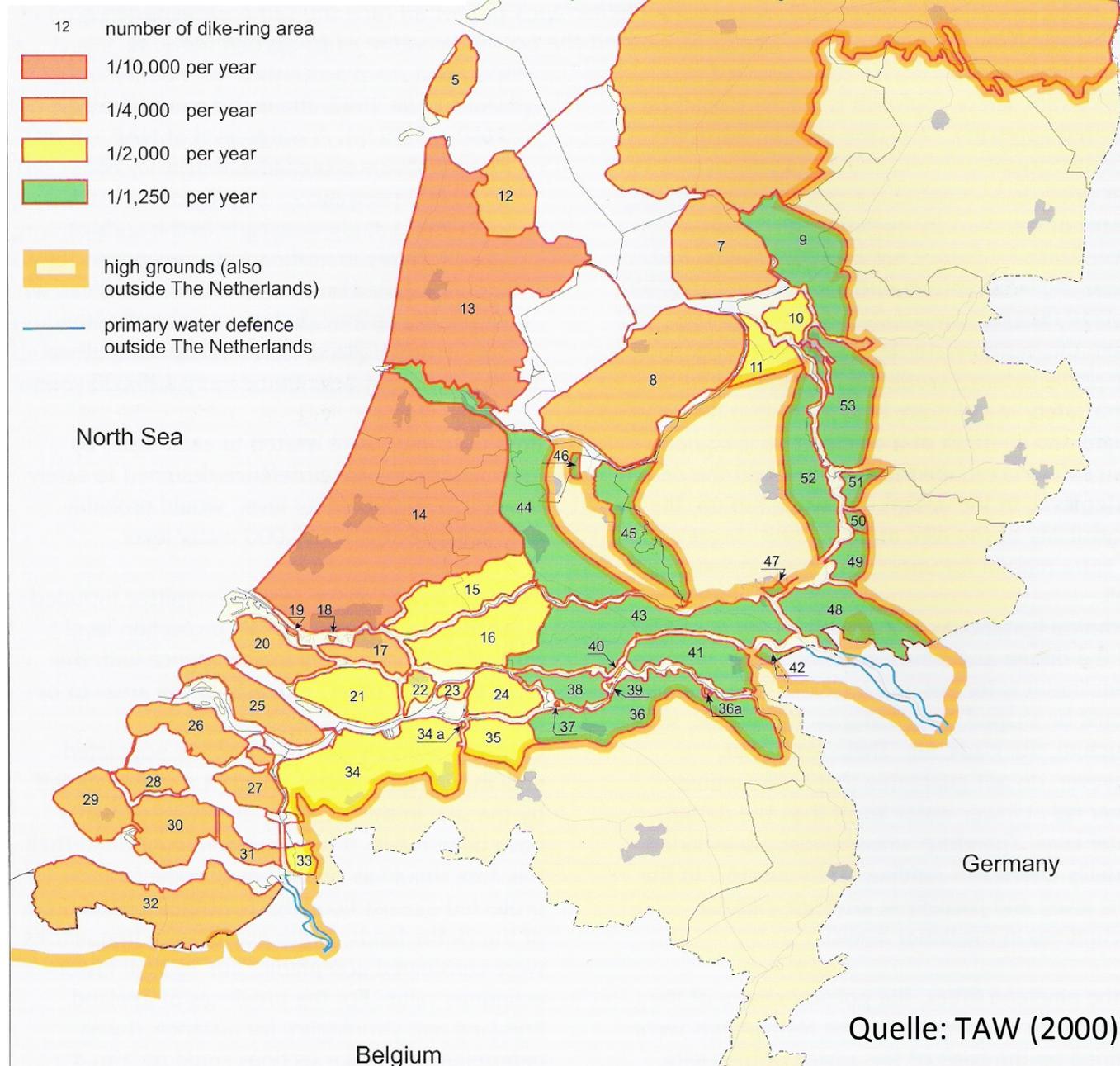
Bemessungswasserstand, Deichhöhe Ist und Soll

II. Oldenburgischer Deichband, Abschnitt Dangast – Eckwarderhörne



Quelle: NLWKN 2007, Generalplan Festland, Anlage 19

Niederlande: Sicherheitsstandard für Deichringgebiete





From probability of
exceedance to probability
of flooding

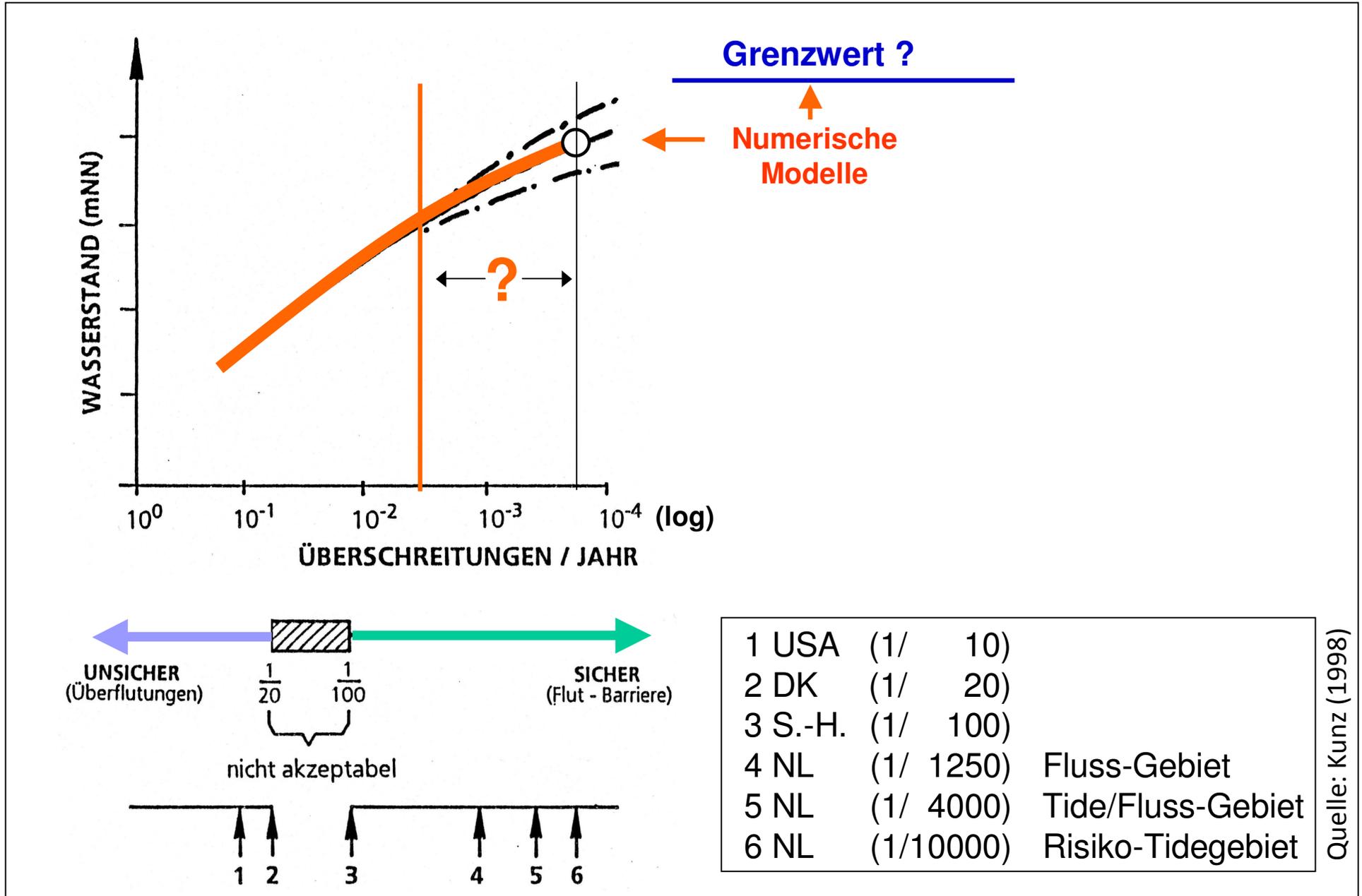


Technical Advisory Committee for Flood Defence in The Netherlands (TAW)

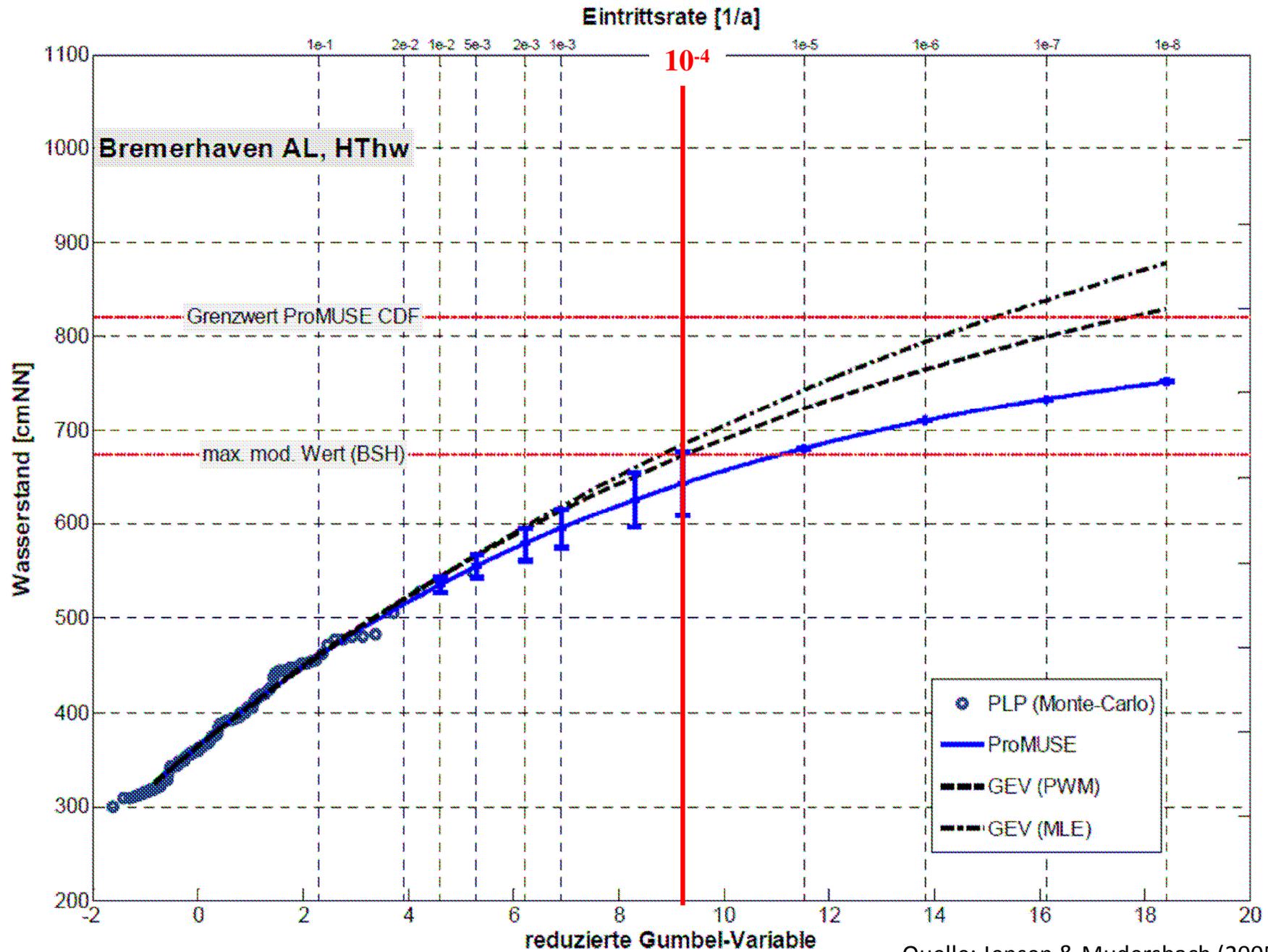
Juni 2000

Von der **Häufigkeit** der
Überschreitung zur
Wahrscheinlichkeit von
Überflutungen

Bemessungswasserstand in Abhängigkeit von Überschreitungshäufigkeiten

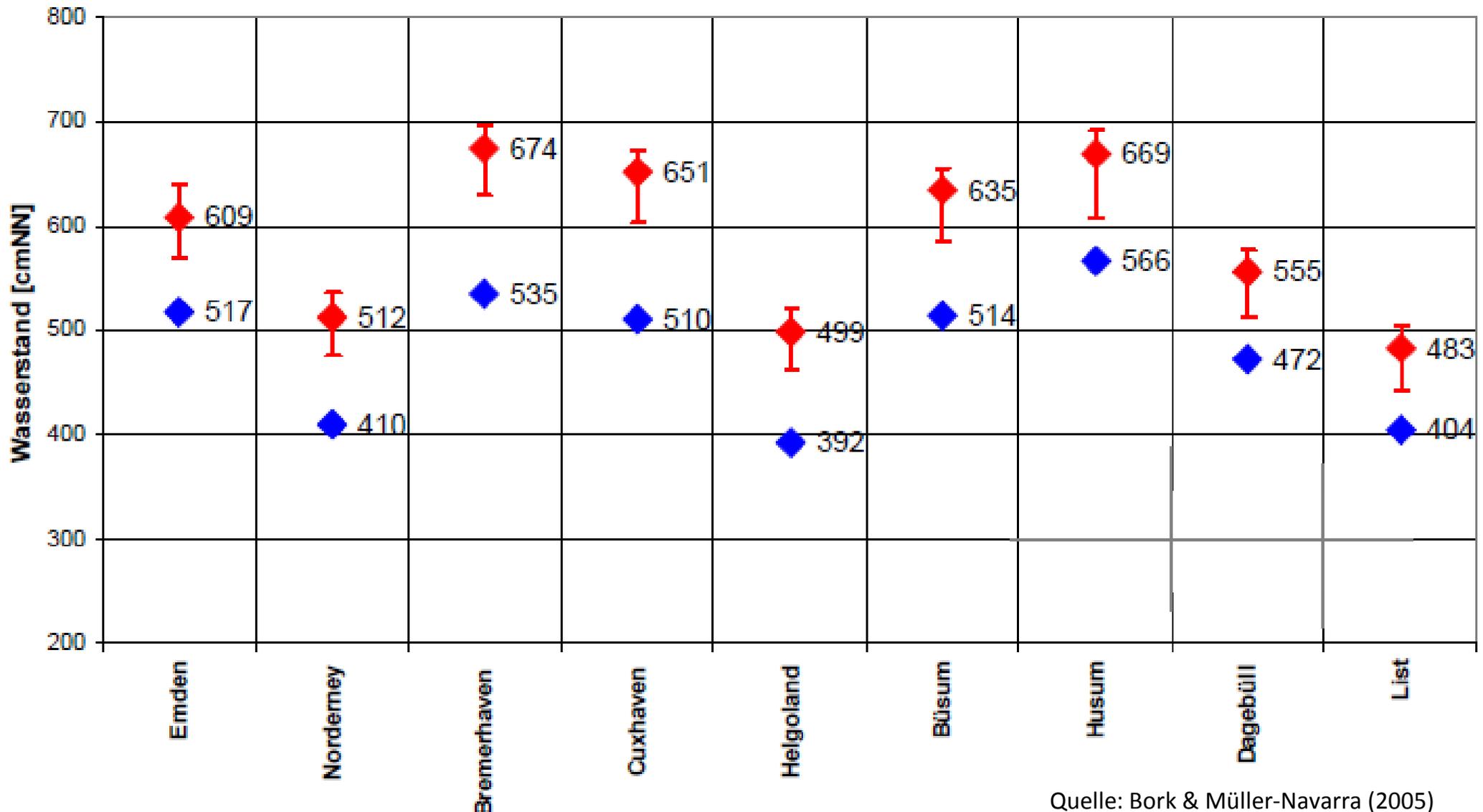


ProMUSE-Plot für Pegel Bremerhaven (Eintrittshäufigkeiten des HThw)



Quelle: Jensen & Mudersbach (2005)

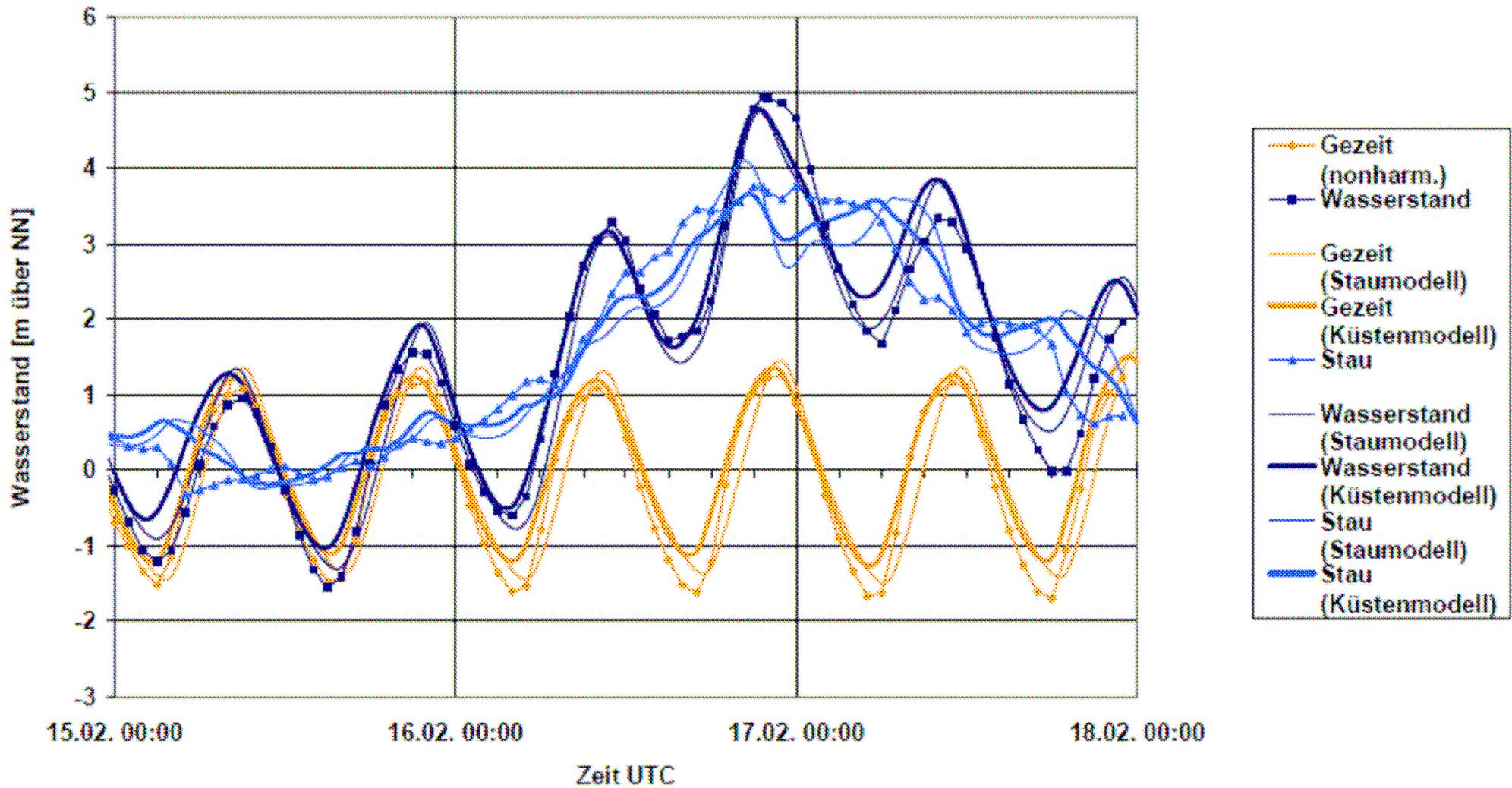
Gemessene und berechnete extreme Wasserstände (Nordseeküste Emden bis List)



Quelle: Bork & Müller-Navarra (2005)

- ◆ Max. Modellierungswerte
- ◆ Max. gemessene Wasserstände (HHThw) unterschiedliche Sturmfluten

Beobachtung und Neuberechnung: Cuxhaven Sturmflut 16./17. 2. 1962



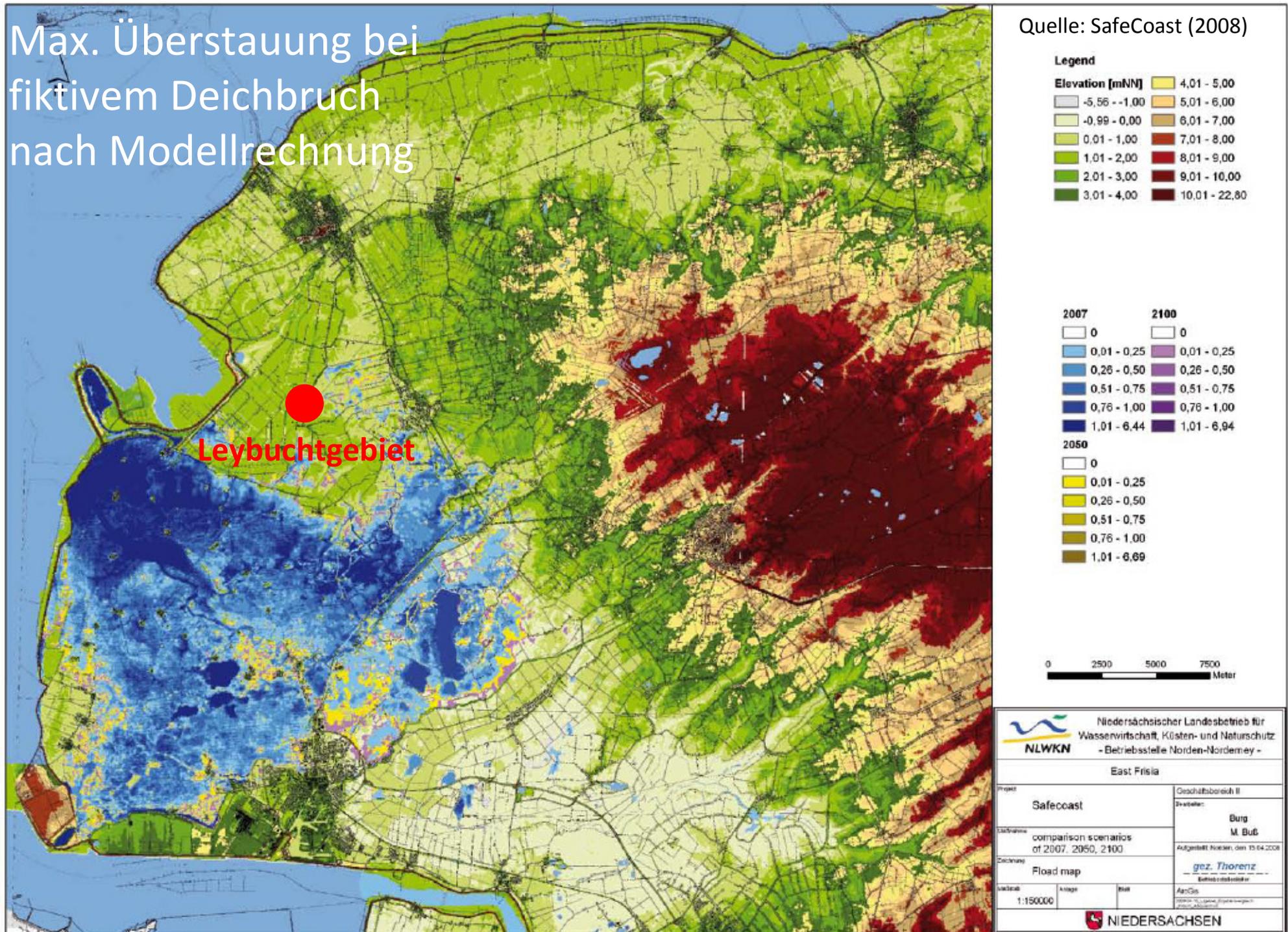
Quelle: Bork & Müller-Navarra (2005)

Deichversagen (Bruch) und Überflutungen

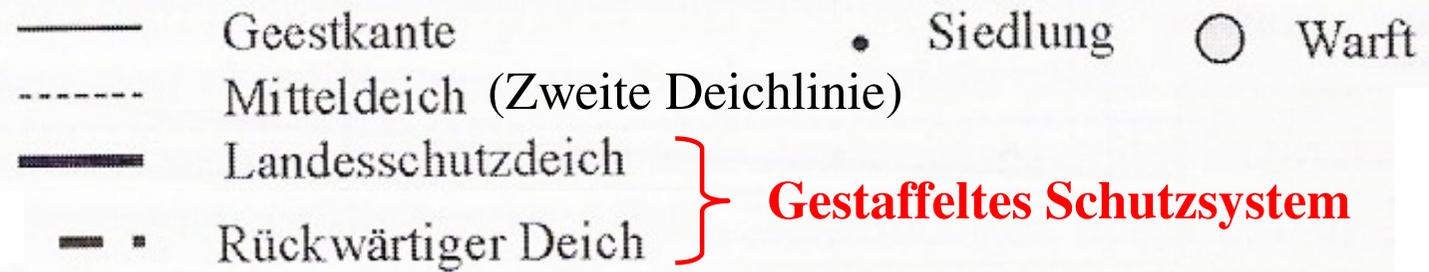


Weserdeich Feb. 1962

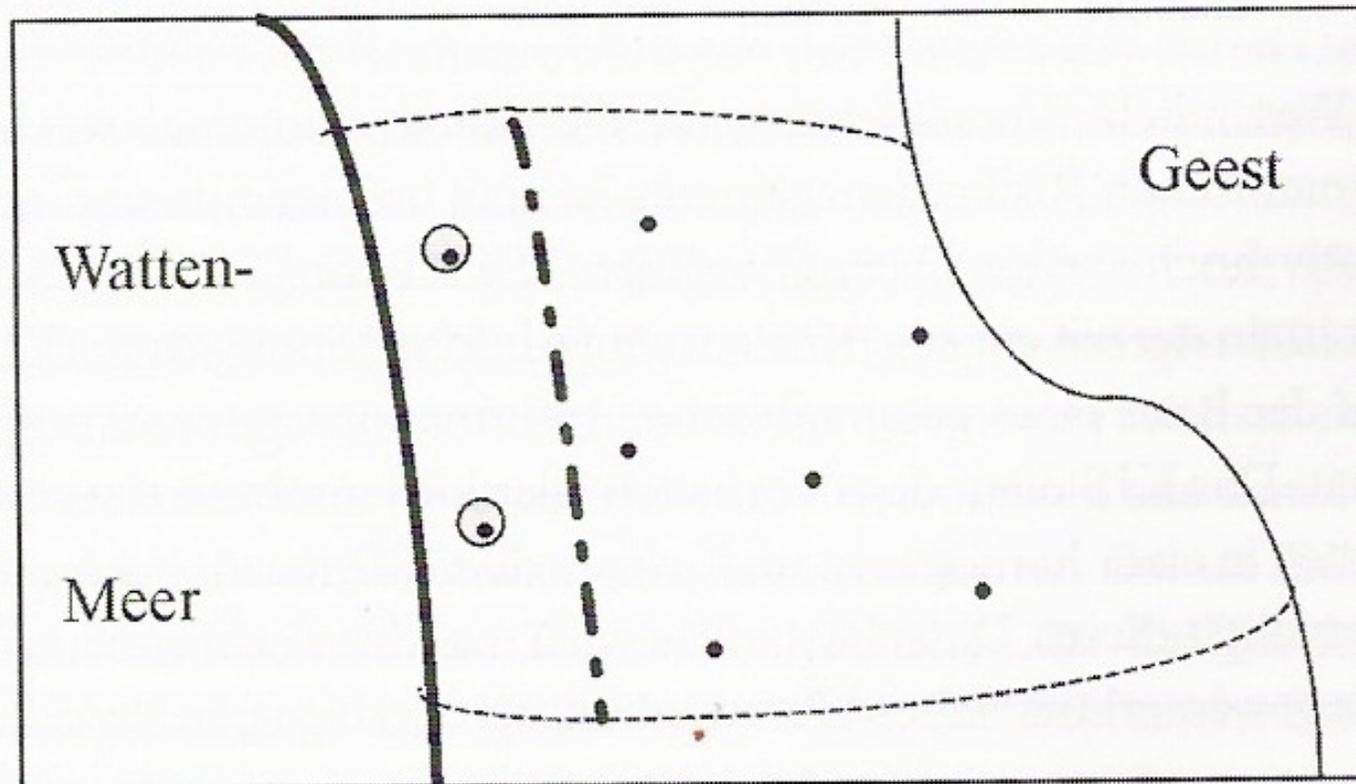
Max. Überstauung bei
fiktivem Deichbruch
nach Modellrechnung



Eindämmung der Überflutung durch ergänzende Deiche

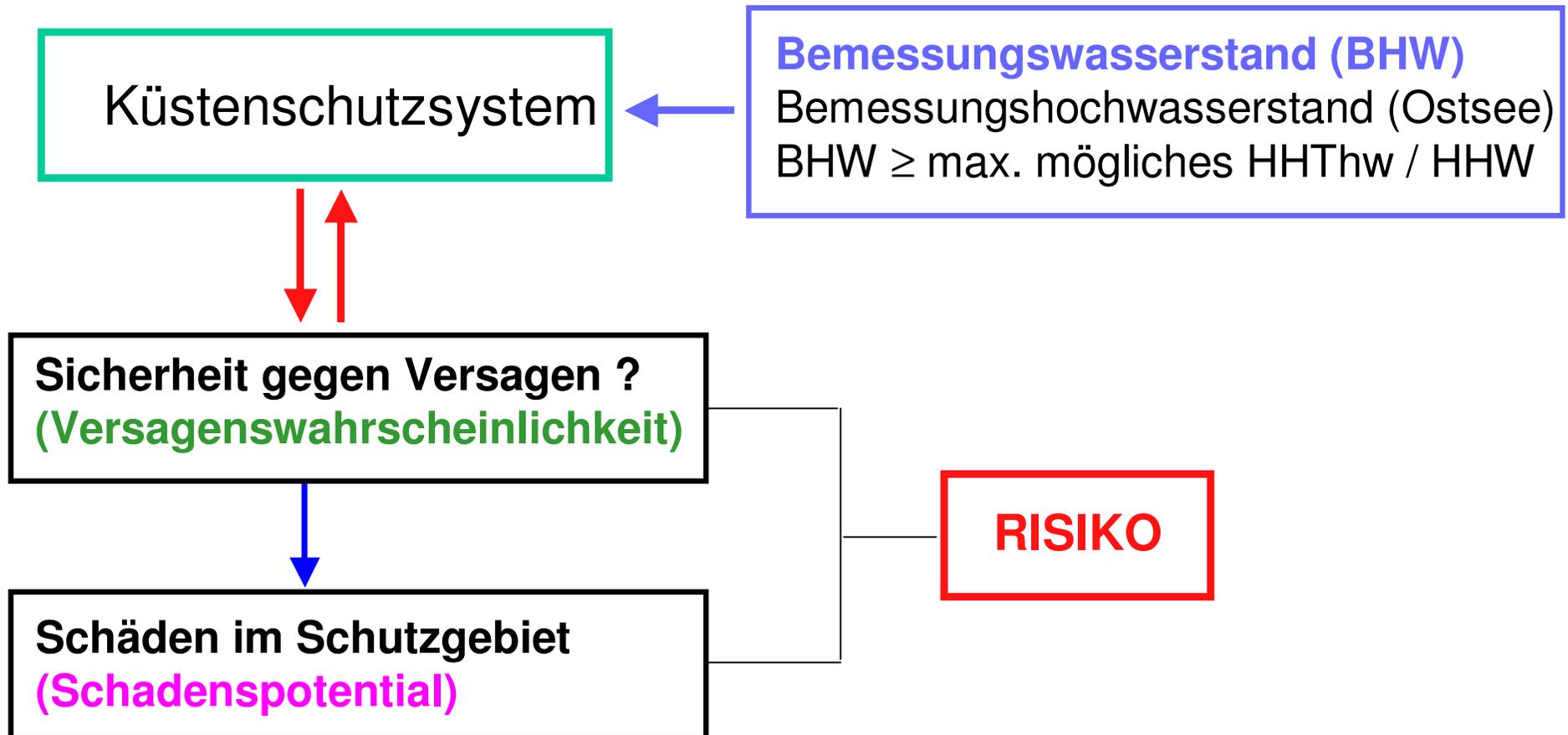


Phase 2

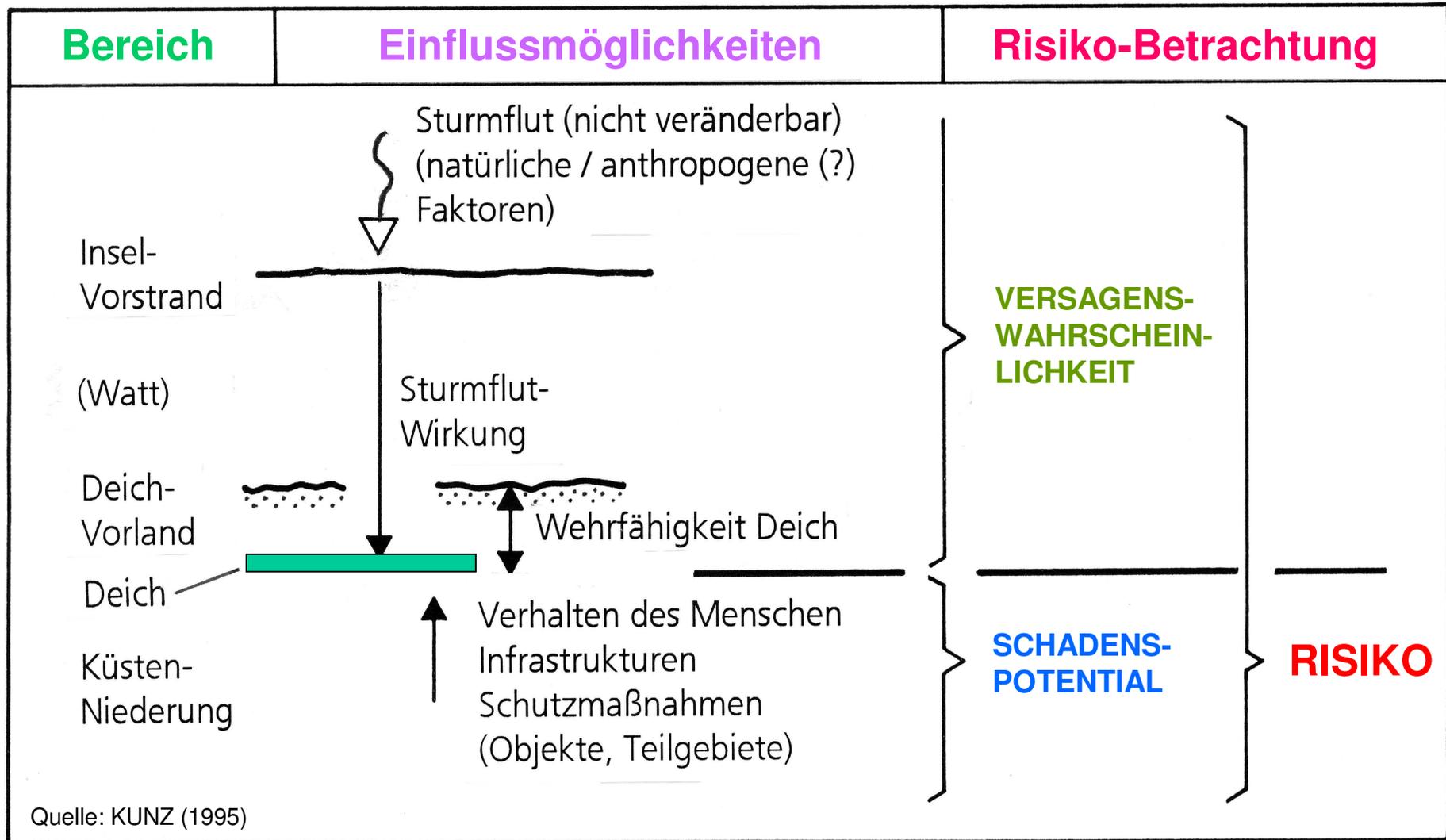


Quelle: Probst (2004)

Bedrohung der Küsten (Überflutungen)

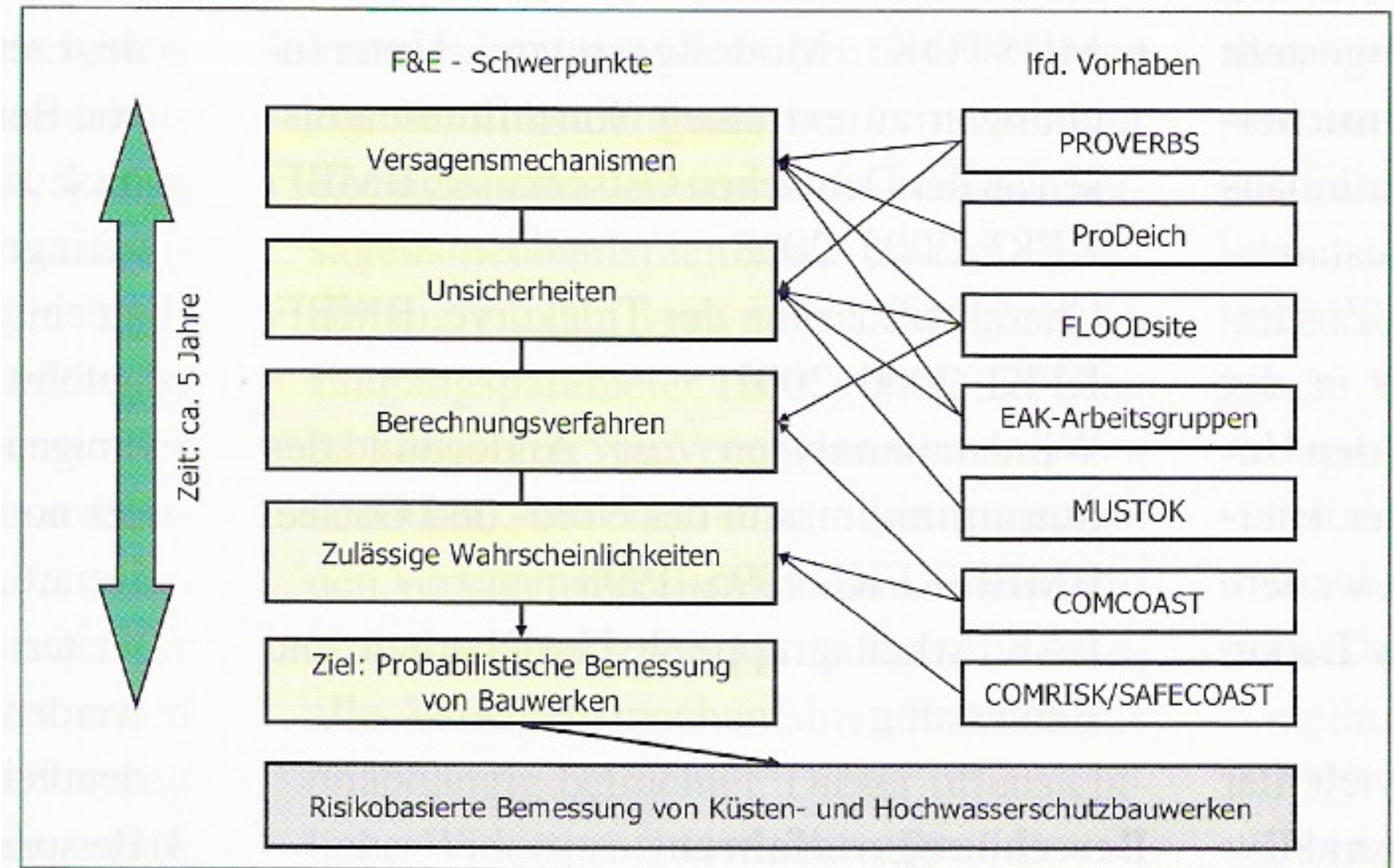


Küstenschutz als Teil eines Risikomanagements



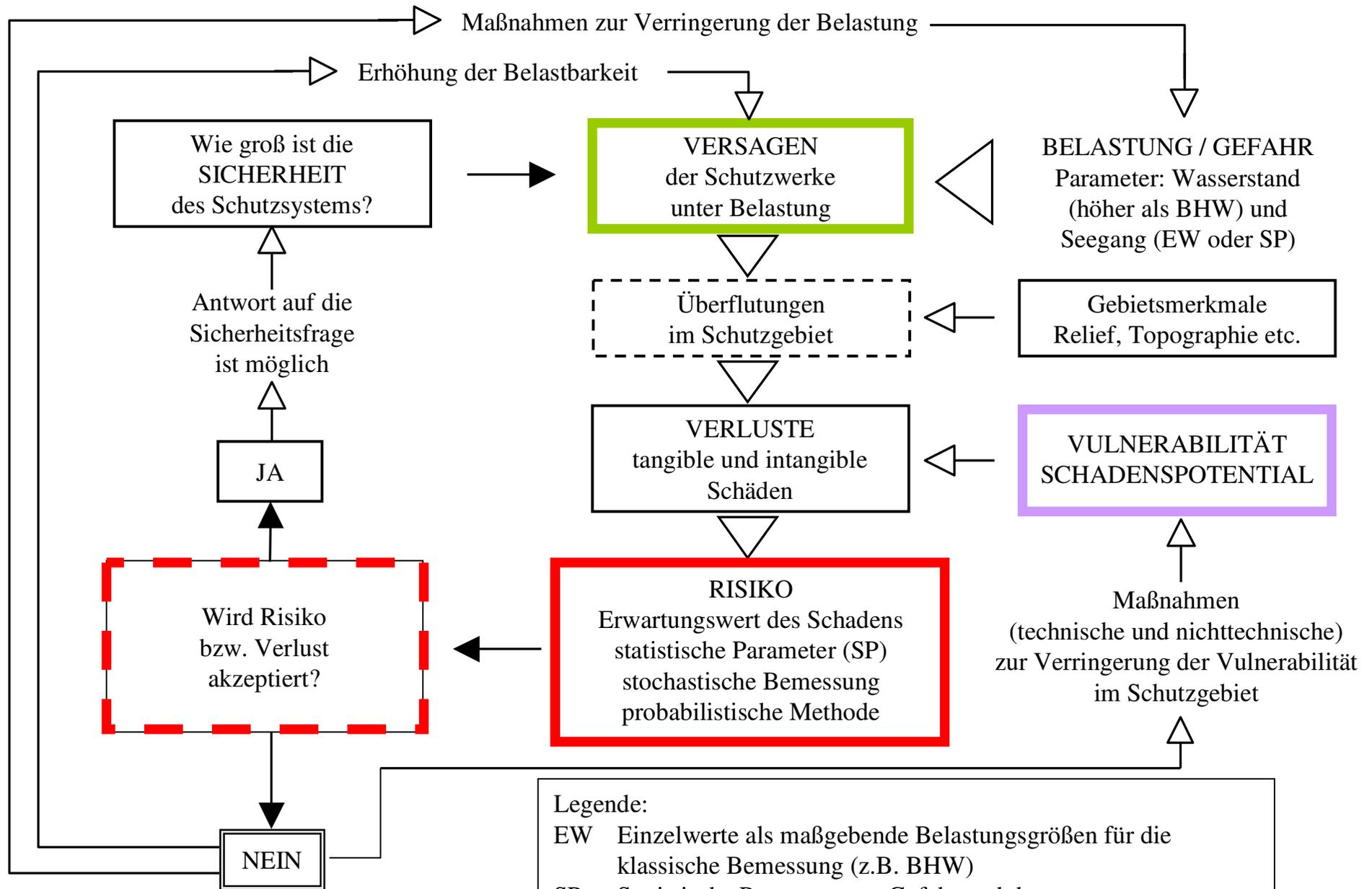
BESORGNIS → RISIKO - UNTERSUCHUNGEN → RISIKOMANAGEMENT

F&E-Schwerpunkte für probabilistische Deichbemessung und Zusammenarbeit mit laufenden Vorhaben



Quelle: Kortenhaus et al., HTG-Arbeitsgruppe B1 (Probabilistische Bemessung Bauwerken) in HANSA 2007, Nr. 4

Entscheidungsprozess auf der Grundlage akzeptierter Risiken



Quelle: Kunz (2004)

Legende:
 EW Einzelwerte als maßgebende Belastungsgrößen für die klassische Bemessung (z.B. BHW)
 SP Statistische Parameter zur Gefahr und deren Auftretenswahrscheinlichkeit für die probabilistische Risiko-Analyse
 BHW Bemessungswasserstand (Bemessungshochwasserstand)

Hans-Joachim Schellnhuber · Horst Sterr (Hrsg.)

Klimaänderung und Küste

Einblick ins Treibhaus



Springer-Verlag 

Beispiel Verbundforschungsvorhaben

22 Beiträge zum Bund-Länder
Forschungsprogramm
„Klimaänderung und Küste“
(erschienen 1993)

Beispiel Küstenzonenmanagement in den Niederlanden





Platz für Wasser

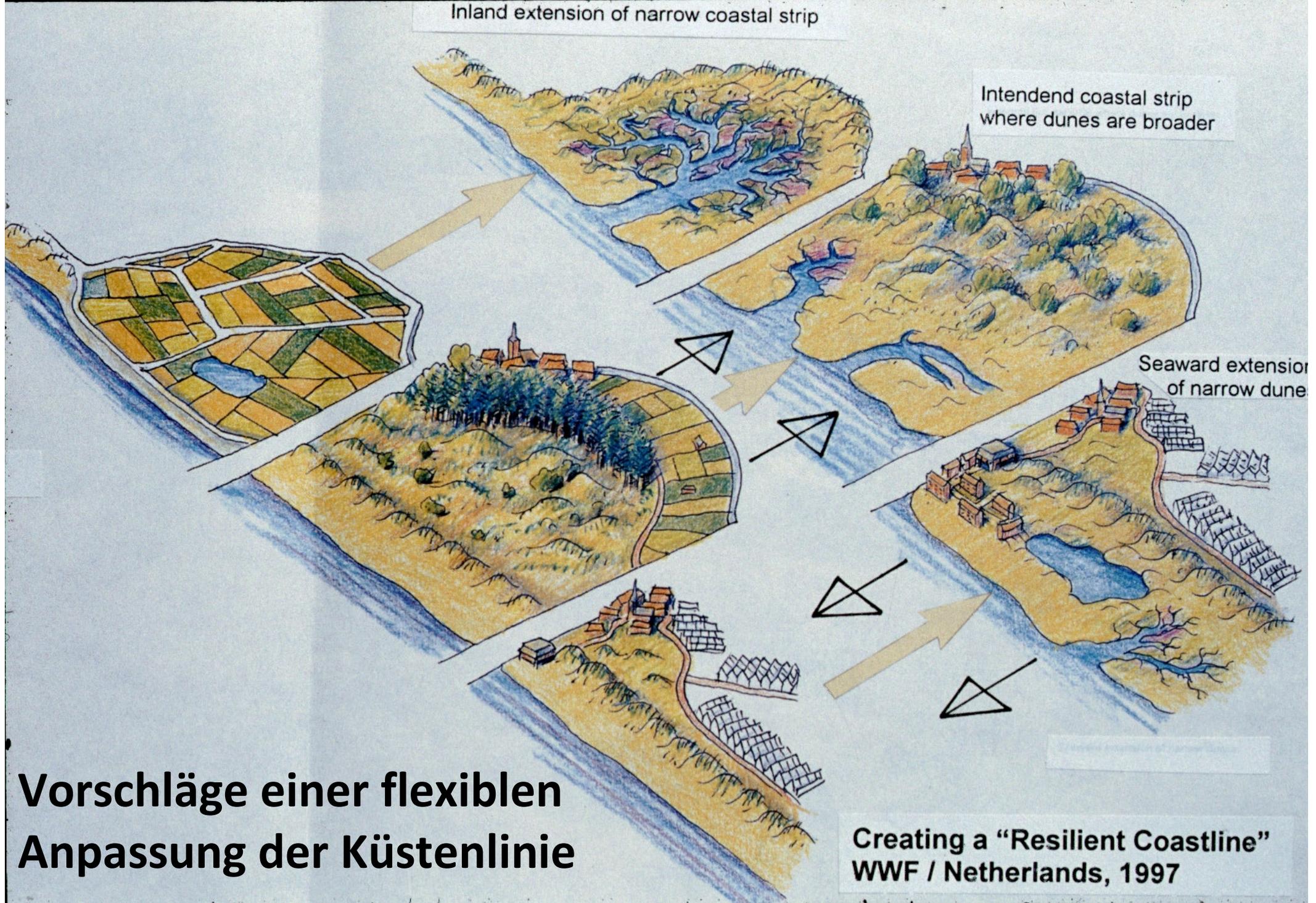
Für die Niederländer ist der steigende Meeresspiegel eine Herausforderung, die sie gelassen meistern können

VON DIRK ASENDORPF

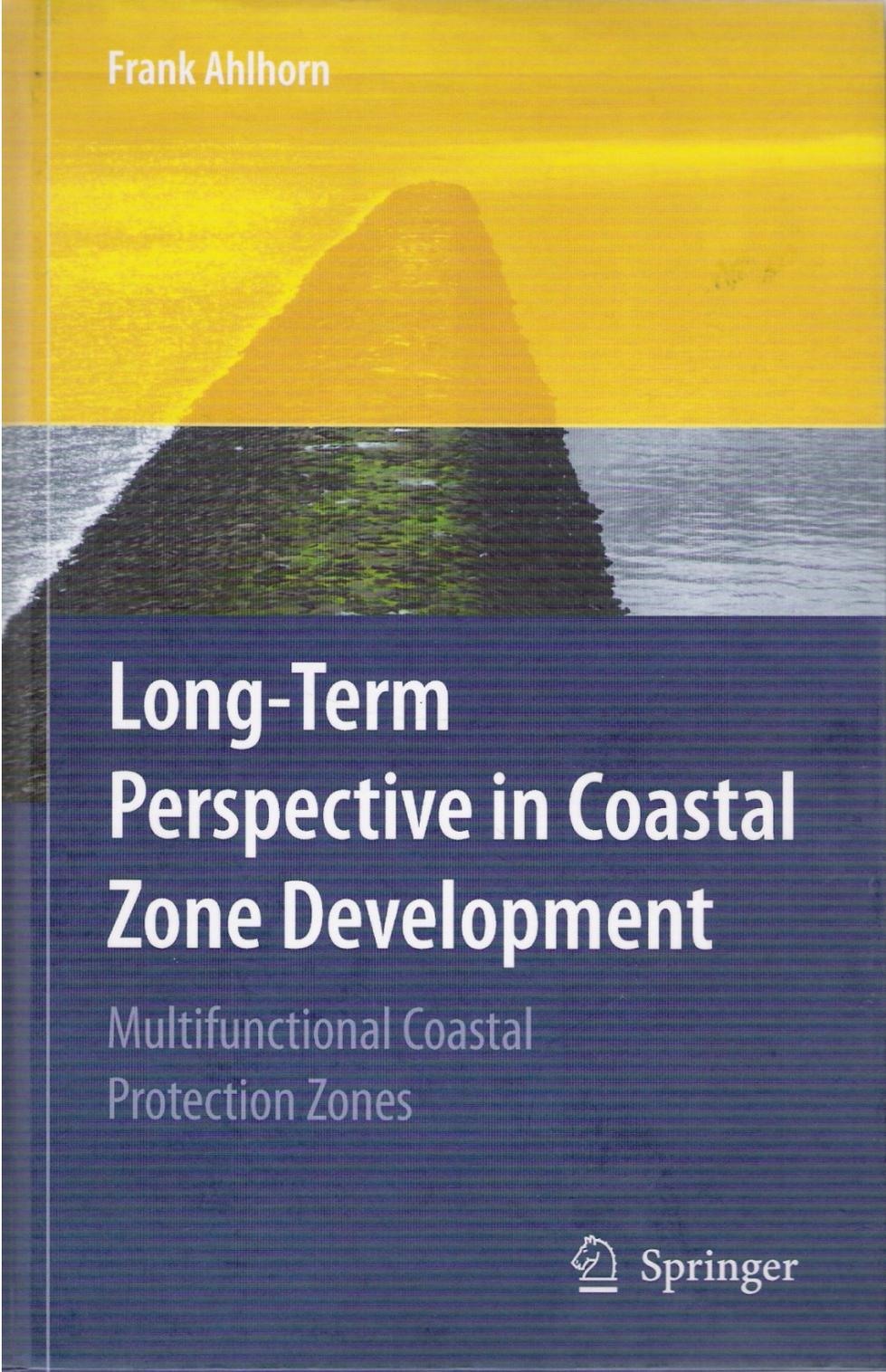
BEI WINDSTÄRKE 10 donnern hohe Wellen gegen die Mole bei Vlissingen

wir in den C
Das Risiko,
2050 für je
des heutige
richt listet e
Sturmflut
lassen sich
unter Kont
soll die Kü
sogar ins M
vier Kilome
dem Meer v
de Hochwa
rige Maxim
kunde kön
schätzt die
flut hinzu, v
»Ruimte
heißt das N
derlanden I
rückverlegt
zwischen M
künstlichen
Bauern aus
derte trocke
waard-Pold
gegeben, di
schon bego
den enteign
Er hat sich
seres Land
»Die Le
Maßnahme
gleichbehand
voller Polde
keiner dage
Anwälte in
Stive, »in u
Und ich hot
Schließli
niederländis

Quelle: DIE ZEIT, Nr. 35/20. Aug. 2009 „Klimawandel an der Küste“



Frank Ahlhorn



Long-Term Perspective in Coastal Zone Development

Multifunctional Coastal
Protection Zones

 Springer

Zur Entwicklung multifunktionaler Küstenschutz-zonen

Frank Ahlhorn (2009):

- Dissertation im Rahmen des Interreg-Vorhabens Combined Functions in Coastal Defence Zones (ComCoast)
- Partnerländer:
Belgien, Dänemark, Deutschland, England, Niederlande

Zum Konzept akzeptierter Überflutungsrisiken



safecoast

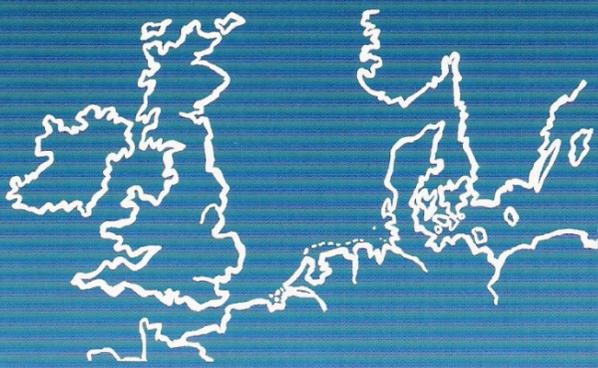
COASTAL FLOOD RISK
AND TRENDS FOR THE FUTURE
IN THE NORTH SEA REGION

Results and recommendations of Project Safecoast

SYNTHESIS REPORT



Heft 73
Jahr 2007



Die Küste

ARCHIV FÜR FORSCHUNG UND TECHNIK
AN DER NORD- UND OSTSEE

ARCHIVE FOR RESEARCH AND TECHNOLOGY
ON THE NORTH SEA AND BALTIC COAST



EurOtop

**Wave Overtopping of Sea Defences
and Related Structures:
Assessment Manual**

HERAUSGEBER: KURATORIUM FÜR FORSCHUNG IM KÜSTENINGENIEURWESEN

Zur Forschung im Küsteningenieurwesen

Environmental Agency, England

Kuratorium für Forschung im
Küsteningenieurwesen (KFKI), Deutschland

Rijkswaterstaat, Niederlande

Die Küste Heft 73, Jahr 2007

Auch noch zukünftig sicher?



Schlussfolgerungen

Heute

Grundlage: Bemessungswasserstand nach NDG \Rightarrow

- „Deichlinie“ (linienhaftes Schutzsystem) > Raum gilt als „sicher“ geschützt
- Bestehende Restrisiken sind nicht bekannt

Zukunft

Grundlage: Risikobetrachtungen \Rightarrow

- „Flächenhaftes“ Schutzsystem > Raum „sicher“ hinter zweiter bzw. n-ter Deichlinie
- Davor liegende (seewärtige) Räume akzeptieren höheres Restrisiko

Fazit

Absicherung „**Restrisiko**“ > **Von der „Linie“ zur „Fläche“** > Ansprüche des Küstenschutzes an der Ausweisung von **Vorrangflächen**. Fortführung des im NDG bereits festgelegten **Vorsorgeprinzips** (Zweite Deichlinien).

„Der Deichbruch“ –

Beispiel für Deichversagen (Bruch)

Flankendeich beim alten Maadesiel, Wilhelmshaven

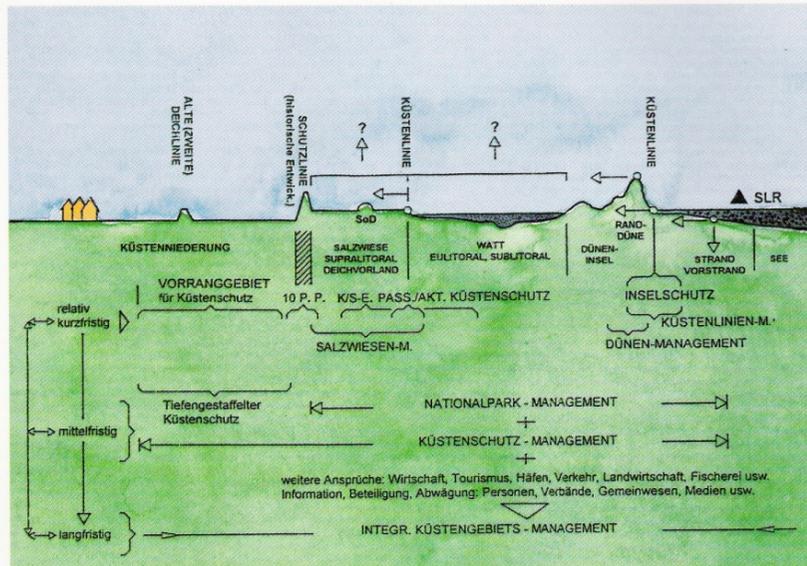
Sturmflut vom 22.12.1954

Filmdokument (gekürzte Fassung)

Quelle: Archiv ehemaliges WWA Wilhelmshaven/III. Oldenburgischer Deichband



Niedersächsisches
Landesamt für
Ökologie



H. Kunz
**Küstenschutz- und
Küstenzonenmanagement –
eine Dokumentation**



Zur Entwicklung Küstenschutz- und Küstenzonenmanagement

Hans Kunz (2004)

- Gesamtschau und Literaturhinweise
- CD 1: Veröffentlichungen 1987 – 2004
- CD 2: Materialien

Bezug: NLWKN – Forschungsstelle
Küste, Norderney