

Überblick: Das System Tideelbe

Fachforum zum Systemverständnis

harro.heyer@baw.de

www.baw.de

Zur Definition eines Ökosystems gehören

Organismen, **physikalische Kräfte und Faktoren**, und ein bestimmter Raum.

.... Ökosysteme sind **offen, dynamisch und komplex**

.... Ökosysteme haben biotische und **abiotische Elemente und Strukturen**.

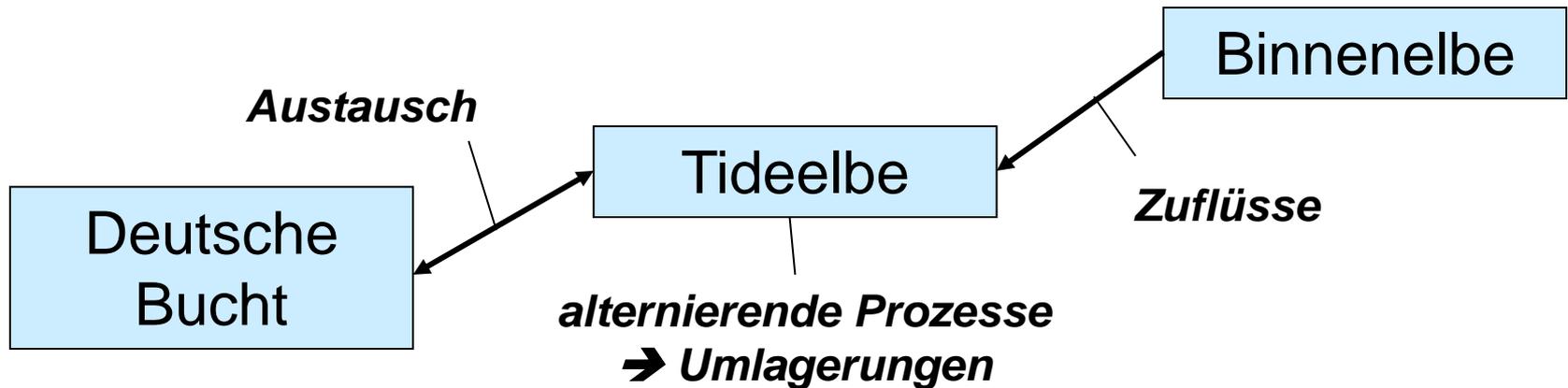
Die Strukturen sind durch **Wechselwirkungen** miteinander verbunden.

<http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96kosystem>

Bisher im Dialogprozess aufgeworfene Fragestellungen

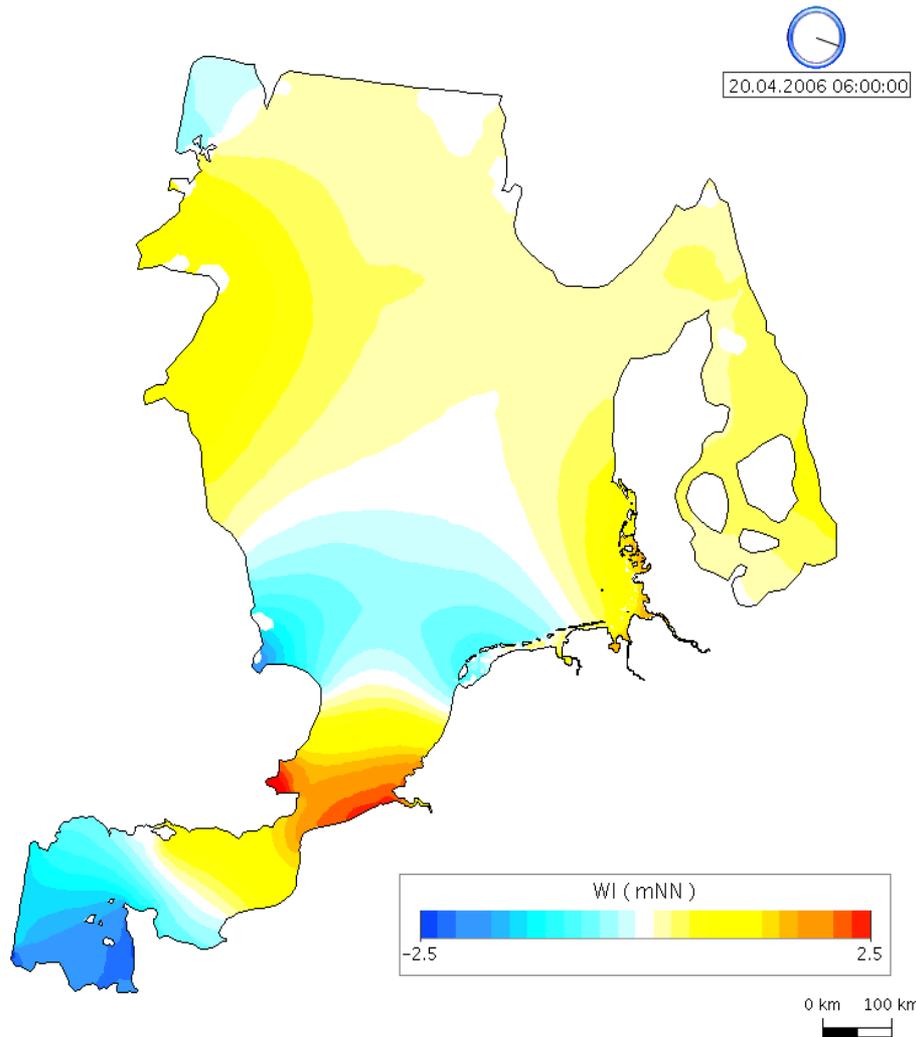
- Wahrnehmung einer Zunahme der Strömungsgeschwindigkeiten: Was ist empirisch feststellbar und wodurch wird die Strömungsgeschwindigkeit beeinflusst?
- Warum kommt es zu einem Anstieg der Baggergutmengen, den wir insbesondere im Hamburger Hafen feststellen können? Welche Faktoren beeinflussen diesen Prozess (z.B. Tidal Pumping, Kreislaufbaggerungen)?
- Wie hat sich der Sedimentationsprozess in der Tideelbe im Verlauf der vergangenen Jahrzehnte verändert?
Es wurden verschiedene lokale Betroffenheiten kommuniziert: Cuxhaven, Friedrichskoog, ...
- Ist eine Zunahme der Sedimentation in den Nebenflüssen der Tideelbe zu beobachten?
-

Offenes System - Einflüsse von Außen



- Zuflüsse: Oberwasser (sehr variabel) mit Sedimenten
- Austausch: Flut- und Ebbestromvolumen mit Sedimenten
- Umlagerungen: Alternierende Transporte in den Rinnen /
Überfluten / Sedimentation in seitlichen Räumen

Gezeitendynamik der Nordsee



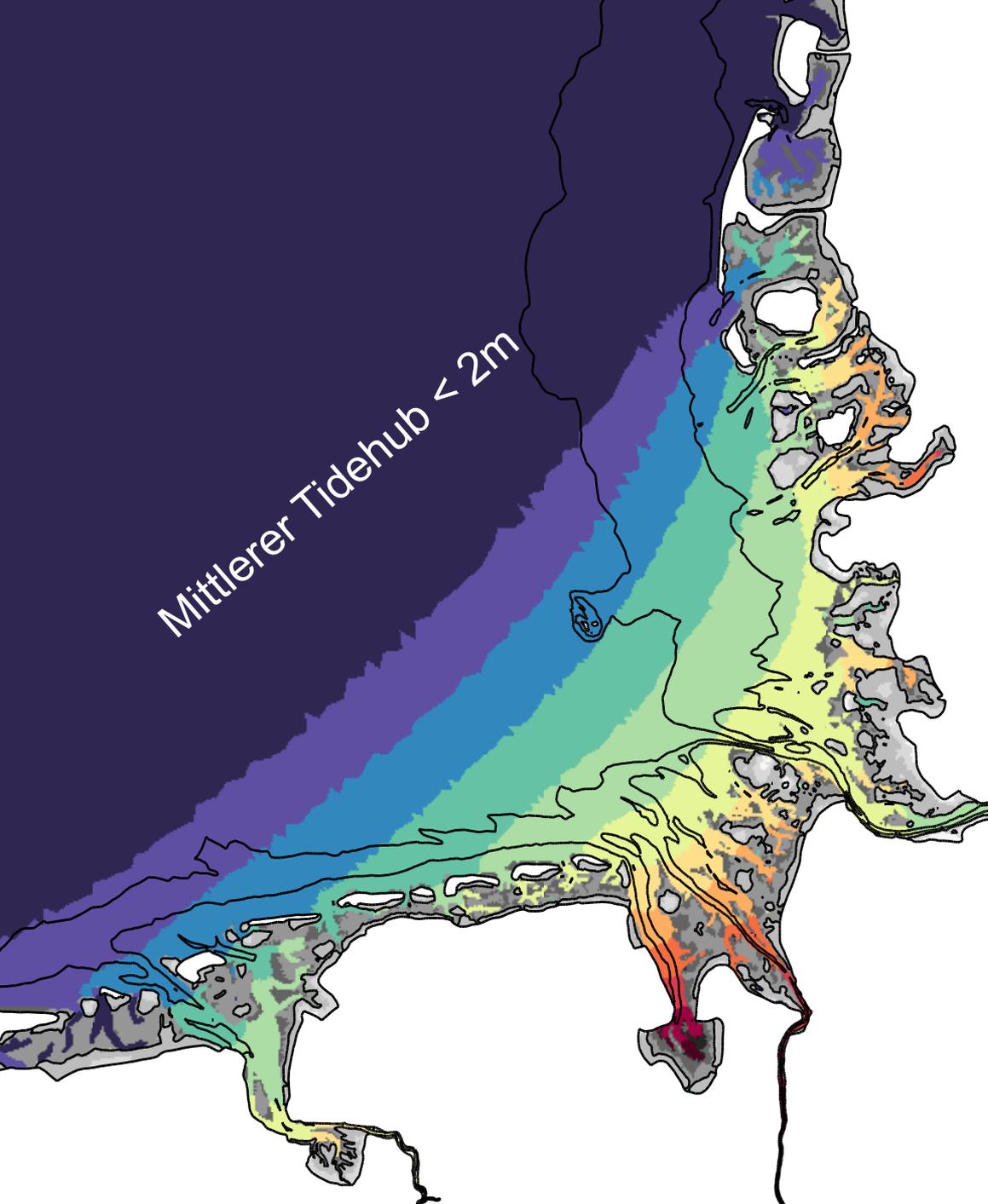
Die **Mitschwingungszeiten** der Nordsee (Kelvinwelle) und Tiden der Flussmündungen lassen sich gut vorausberechnen, wenn

- die Geometrie sich nicht ändert
- das Wettergeschehen vernachlässigt wird.

Geometrie der Deutschen Bucht verändert sich kaum. →

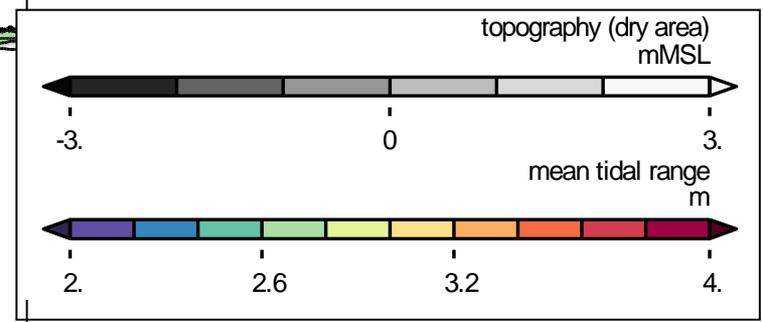
Antreibende Kräfte für die Tideelbe nahezu gleichbleibend.

Tideflüsse sind offene Systeme



Der Tidehub steigt küstennah durch:

- Buchteneffekte
- Resonanz- und Reflexion der Tidewelle in Tideflüssen und Wattströmen.



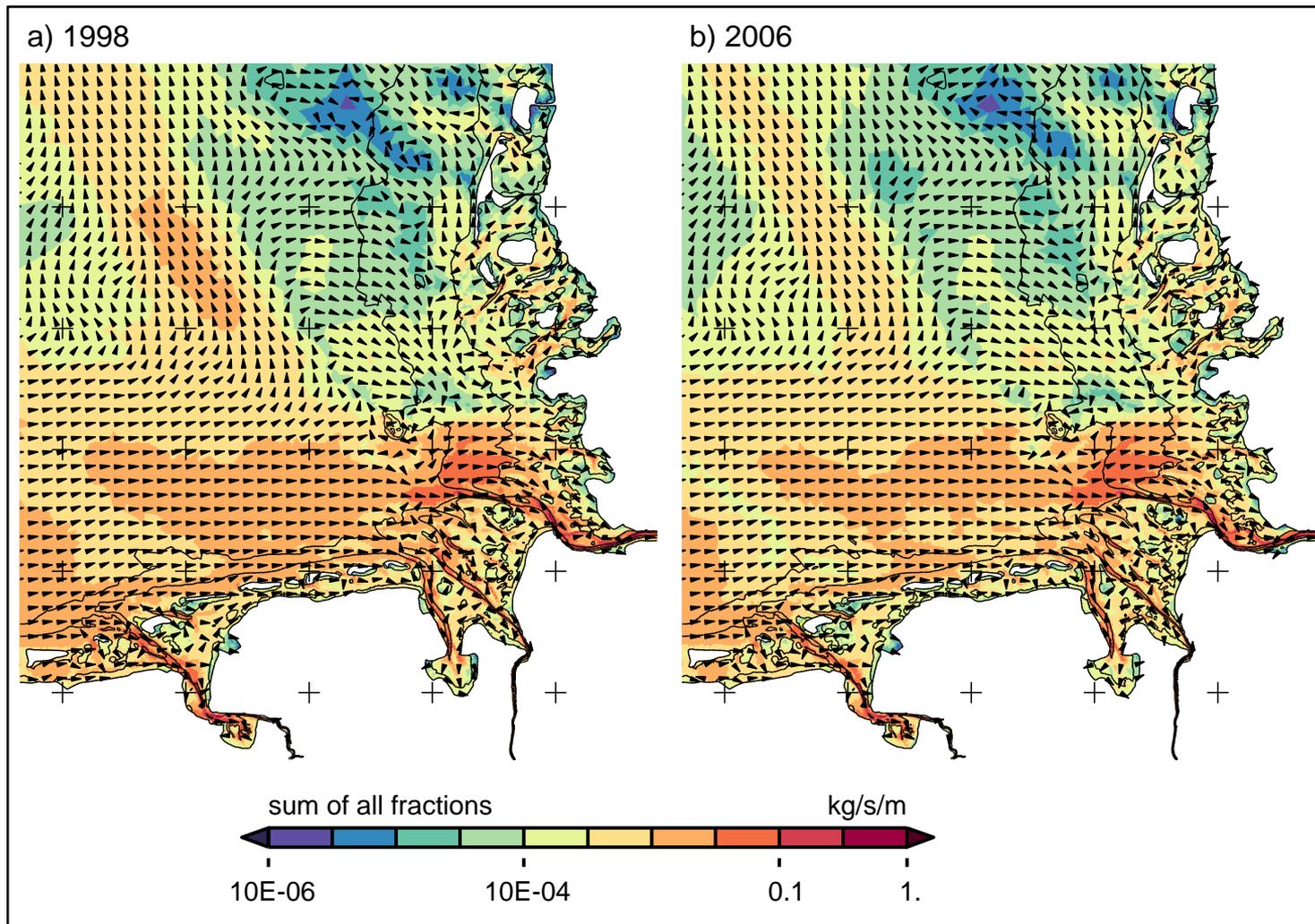
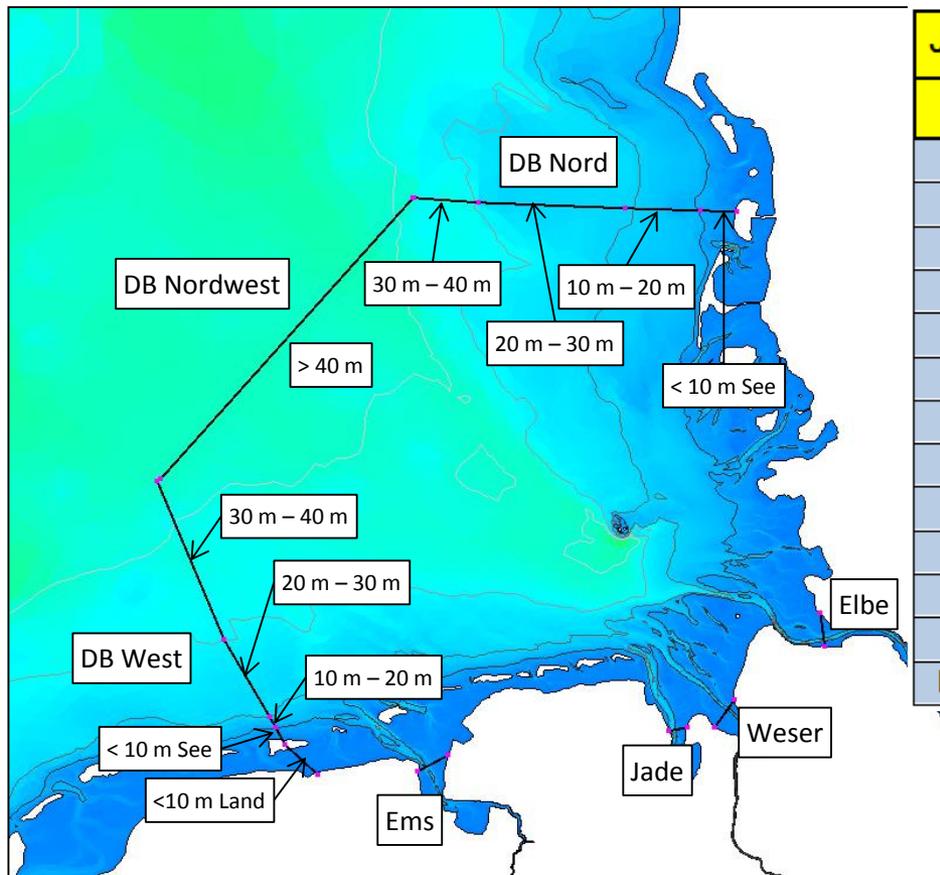


Abbildung 4-28: Mittlerer Suspensionstransport für 1998 / 2006
 - aus AufMod Abschlussbericht 2013



Jahr	Sedimenttransport [Mt/a]				
	DB West	DB Nord	DB Nordwest	Ästulare	gesamt
1996	22,76	-0,36	1,65	11,30	35,35
1997	22,76	0,95	-2,50	10,62	31,83
1998	41,51	-1,06	-5,94	13,14	47,65
1999	40,96	-1,23	-4,67	13,59	48,64
2000	44,89	-3,24	-3,43	13,97	52,20
2001	22,05	0,04	-0,91	11,74	32,91
2002	35,75	-1,52	-0,49	19,21	52,95
2003	13,11	0,06	-0,88	10,17	22,46
2004	29,28	-0,91	-2,65	10,33	36,04
2005	16,91	-0,08	0,09	11,63	28,55
2006	30,68	-0,94	-2,98	13,78	40,53
2007	22,93	0,69	-3,71	13,54	33,45
Mittel	28,63	-0,63	-2,20	12,75	38,55

Tabelle 4-8: Bilanz der Sedimenttransporte für die in Abbildung 4-30 gezeigten Profile

Abbildung 4-30: Bilanzierungsprofile für die Deutsche Bucht

aus AufMod Abschlussbericht 2013

Frage:

- Welche Rolle spielt der Sedimenthaushalt der Deutschen Bucht für die Tideelbe?
- Wie genau kann er abgeschätzt werden?

➤ *Die Austauschmassen zwischen Elbe und Nordsee können bisher nur unscharf abgeschätzt werden.*

Einflussfaktoren – Systemzustand Tideelbe

Die **Flussgeometrie** beeinflusst das Systemverhalten maßgeblich. Sie prägt die Strömungen.

Strömungen werden angetrieben durch

- das Wasserspiegelgefälle der **Tidewelle**
- den **Oberwasserzufluss**
- unterschiedliche **Fluidichte** (Salzgehalt, Temperatur, Sedimentgehalt)
- den **Wind** (Schub an Wasseroberfläche)

Die Strömungen **transportieren feste Stoffe** (z.B. Sedimente) und **gelöste Stoffe** (z.B. Salz). Strömungen verändern die Wasserstände.

Der **Feststofftransport** verändert die Flussgeometrie in langfristigen Zeitspannen. Man spricht von der **Morphodynamik** der Tideelbe.

Der Stofftransport verändert die **Habitate** der Tideelbe.

Inhaltliche Struktur - zur Diskussion im Dialogprozess

- Flussgeometrie – Urstromtal, Geometrieparameter im heutigen Zustand
- Mittlere Wasserstände / Tidewelle / Tidekurve – Veränderungen
- Bedeutung Wasserspiegelgefälle
- Oberwassermengen
- Salzgehalt – Abhängigkeit vom Oberwasser - Bedeutung Fluidichte
- Strömung, Feststofftransport , tidal pumping, Sedimentverteilung
- Ursachen der Verlagerung von Baggermassen nach Hamburg
- Morphologische Entwicklung – Rinnendynamik - Veränderung Flussgeometrie
- Habitate

Flussgeometrie

Urstromtal, Geometrieparameter im heutigen Zustand

Saale-Eiszeit

Bildung des Elbe-Urstromtals.

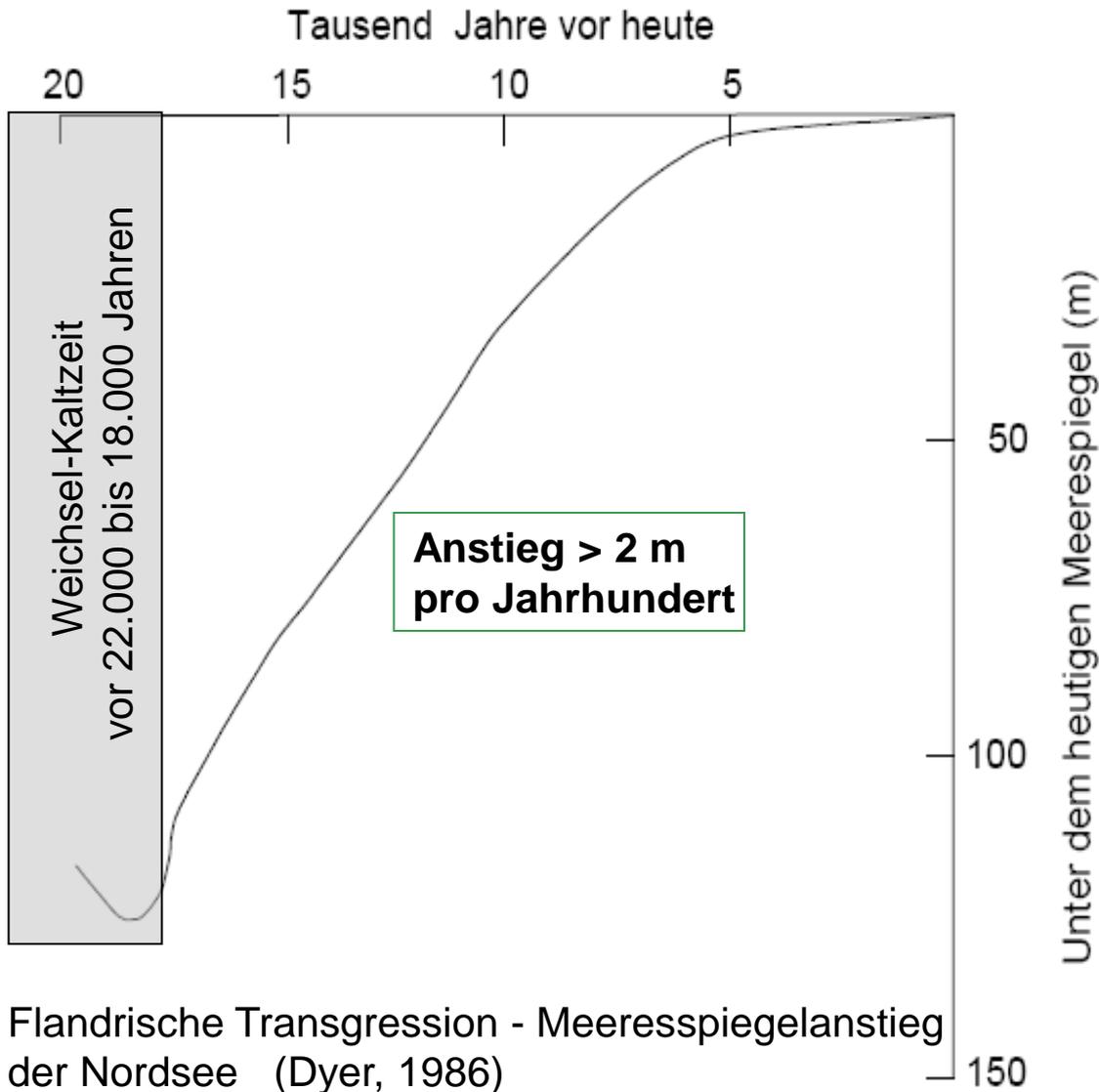
Schmelzwassersande von Süden und Norden eingetragen.

Weichsel-Kaltzeit

Eismassen nur nördlich der heutigen Elbe.

Glaziale Schmelzwässer als breiter Urstrom in die Nordsee.

→ Gestaltung Elbtal in seiner heutigen Form.

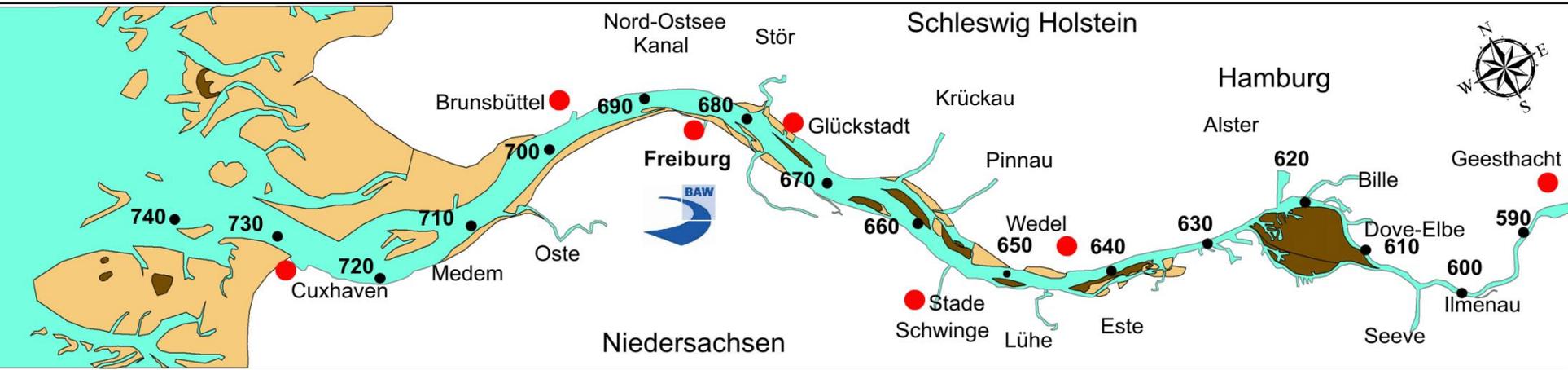


Flandrische Transgression - Meeresspiegelanstieg der Nordsee (Dyer, 1986)

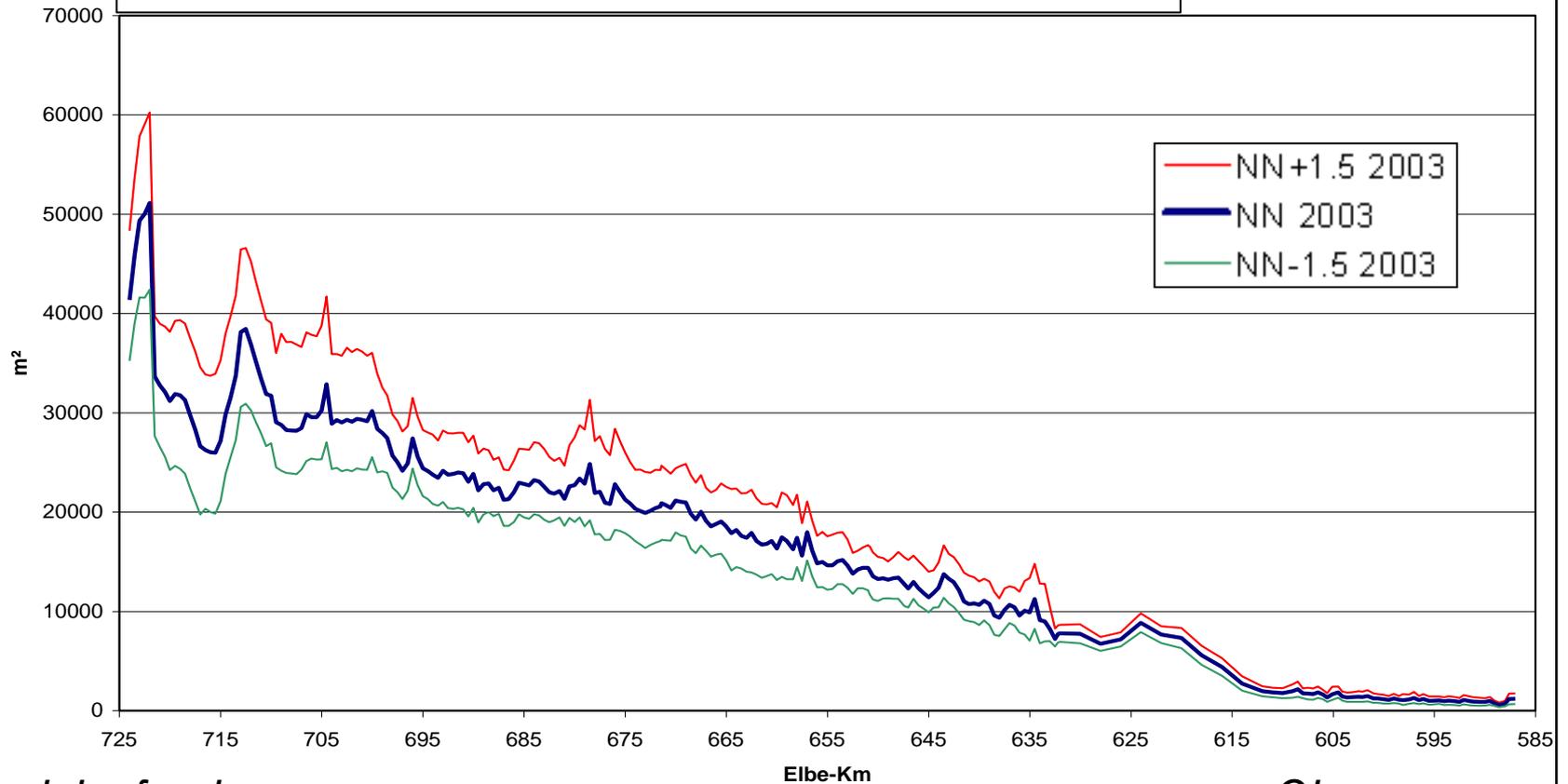
Bokuniewicz (1995):
 Die **Täler der Flachlandästuarien** an der Nordseeküste „ertranken“ im Zuge der flandrischen Transgression, so dass sie **heute aufgrund ihres unausgeglichene Sedimentregimes als „Sedimentfallen“ betrachtet werden müssen.**

Die Sedimentation konnte den Meeresspiegelanstieg nur Teilweise ausgleichen.

Die Tideelbe – Gestalt heute



Querschnittsflächen der Tideelbe



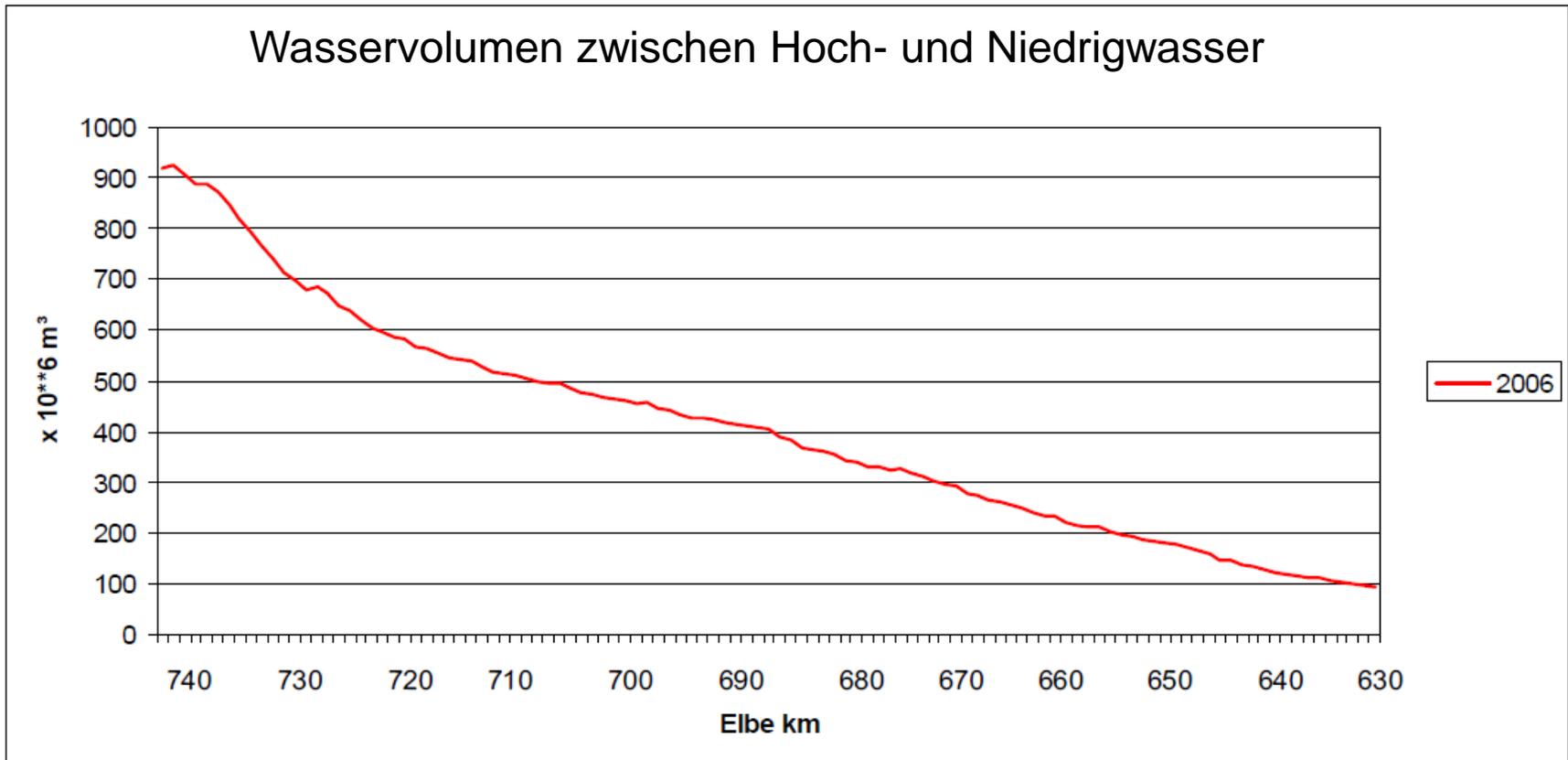
*einlaufende
Tidewelle*



*Oberwasser-
zufluss*



Tideprisma in Mio. m³ für Q = 720 m³/s



Mittlere Wasserstände

- Tidewelle / Tidekurve – Veränderungen

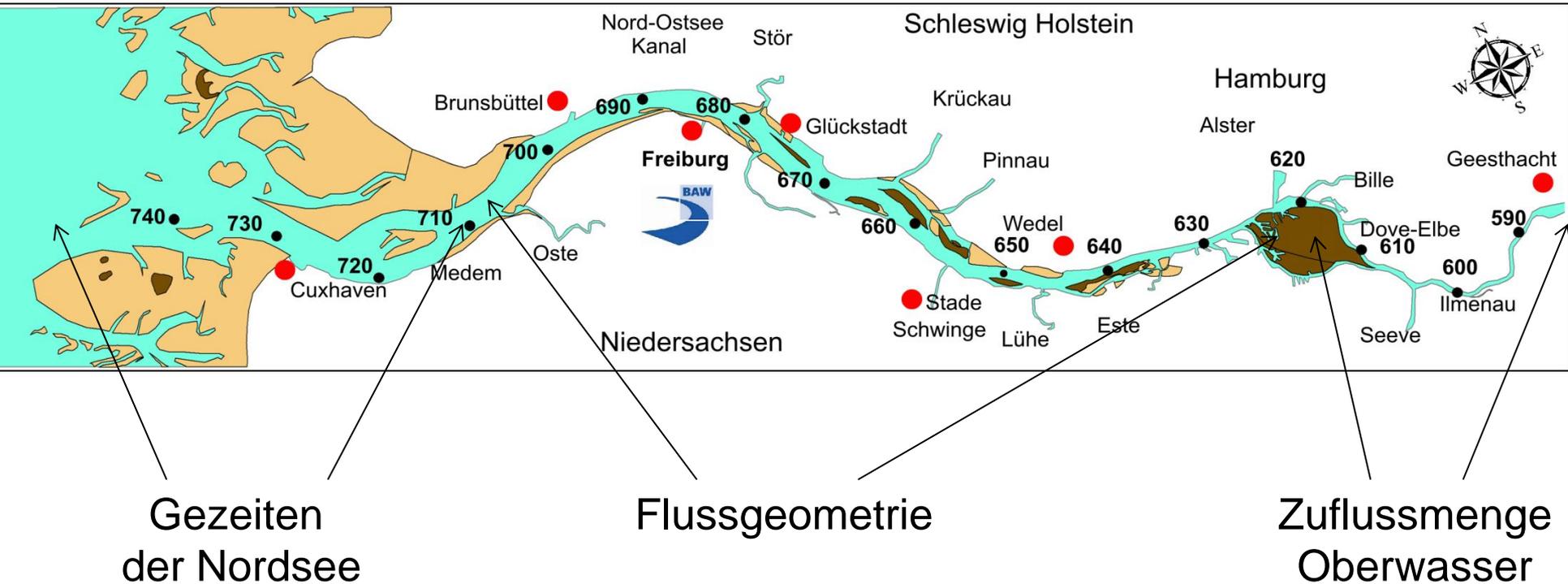
- Der Wasserstand wird mündungsnah durch Gezeiten der Nordsee und stromaufwärts von Hamburg durch das Oberwasser stark beeinflusst.
- In der langfristigen Rückschau (über 100 Jahre) ist
 - das MThw Cuxhaven stärker angestiegen als der mittlere Meeresspiegel,
 - das MTnw St. Pauli viel stärker abgesunken als das MThw angestiegen ist.

→ Zunahme Asymmetrie der Tidewelle
- Die mittlere Flutdauer ist in St. Pauli ca. 35 Min. kürzer als in Cuxhaven
→ Zunahme der Asymmetrie der Tidekurve auf dem Weg nach Hamburg.

*Zum Verständnis: Unterscheide Tidekurve (Betrachtung am Ort)
von Tidewelle (Betrachtung über Flusslänge)*

Wasserstand

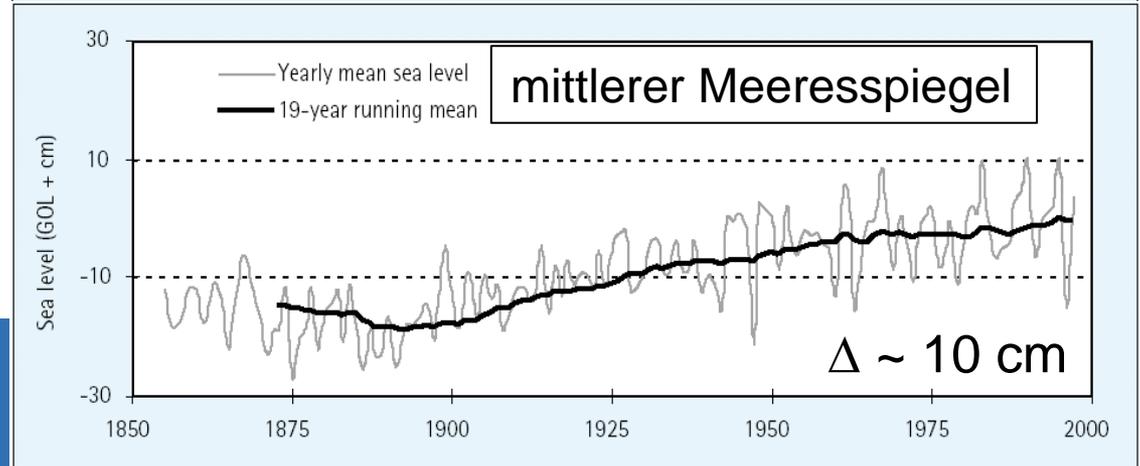
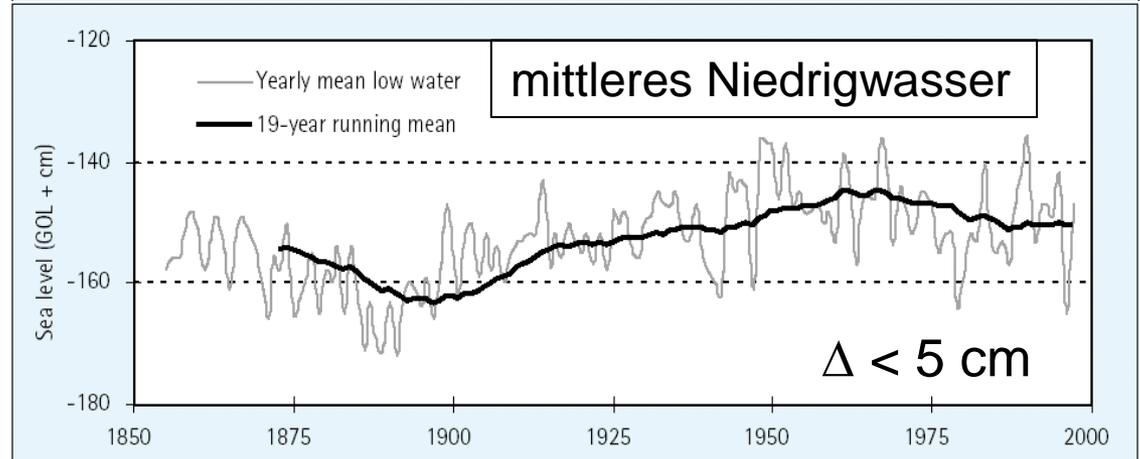
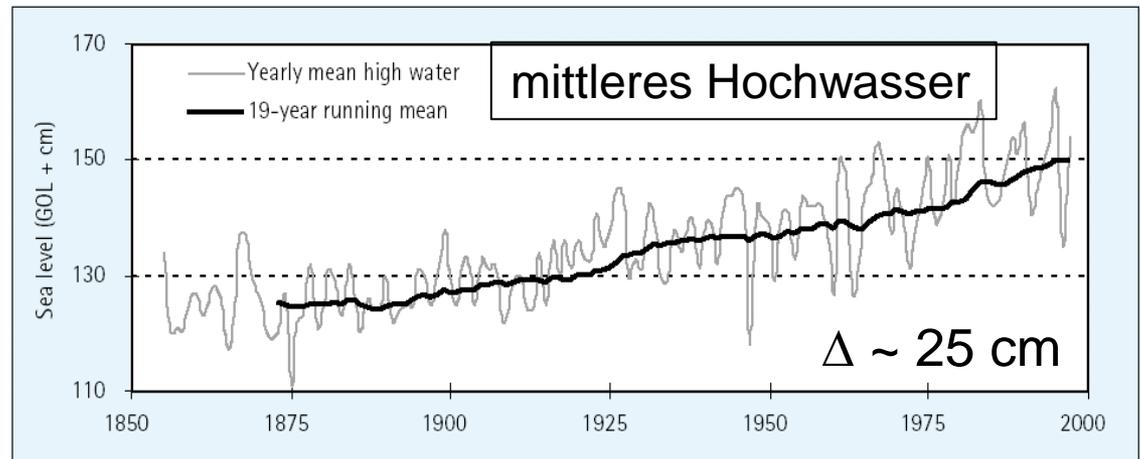
– dominierende Einflussfaktoren von Außen



Säkulartrends Cuxhaven

**Wichtig ist es
19-jährige Mittelwerte
zu analysieren**

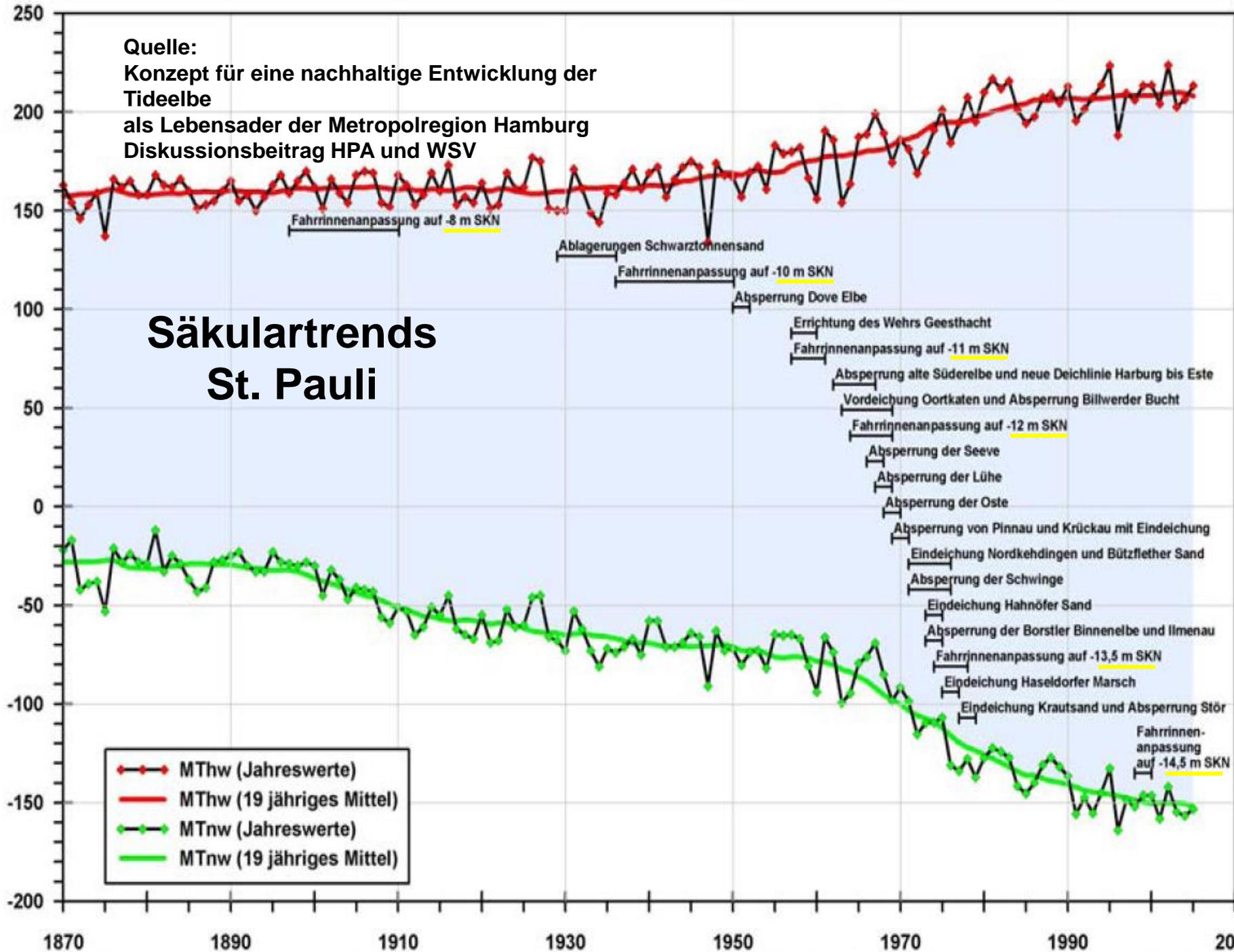
Figure 4.1:
Mean MHW, MSL and MLW
at gauge Cuxhaven.



Quelle:
 Konzept für eine nachhaltige Entwicklung der
 Tideelbe
 als Lebensader der Metropolregion Hamburg
 Diskussionsbeitrag HPA und WSV

Säkulartrends St. Pauli

Wasserstand Pegel St. Pauli [cmNN]



- ◆ MThw (Jahreswerte)
- MThw (19 jähriges Mittel)
- ◆ MTnw (Jahreswerte)
- MTnw (19 jähriges Mittel)

Mittlere Flutdauer an den Elbepegeln

(Maß für die Asymmetrie der Tidekurve)

Pegel	Mittlere Flutdauer (Min.)	Mittlere Ebbedauer (Min.)
Helgoland	341	404
Cuxhaven	337	408
Glückstadt	327	418
Schulau	322	423
Blankenese	314	431
St. Pauli	303	442
Zollenspieker	265	480

Periodendauer der Tide ~ 745 min

Frage zur Wahrnehmung einer Zunahme der Strömungsgeschwindigkeiten:

- Wodurch wird die Strömungsgeschwindigkeit beeinflusst?
- Was ist empirisch feststellbar

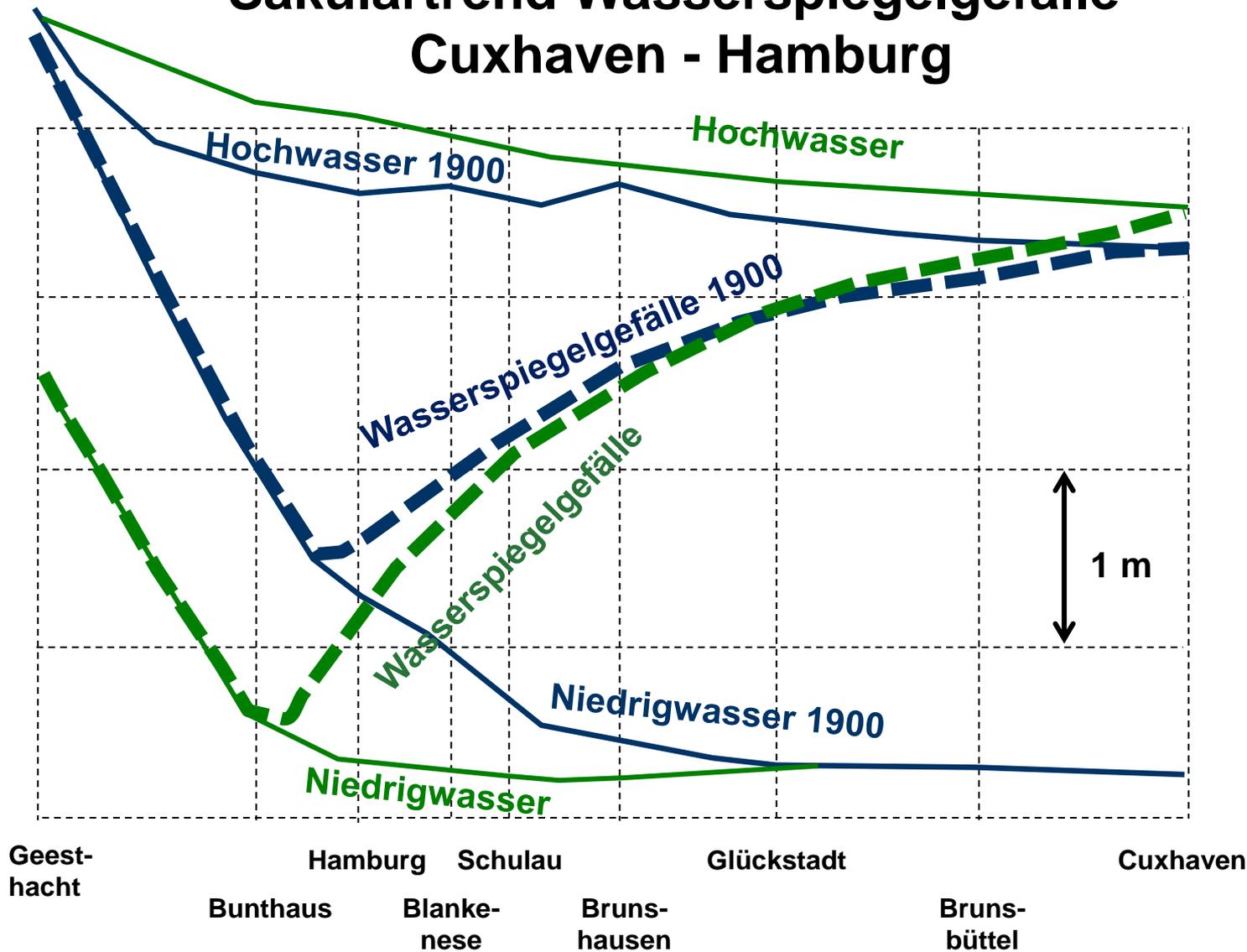
- *Veränderte Flussgeometrie → Einfluss auf Wasserstände der Tideelbe → veränderte Strömungen*
- *Veränderte Wasserstände an der Flussmündung → veränderte Strömungen in der Tideelbe*
- *Messwerte lokaler Stationen sind leider nur eingeschränkt verwendbar. Sie sind durch lokale Veränderungen der Wassertiefen beeinflusst.*

Bedeutung Wasserspiegelgefälle

- Das Wasserspiegelgefälle ist die größte antreibende Kraft der Strömung.
- Zeitpunkt Thw in Cuxhaven – ausgeprägtes Tnw-Minimum in Hamburg
 - **Großes Wasserspiegelgefälle von Schulau nach Hamburg**
 - **Dominanz der Sedimenttransporte in die Delegationsstrecke / in den Hamburger Hafen.**

Strombauziel: Tnw in Hamburg wieder anheben.
- Heute steigt der Wasserstand in Hamburg um ca. 1,5 m pro Stunde in der ersten Flutstromphase. Vor mehr als 50 Jahren betrug der Wert ca. 0,9 m/h.

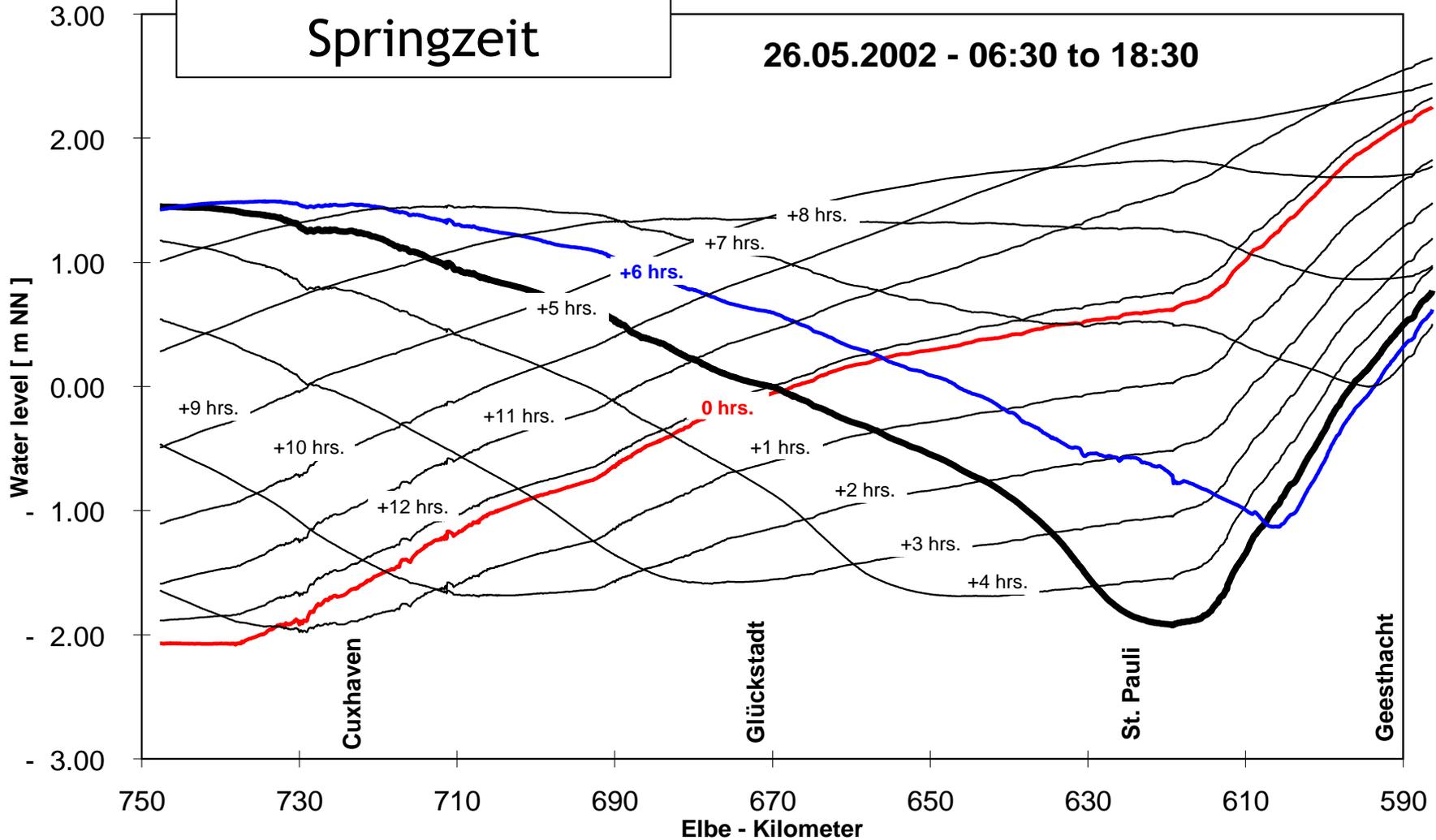
Säkulartrend Wasserspiegelgefälle Cuxhaven - Hamburg



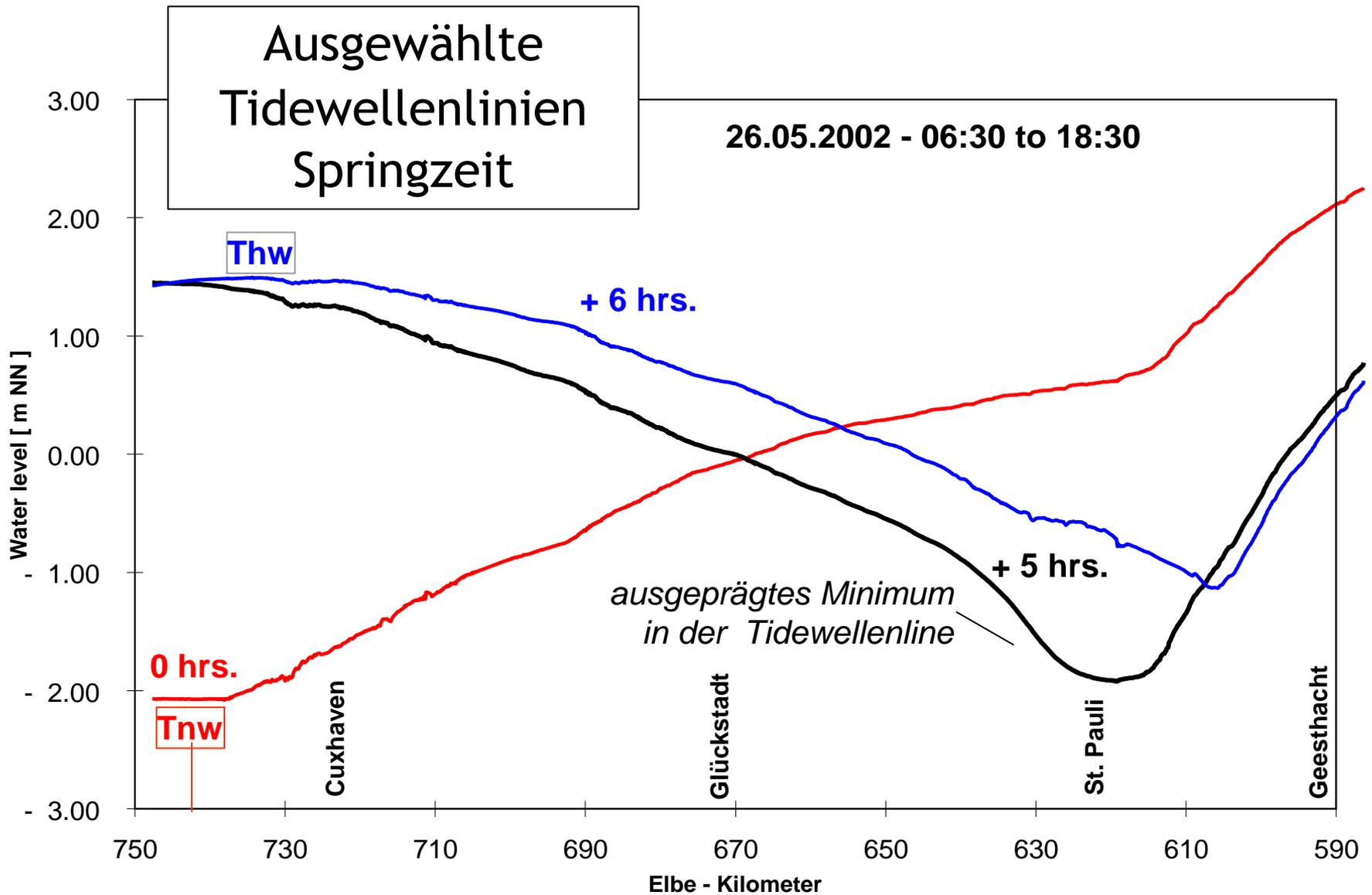
Tidewellenlinien Springzeit

Animation

26.05.2002 - 06:30 to 18:30

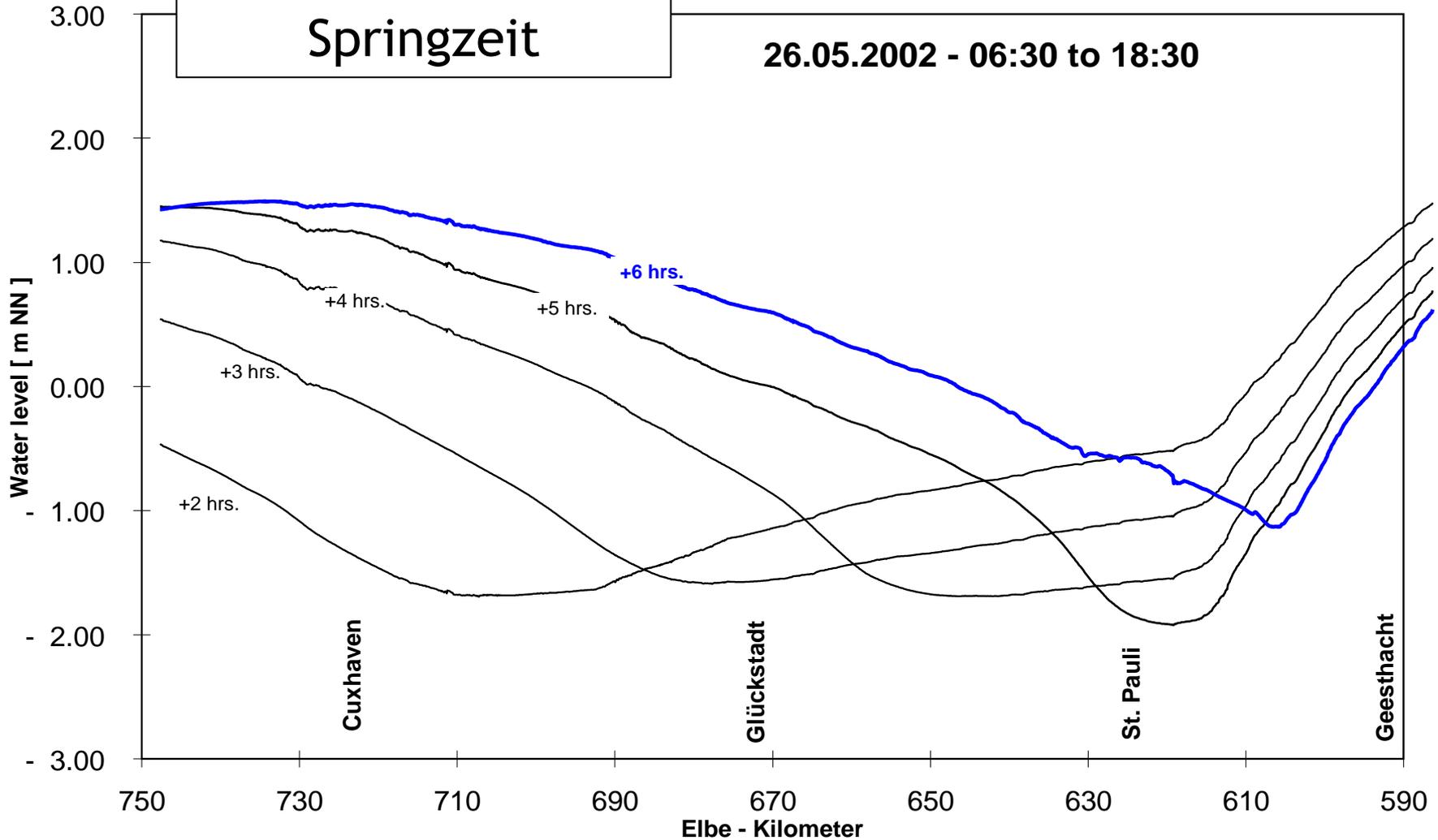


Ausgewählte Tidewellenlinien Springzeit



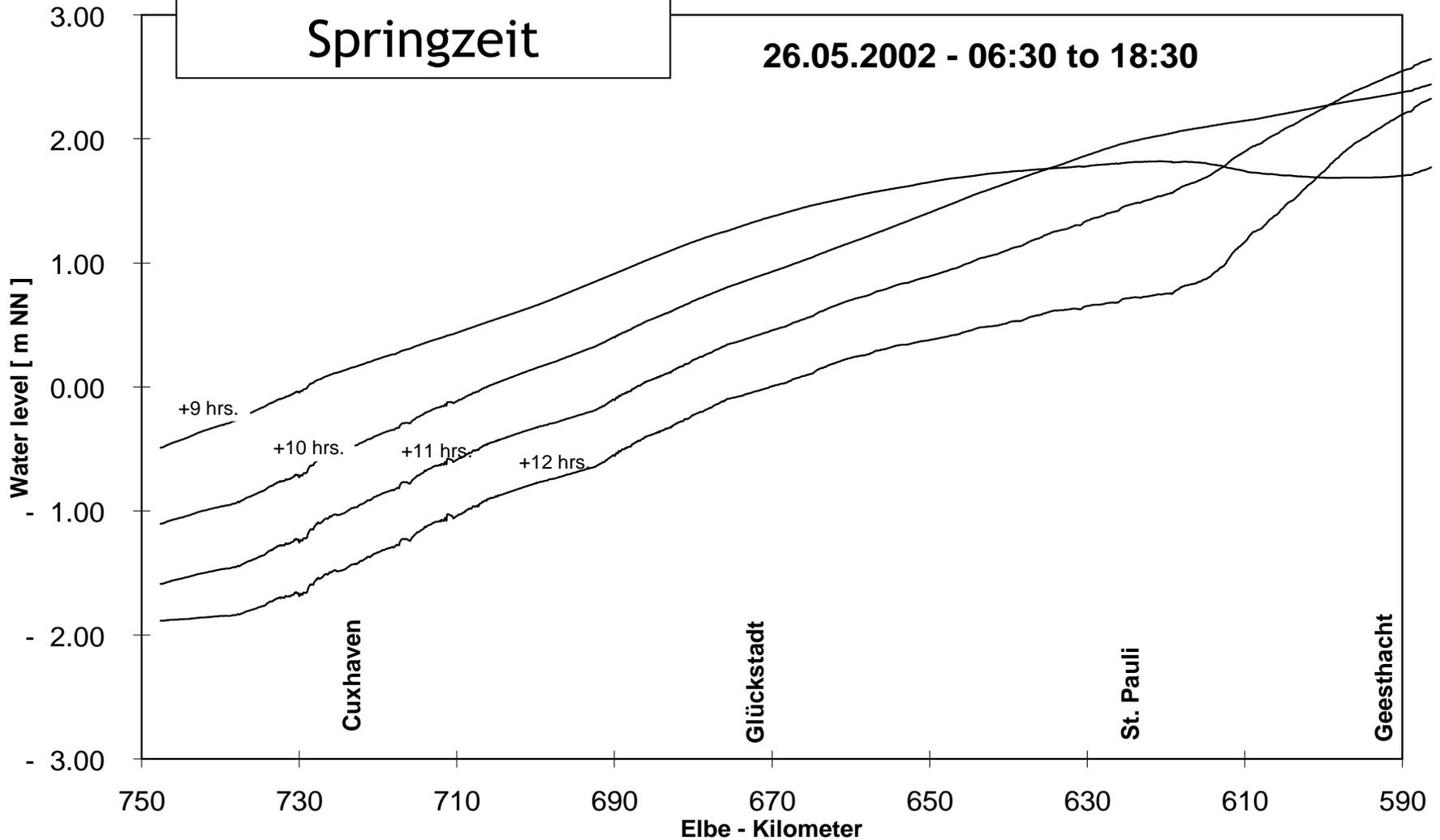
Tidewellenlinien Springzeit

26.05.2002 - 06:30 to 18:30

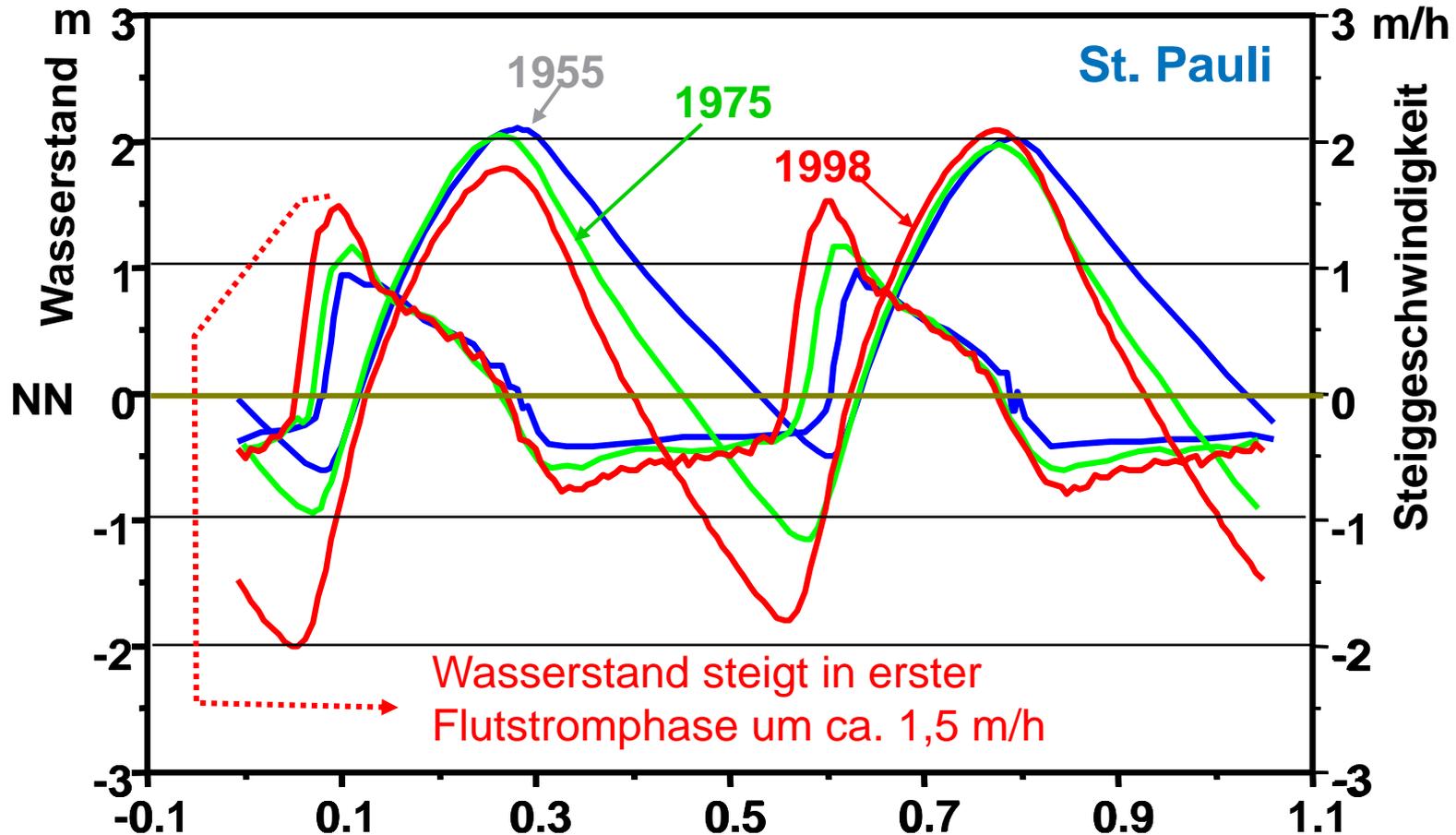


Tidewellenlinien Springzeit

26.05.2002 - 06:30 to 18:30



Veränderung der Tidekurve und der Steiggeschwindigkeit des Wasserstandes



Frage zur Wahrnehmung einer Zunahme der Strömungsgeschwindigkeiten:

- Wodurch wird die Strömungsgeschwindigkeit beeinflusst?
- Was ist empirisch feststellbar

- *Veränderte Wasserstände an der Flussmündung → Zunahme WSP-Gefälle → Zunahme der Strömungen*
- *Schneller Anstieg WSP → verstärkte Beschleunigung der Wassermassen → Zunahme der Transportkapazität für Sedimente*

Oberwassermengen

- Große Spannbreite der mittleren Hauptwerte des Abflusses der Binnenelbe
- Die mittlere Häufigkeitsverteilung ist für Analysen maßgeblich. Die häufigsten Oberwassermengen liegen zwischen 300 und 900 m³/s.
- Für das Sedimentmanagement muss die mittlere Verteilung über die Jahreszeiten berücksichtigt werden. Einzelne Jahre weichen erheblich ab.
- Extreme Hochwasserereignisse können in der Binnenelbe große Sedimentmassen erodieren.

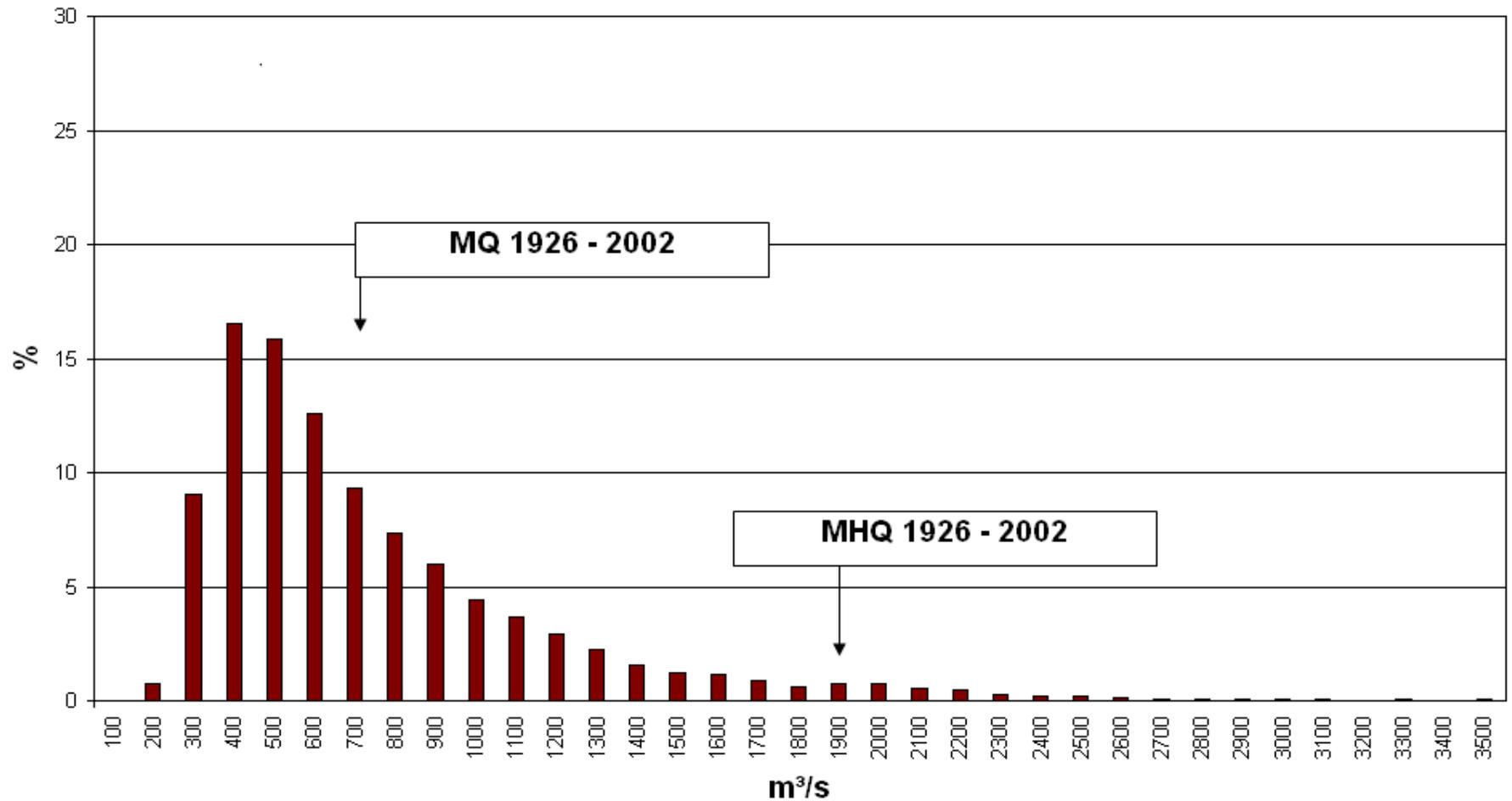
Oberwassermengen Neu Darchau

Elbe km 536,44

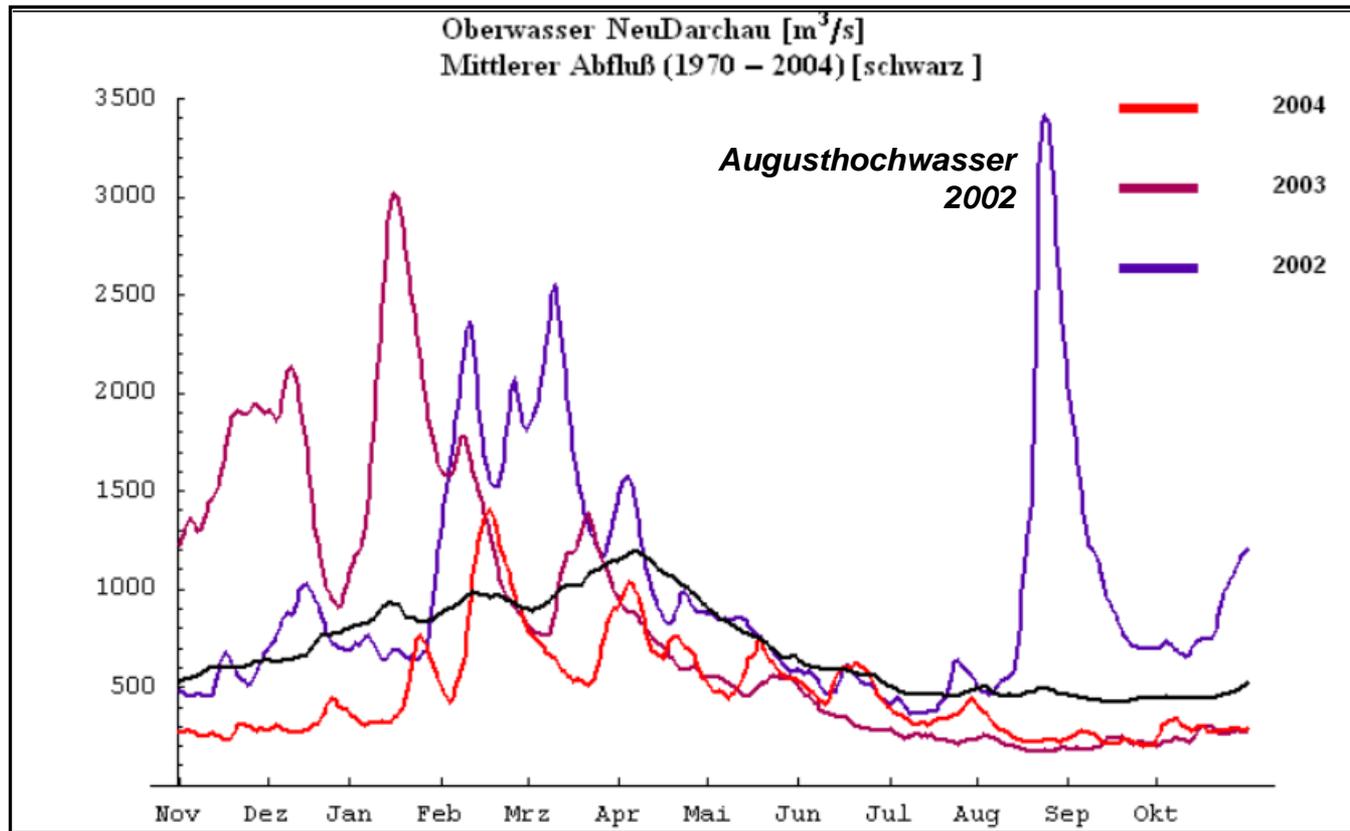
Niedrigster beobachteter Zufluss	145 m³/s
Mittlerer niedrigster Zufluss	278 m³/s
Mittlerer Zufluss	713 m³/s
Mittlerer höchster Zufluss	1920 m³/s
Höchster beobachteter Zufluss	3620 m³/s

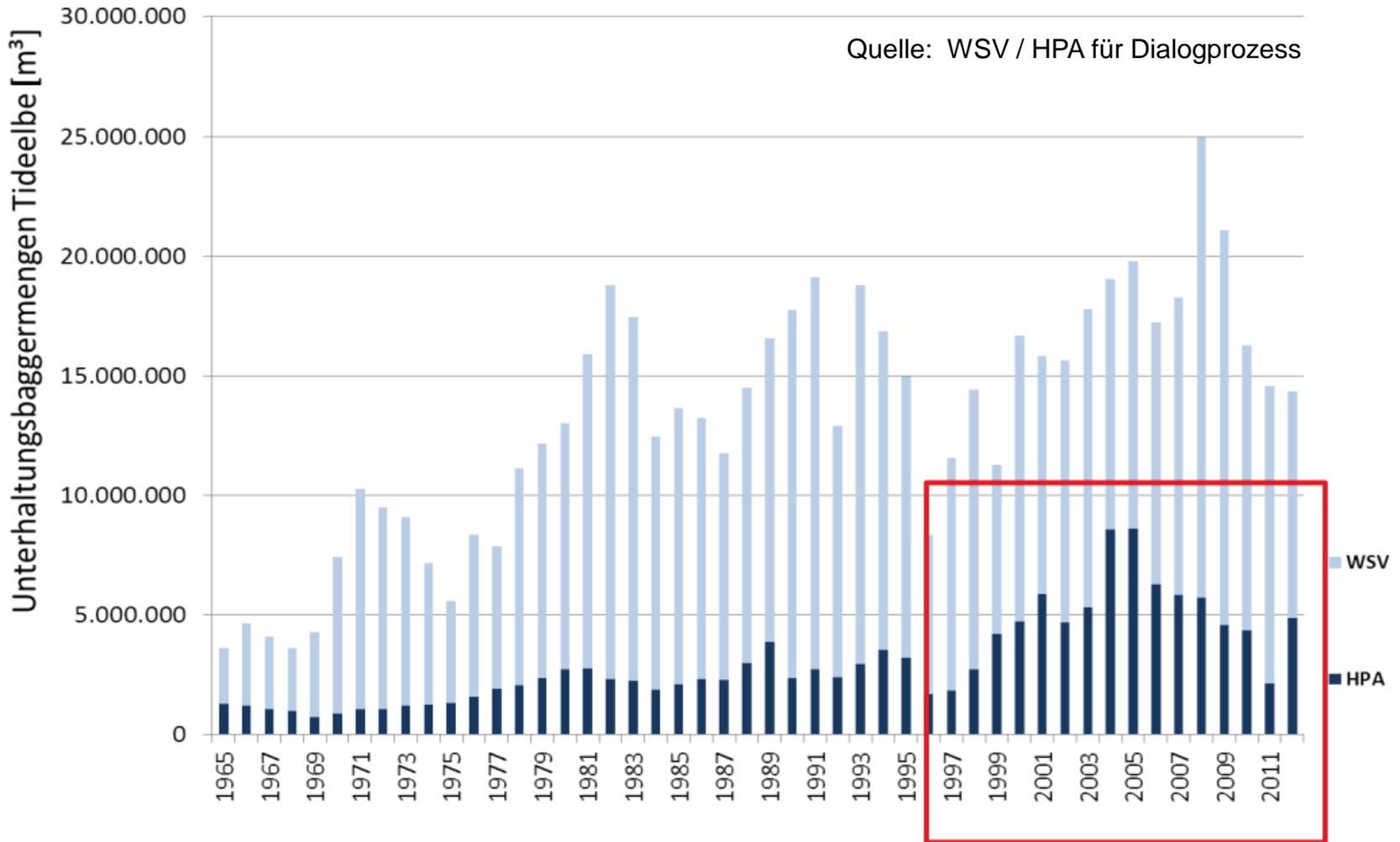
Quelle: HPA, 2007

Häufigkeitsverteilung des Oberwasserzufflusses in Neu Darchau 1970 - 2006

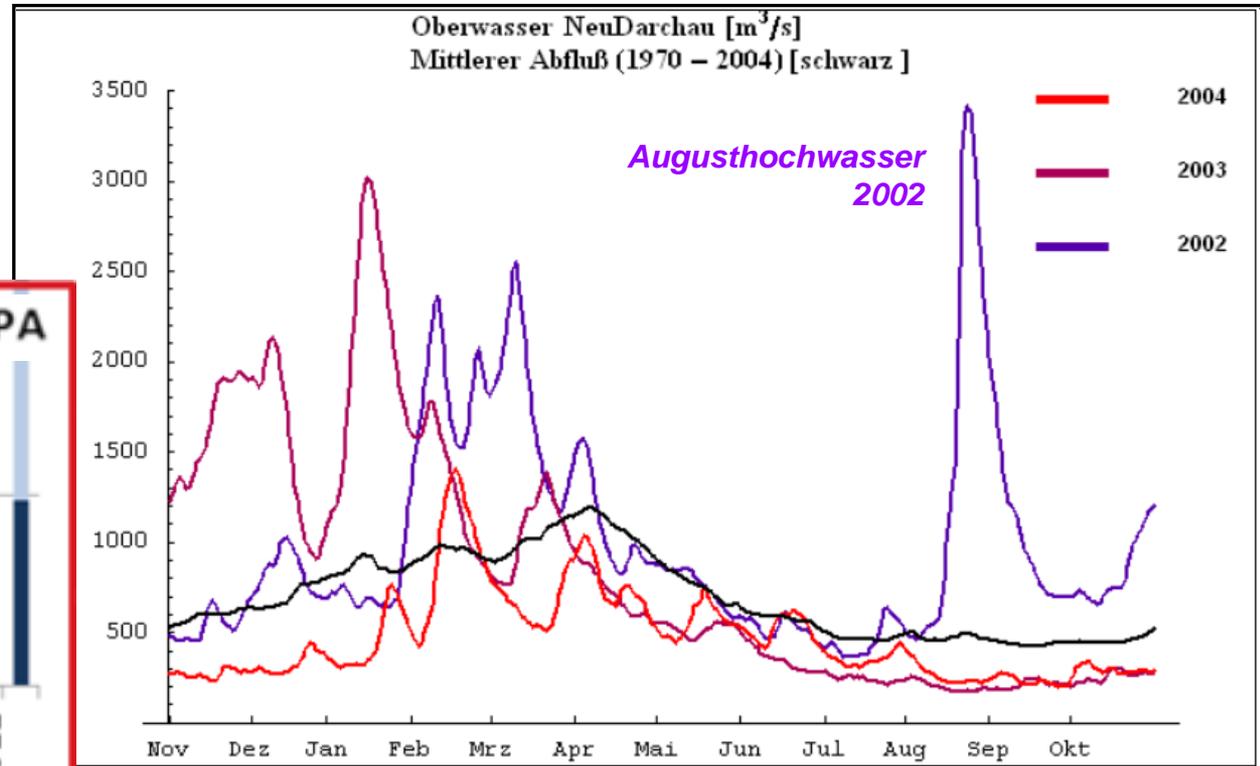
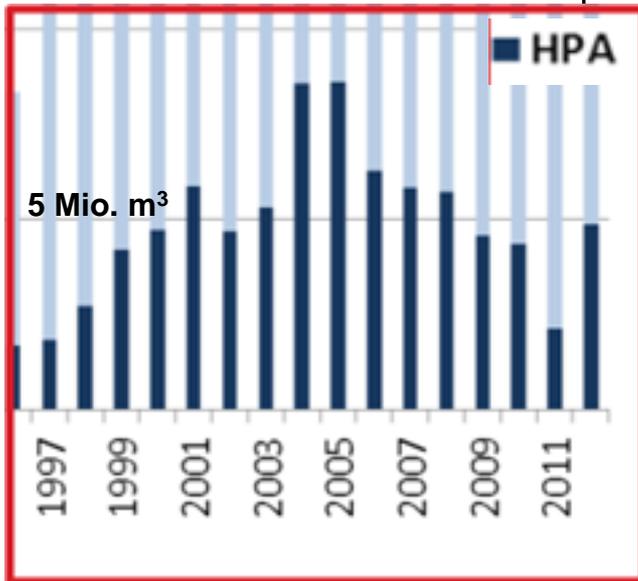


Mittlere Oberwassermenge Neu Darchau und drei ausgewählte Jahre





Entwicklung Unterhaltungsbaggermengen HPA – Oberwasserzuluß 2002, 2003, 2004, Mittel 1970-2004



Frage

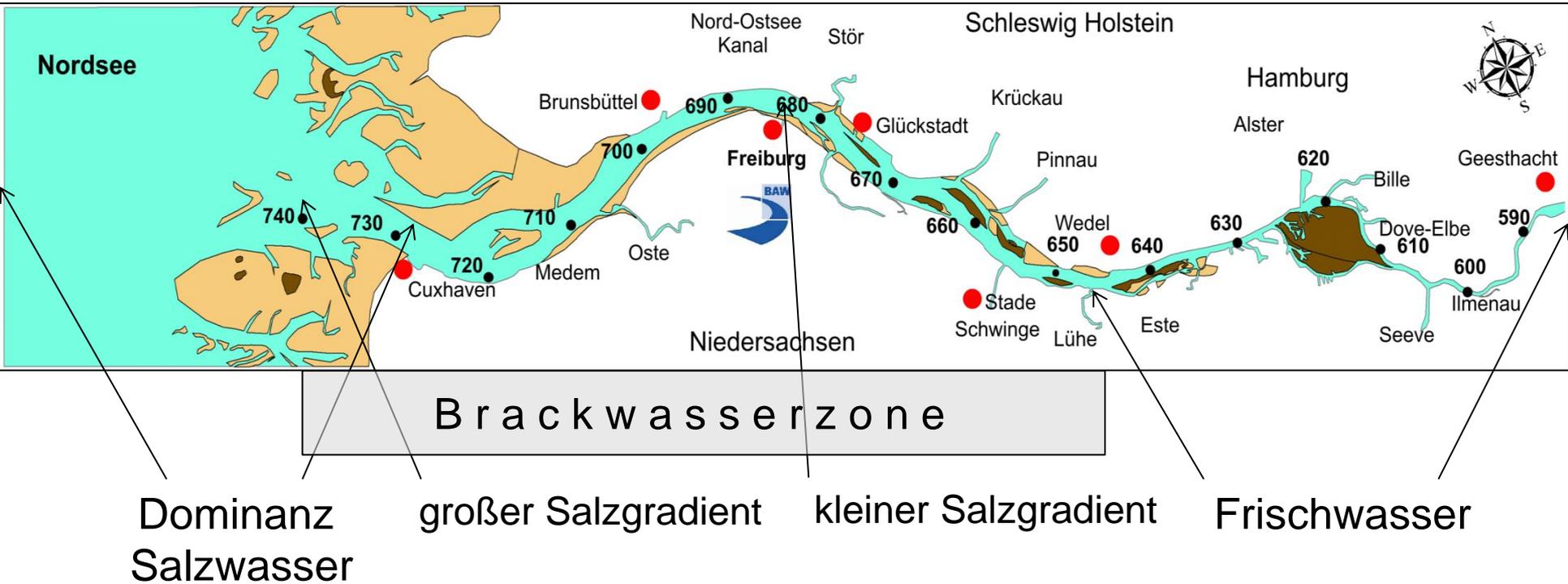
- Warum kommt es zu einem Anstieg der Baggergutermengen, den wir insbesondere im Hamburger Hafen feststellen können?
- Welche Faktoren beeinflussen diesen Prozess?

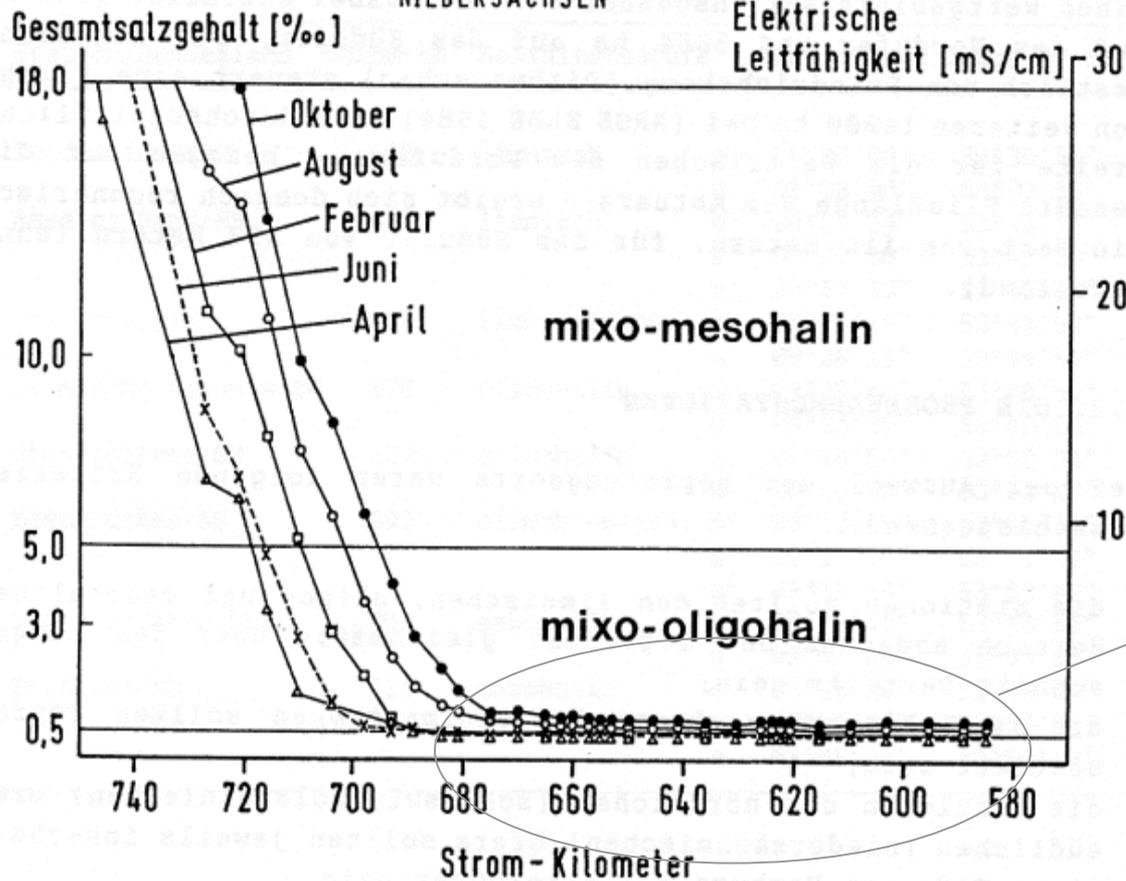
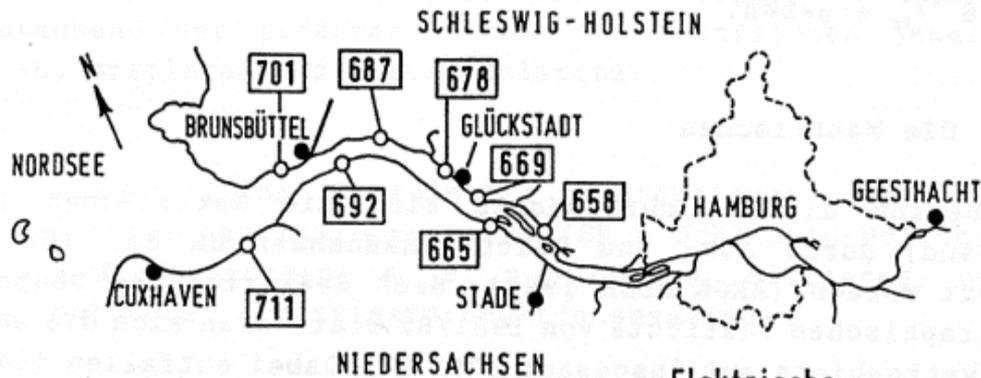
- *Verlagerung eines Baggerschwerpunkts nach Hamburg.*
- *Die hohen Mengen 2004 und 2005 sind maßgeblich von der Oberwassersituation gesteuert.*
- *Der seit 2000 charakteristische Mittelwert ist noch nicht bekannt (längere Zeitreihe erforderlich). Er ist ganz entscheidend von der Strategie im Sedimentmanagement abhängig.*

Salzgehalt – Abhängigkeit vom Oberwasser

- Die Brackwasserzone bildet sich durch Vermischung von Salz- und Süßwasser
- Salzgehalte 30 bis 0,5 PSU.
- Brackwasserzone - unterer Abschnitt großer Salzgradient
- oberer Abschnitt sehr geringer Salzgradient
- Der große Salzgradient beeinflusst den Sedimenttransport signifikant.
- Die Tidewelle verlagert die Brackwasserzone kurzfristig.
- Veränderungen Oberwasserzufluss – verzögerte Anpassung in der Lage
- Der Salzgehalt wird für Vergleichszwecke bei Kenterung Flutstrom gemessen.

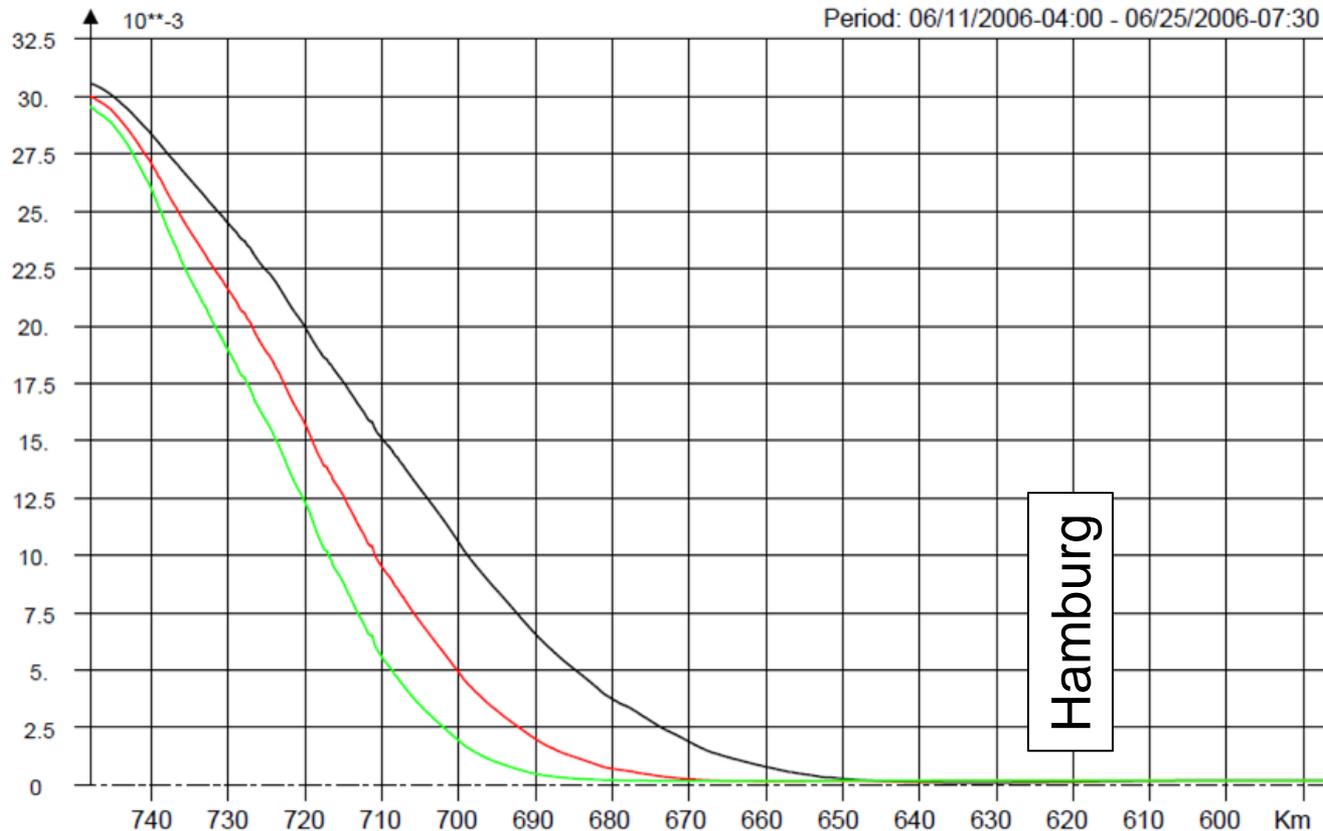
Charakteristik Salzgehalt





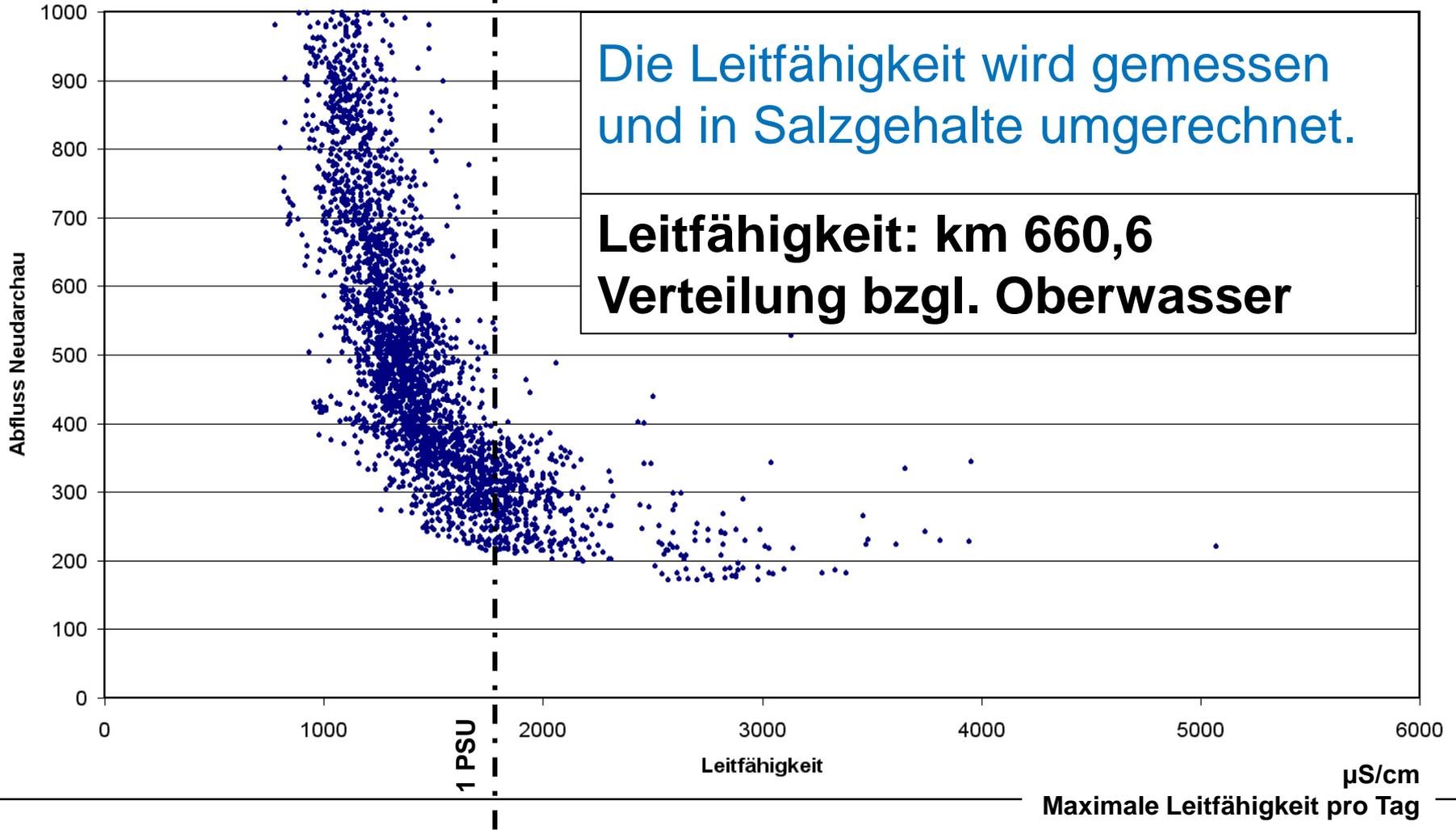
nach Gätche 1990

Modellierter mittlerer Salzgehalt für 180, 720 und 1260 m³/s Oberwasser im Elbeästuar



Grauerort 2000-2009

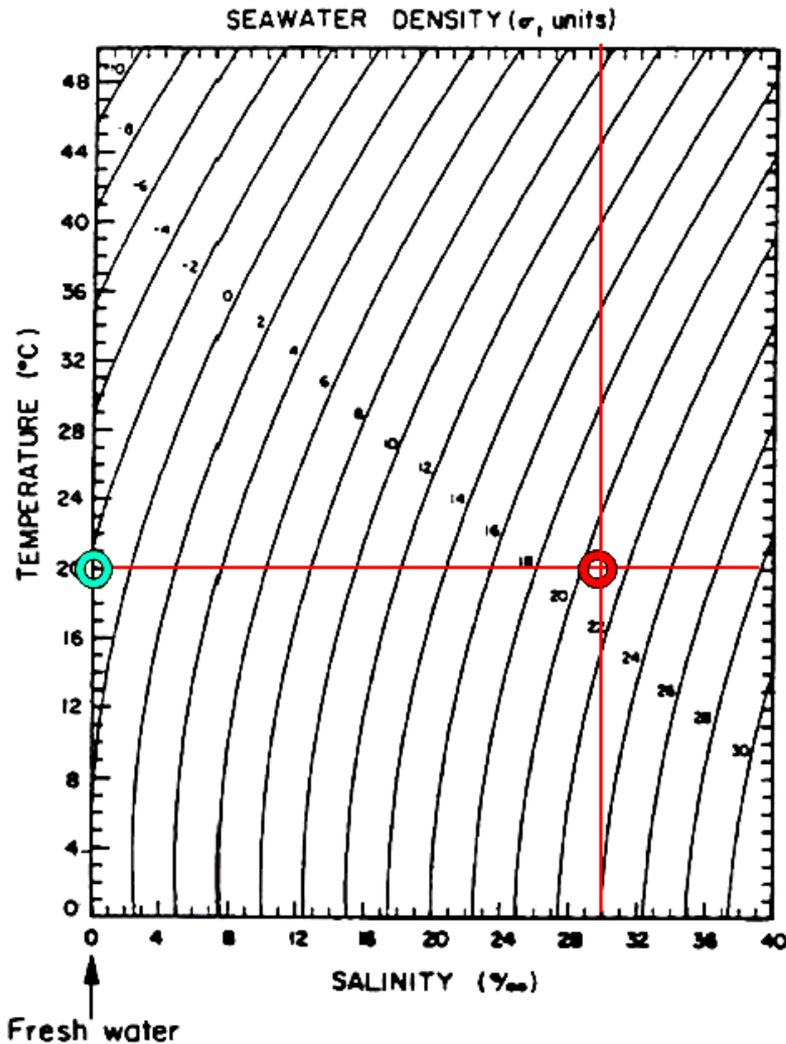
m³/s



Bedeutung Fluiddichte

- Dichte des Wassers ist maßgeblich vom Salzgehalt abhängig.
Brackwasser (20 °C) wiegt mit 30 PSU Salzgehalt ca. 1021 kg/m³
mit 1 PSU Salzgehalt ca. 999 kg/m³.
- Der großer Salzgradient erzeugt die vertikale Zirkulation in der Tideelbe.
➔ In Zone des großen Salzgradienten besteht bodennahe Flutstromdominanz.

Fluidichte = f (Salzgehalt, Temperatur)



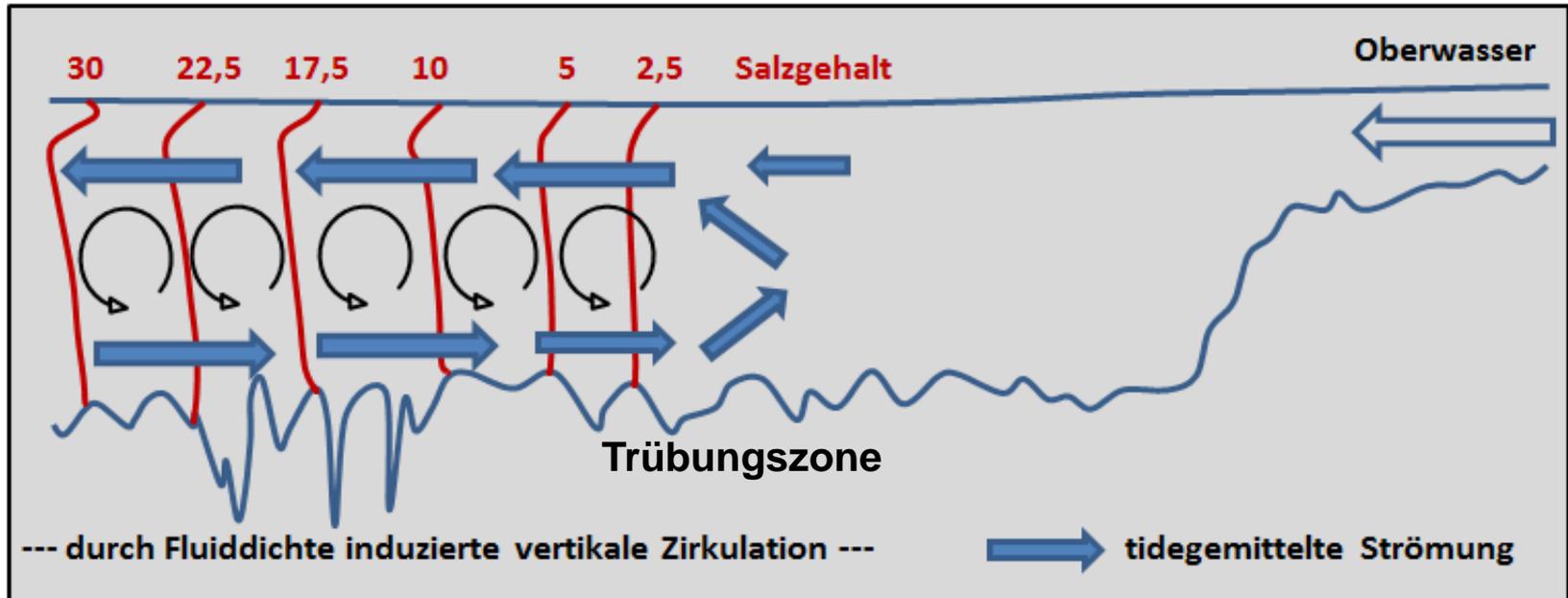
$$\text{Fluidichte [kg/m}^3\text{]} = 1.000,0 + \sigma_t$$

Beispiel: Wasser 20 °C

30 PSU Salzgehalt ca. 1021 kg/m³

0 PSU Salzgehalt ca. 998 kg/m³

Mechanismus der vertikalen Zirkulation



Frage

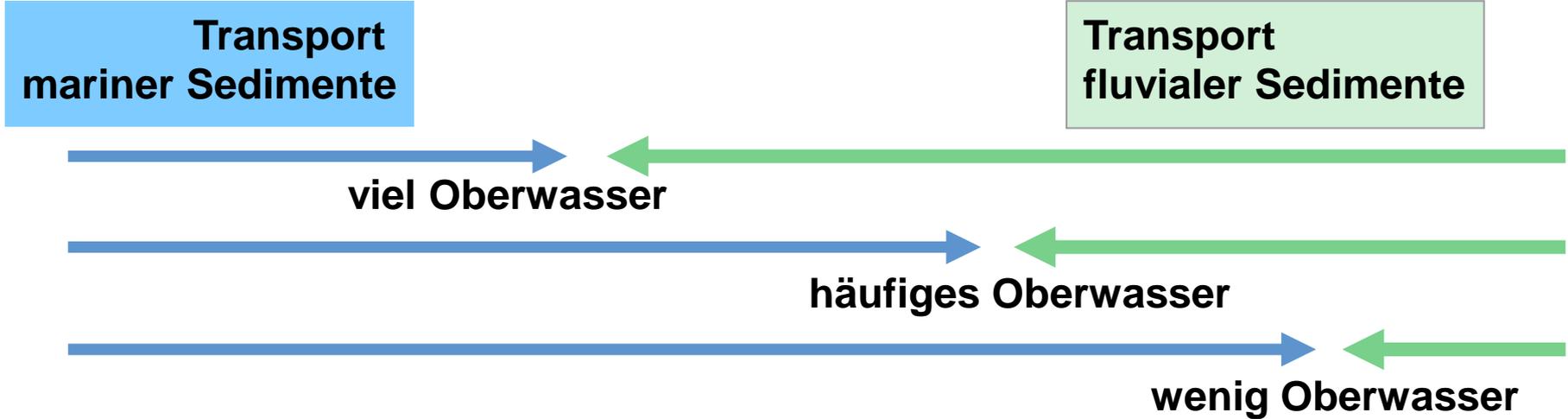
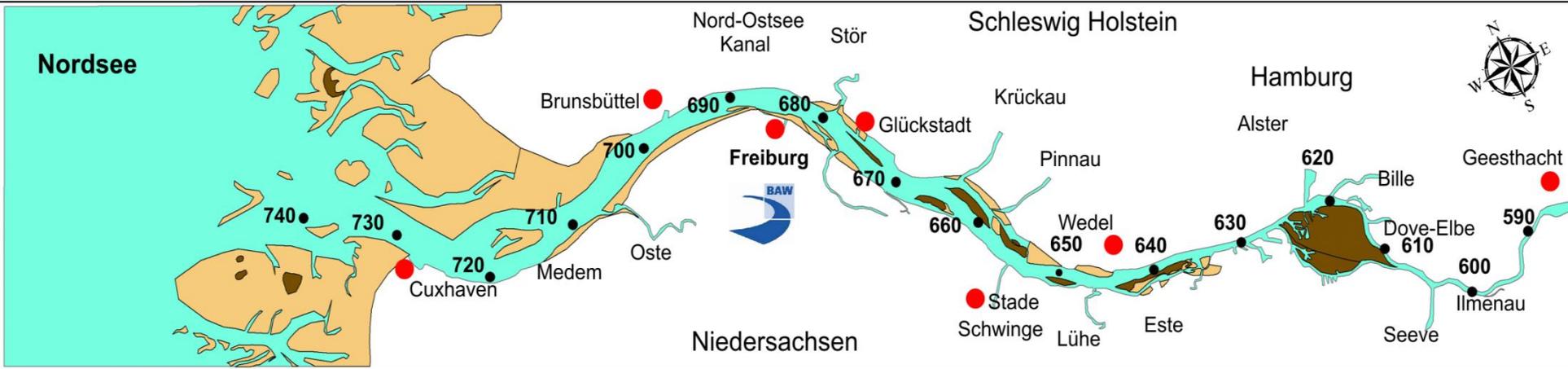
- Warum muss der Salzgehalt der Tideelbe in der Betrachtung berücksichtigt werden?

- *Der Salzgehalt steuert die Trübungszone, in der große Sedimentmassen vorliegen.*
- *Der Gradient des Salzgehalts bewirkt eine vertikale Zirkulationsströmung. Dadurch werden bodennahe Flutstromtransporte und oberflächennahe Ebbestromtransporte verstärkt.*
- *Die Analyse muss deshalb die Sinkgeschwindigkeiten der Sedimente einbeziehen. Dies muss ggf. auch in der Strategie zum Sedimentmanagement berücksichtigt werden.*

Strömung, Feststofftransport, tidal pumping, Sedimentverteilung

- In die Tideelbe werden marine und fluviale Sedimente eingetragen.
- Grobe Abschätzung für den Eintrag mit dem Oberwasser:
Im Mittel ca. 880.000 t / Jahr bei einer Sedimentkonzentration von 40 g/m³.
- Einzelmessungen der BAW über eine Tide:
 - In tiefer Rinne bei Cuxhaven und in der Trübungszone → Transport in Flut- und Ebbestromphase in etwa ausgeglichen,
 - unterhalb von Hamburg → Flutstromphase transportiert ca. die doppelte Sedimentmasse der Ebbestromphase.
- Tidal pumping wurde mit mathematischen Simulationsmodellen analysiert.
- Dominanzbereiche des mittleren Schwebstofftransports wurden in Abhängigkeit vom Oberwasser visualisiert.
- Fahrrinne mit weit überwiegend sandigen Sedimenten (Dünen und Rippel)

Charakteristik Sedimenttransport



Mittlere Eintragsmengen aus der Binnenelbe

mittl. Oberwasserzufluss ca. 700 m³ / s

= 700 x 3600 x 24 x 365 m³ / Jahr → **ca. 22 Mrd. m³ / Jahr**

mittl. Sedimentkonzentration

40 g / m³

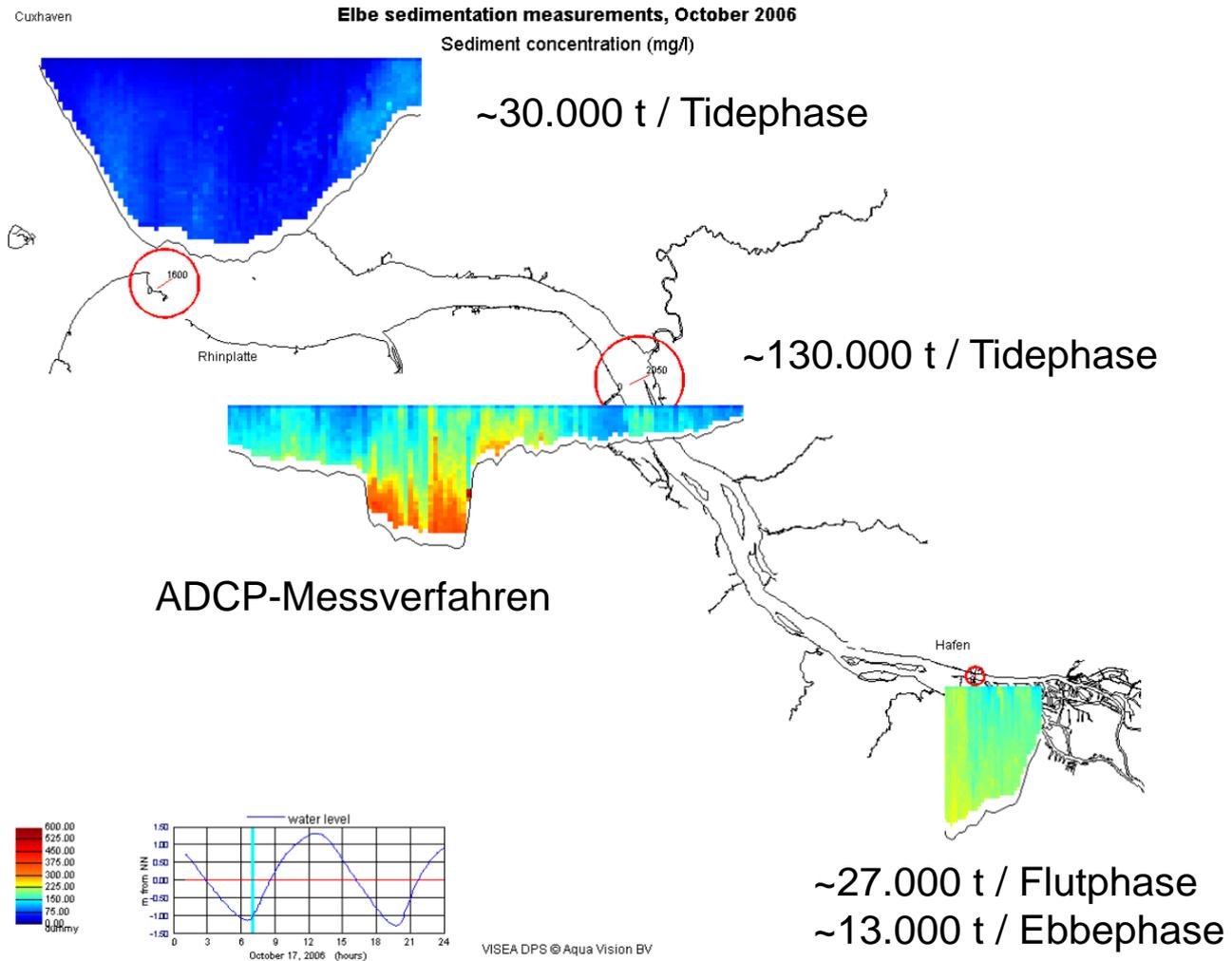
- 1 Mrd. m³ Wasser enthält 40 Mrd. g = 40 Mio. kg = 40.000 t Sediment

mittl. Oberwasserzufluss 22 Mrd. m³ / Jahr

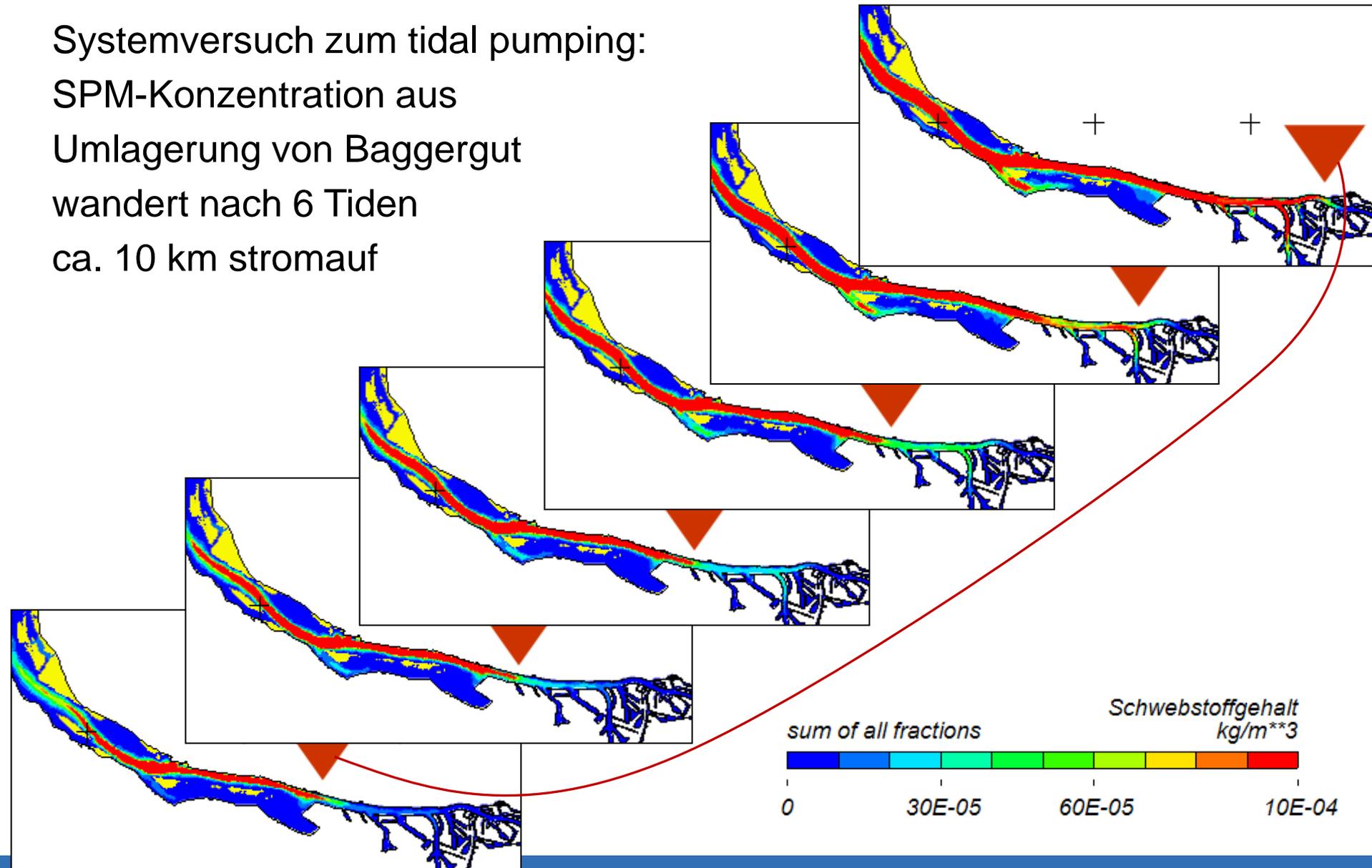
→ **mittl. Sedimentmasse = 880.000 t / Jahr**

**Unterscheide den Sedimenteintrag nach Hochwasserkatastrophen
in der Binnenelbe**

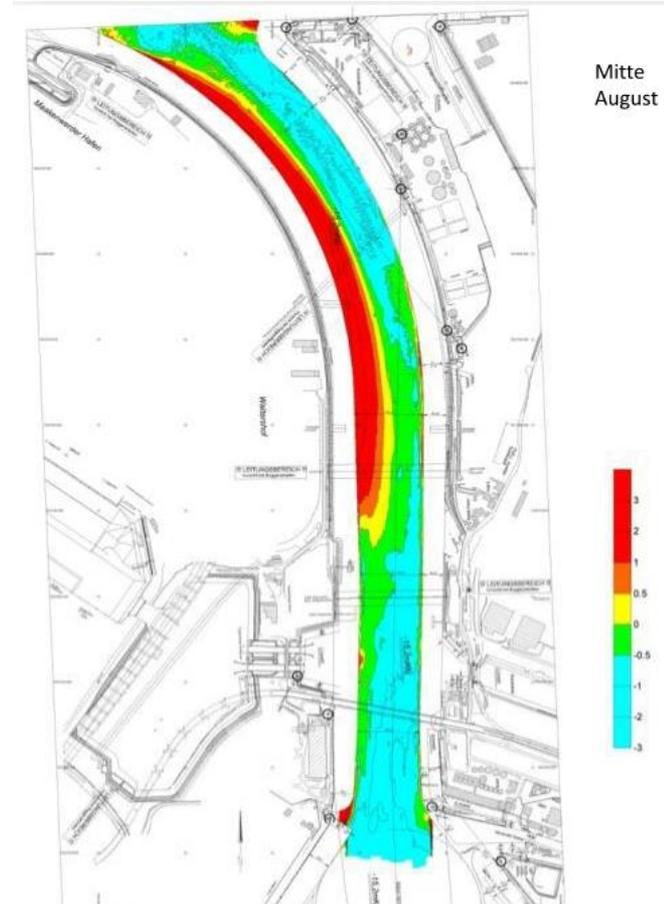
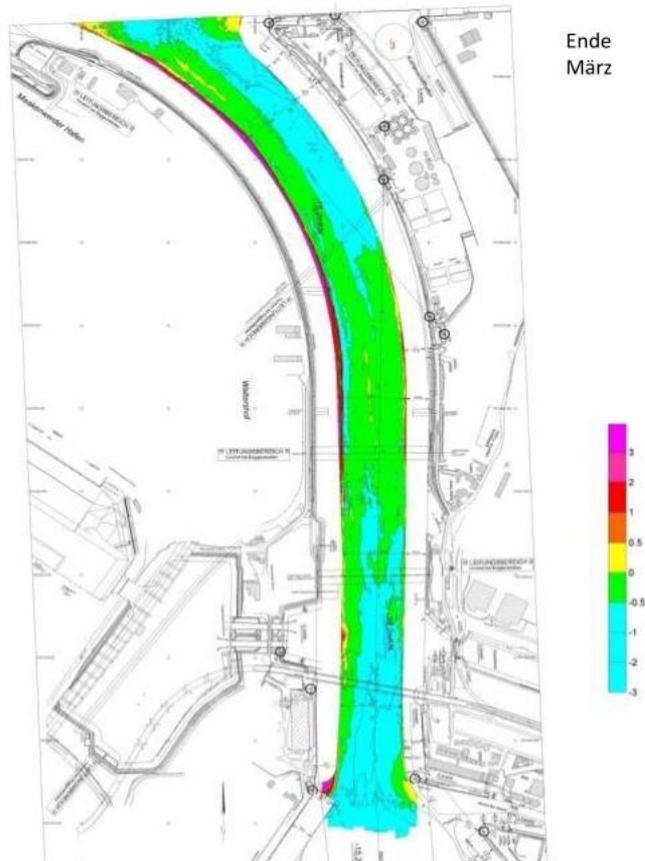
Messungen Transport der Schwebstoffe



Systemversuch zum tidal pumping:
 SPM-Konzentration aus
 Umlagerung von Baggergut
 wandert nach 6 Tiden
 ca. 10 km stromauf



Sedimentation Hafenzufahrt Altenwerder (Köhlbrand)



Quelle: WSV / HPA für Dialogprozess

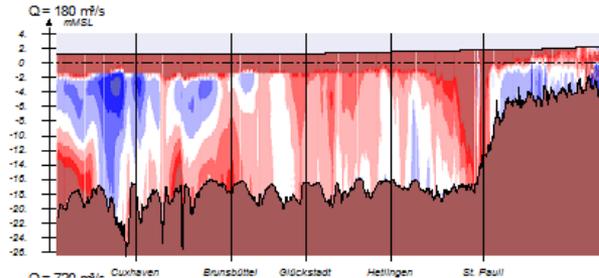
Dominanz des mittleren Schwebstofftransports

Oberwasser

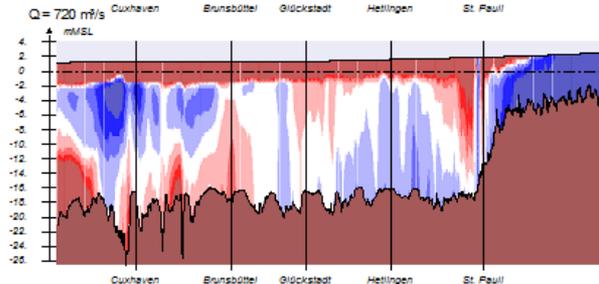
F:E mittlerer Schwebstofftransport

Längsprofil durch das Elbeästuar

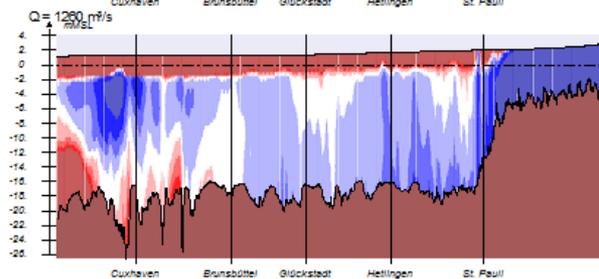
Q = 180 m³/s



Q = 720 m³/s



Q = 1260 m³/s



**Transport stromauf
dominiert**

**Transport stromab
dominiert**

Animation

Frage

- Warum ist der Einsatz leistungsfähiger Simulationsmodelle für die Optimierung des Sedimentmanagements wichtig?

- *Die prägenden Transportcharakteristiken können analysiert und visualisiert werden.*
- *Ursachen für bisherige Entwicklungen können untersucht werden – immer im Verbund mit datenbasierten Modellen.*
- *Das Simulationsmodell ist ein Werkzeug für Experten zur schrittweisen Verbesserung der Vorgehensweise im Sedimentmanagement.*

Erkenntnisse aus der 3D-Simulation

Analyse der **suspendierten Sedimente** auf dem Längsprofil durch das Elbeästuar

- Höchste SPM-Konzentrationen bodennah im Kern der Trübungszone
- Trübungszone verschiebt sich mit steigendem Oberwasser in Richtung Ästuarmündung.
- Die astuarine Zirkulation tritt beim F:E Verhältnis der transportierten Schwebstoffe sehr deutlich hervor. Der Kennwert zeigt die Dominanz des bodennahen Sedimenttransports in Flutstromrichtung stromabwärts von Elbe-km 690.
- Stromabwärts von Elbe-km 690 beginnt der starke Salzgehaltsgradient im Übergang zur Deutschen Bucht.
- Der Schwebstofftransport mit dem Flutstrom dominiert bei geringen Oberwassermengen im Stromabschnitt unterhalb von HH.

Frage

- Warum kommt es zu einem Anstieg der Baggergutermengen, den wir insbesondere im Hamburger Hafen feststellen können?
- Welche Faktoren beeinflussen diesen Prozess?

- *Es sind mehrere Faktoren, die zusammen wirken und auf der nachfolgenden Seite zusammengefasst sind.*
- *Das Verständnis zur Wirkungsweise dieser Faktoren liefert einen wichtigen Schlüssel zur Optimierung des Sedimentmanagements.*

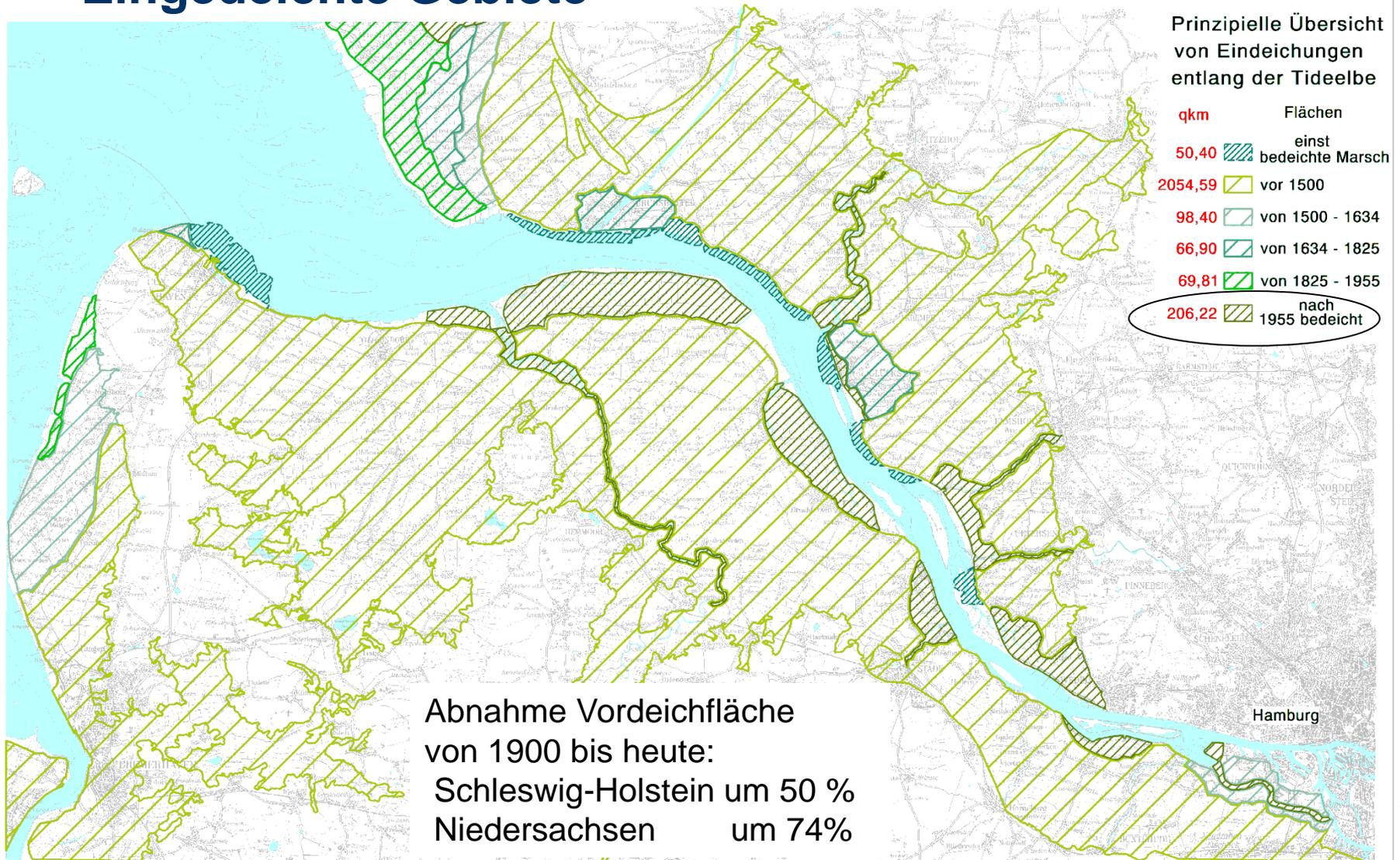
Ursachen der Verlagerung von Baggermassen nach Hamburg

- Abnahme Retentionsraum durch Deichbau, Sperrwerke und Auflandungen
- Anpassungen der Fahrrinne
 - Zunahme transportierter Sedimentmassen
 - Abnahme Spülwirkung des Oberwassers
 - Zunahme Flutstromdominanz (insbes. Schoula bis Hamburg)
 - Zunahme vertikale Zirkulation (Stofftransport in die Trübungszone)
 - Zeitlich begrenzt: Morphologischer Nachlauf
- Maßnahmen im Hamburger Hafen
 - Zunahme Sedimentationspotenzial - z. B. Aufweitung Zufahrt zum CTA
 - Minderung des Flutraums (reduzierte Hafenwasserfläche)
- Elbmündung: große Sedimentdynamik, verminderte Dämpfung der Tidewelle
- Zeitlich begrenzt : Sedimentimport nach Hochwasserwellen
- „Zwang zur Kreislaufbaggerei“ – vermeidbare Zunahme der Baggermassen

Frage

- Wodurch wurde die Geometrie der Tideelbe verändert?
-
- *Der Deichbau hat sehr viel Retentionsraum genommen.*
 - *Sedimentation in Seitenbereichen hat den Retentionsraum reduziert.*
 - *Hafenbau hat den Retentionsraum vergrößert und wieder reduziert.*
 - *Die Fahrrinne wurde wiederholt vertieft.*
 - *Sedimententnahmen*
 - *Elbmündung:*
 - *In natürlichen morphodynamischen Zyklen werden durch Rinnenverlagerung erhebliche Sedimentmassen umgelagert.*
 - *Die dämpfende Wirkung von Sänden und Wattgebieten wurde reduziert.*

Eingedeichte Gebiete



Herausgeber: Vermessungs- und Kartenstelle bei der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord; Stand: 6/2006

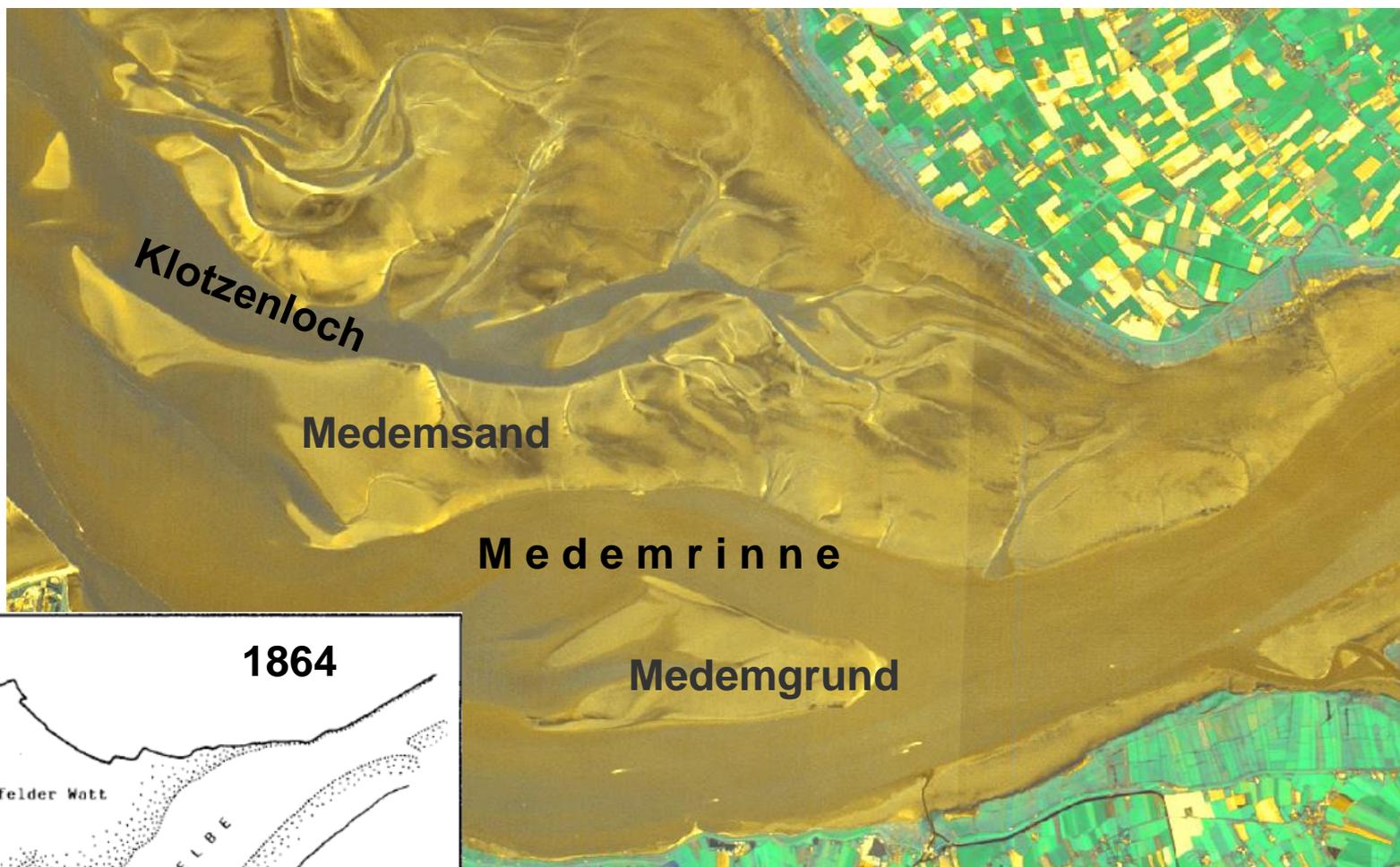
Sedimenteintrag nach einer Sturmflut



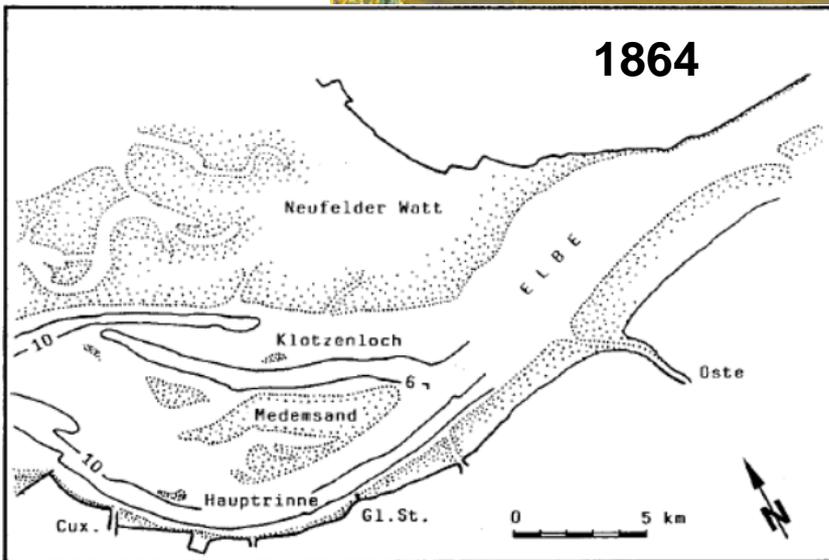
<http://www.haseldorfer-marsch.de/haseldorfermarsch/sturmfluten/index.html>



Mai 1998



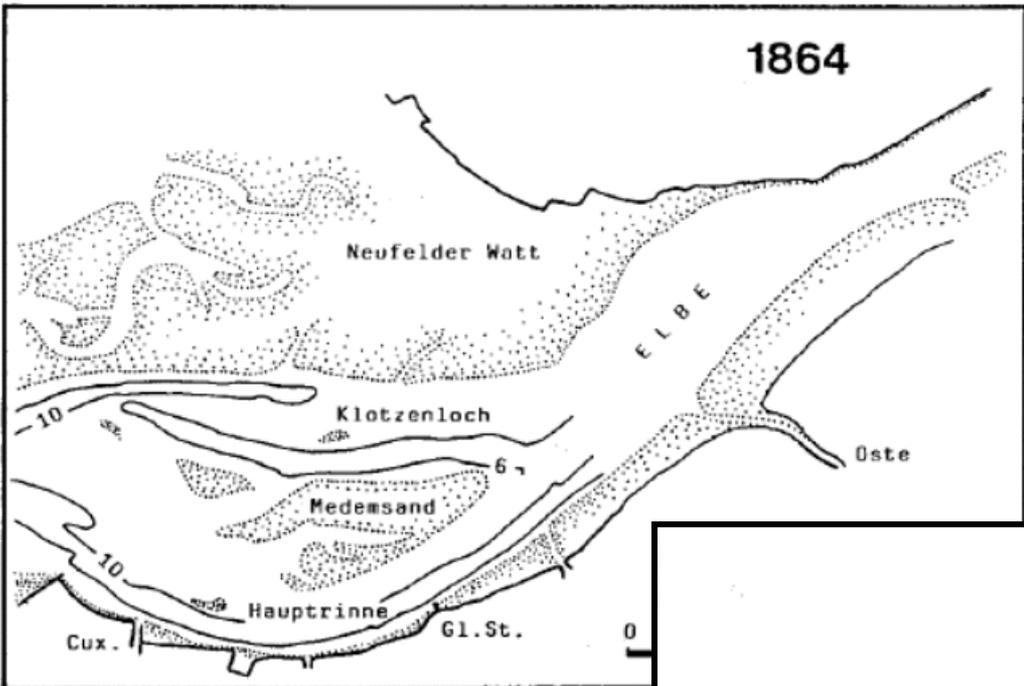
Quelle DLR



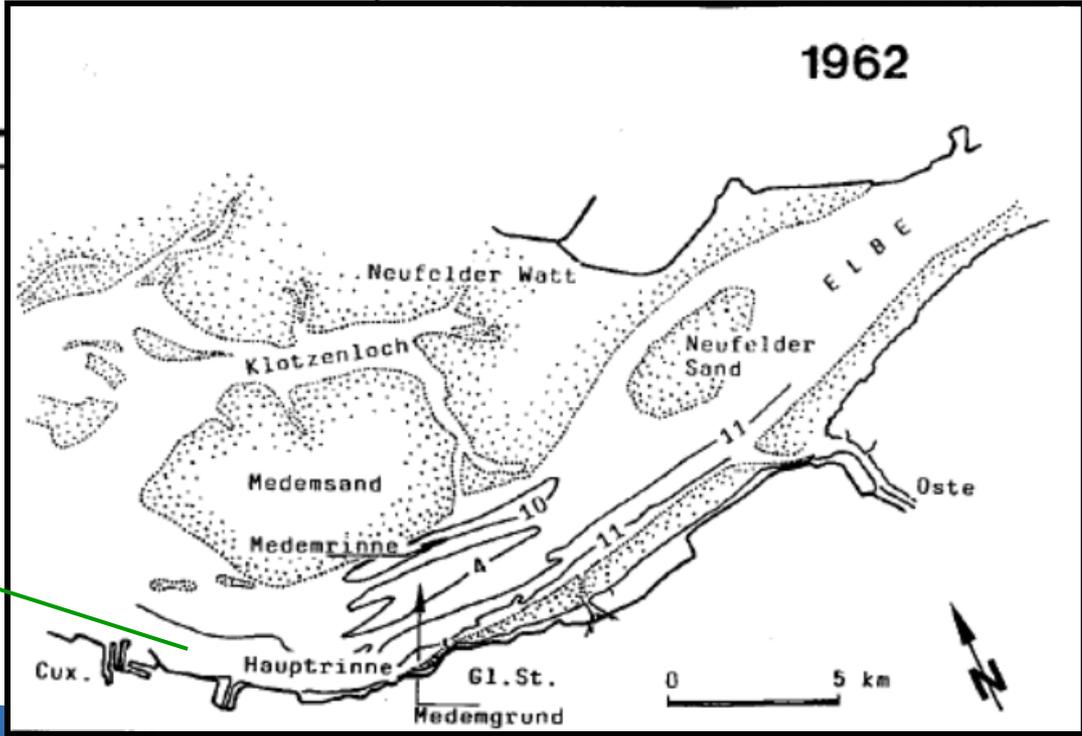
**Natürliche morphodynamische Zyklen
Perioden > 100 Jahre**



Verlagerung Klotzenloch und Entwicklung Medemsand

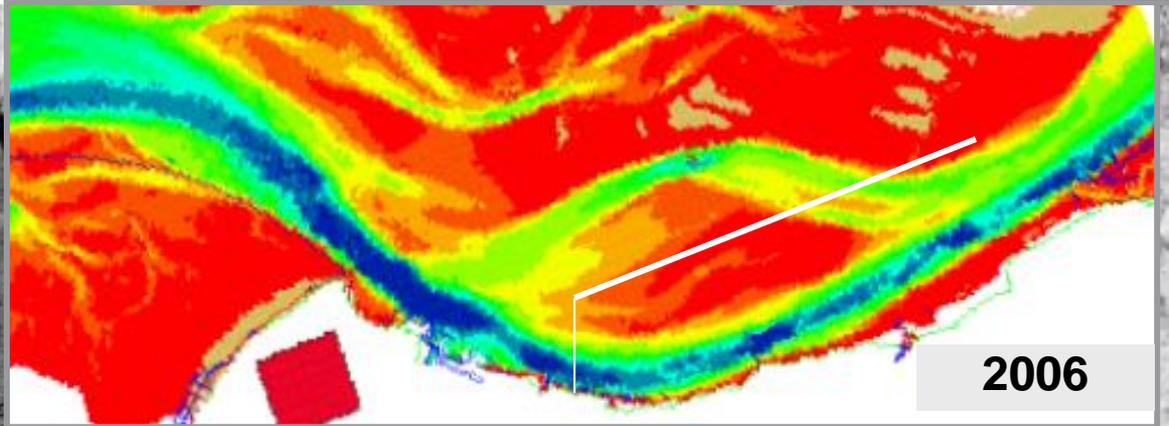
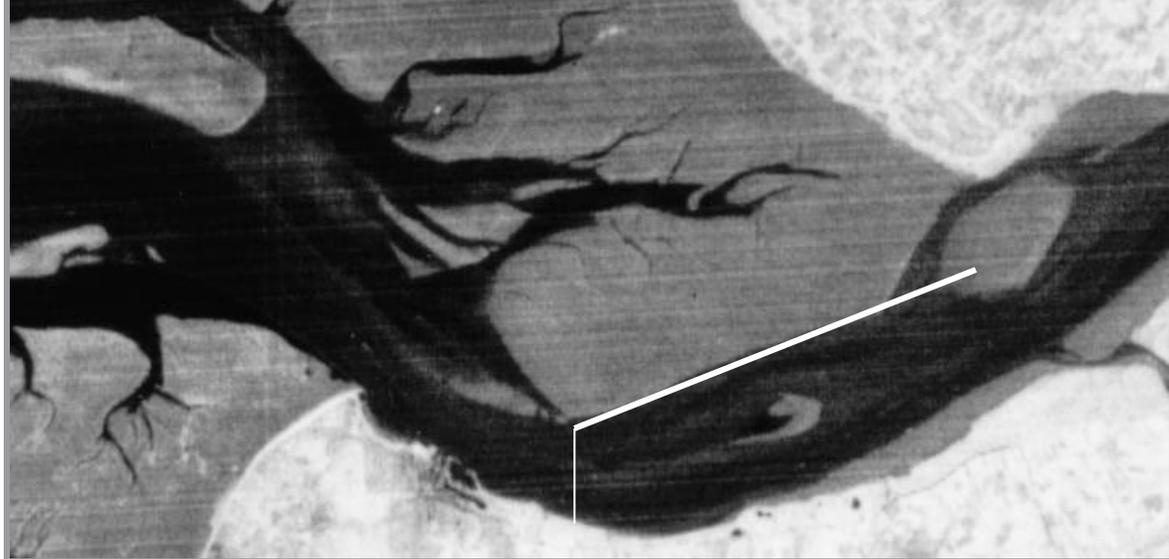


nach Göhren, 1971



Fahrrinnenausbau 1957/62
11 m unter MTnw

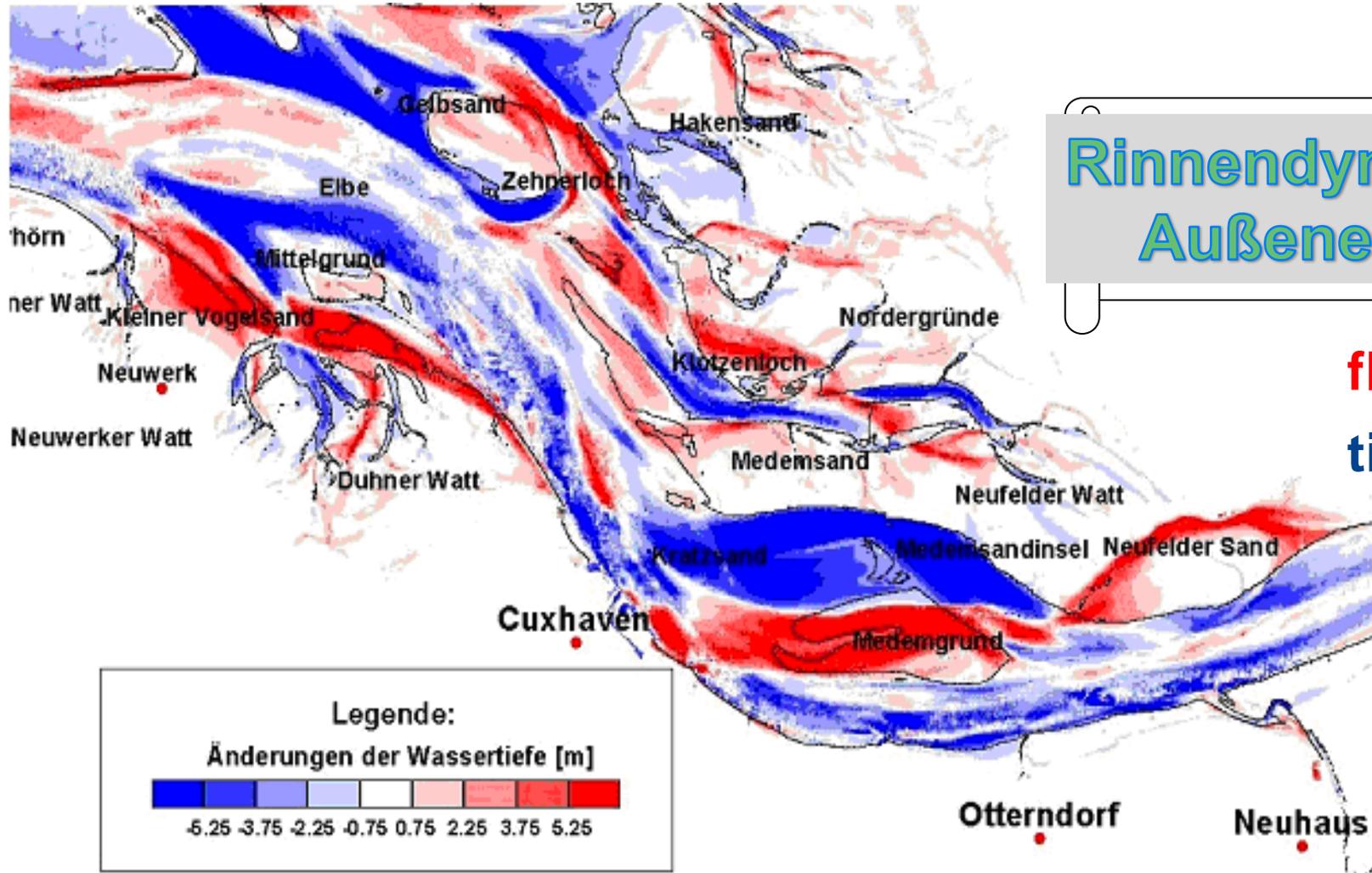
Elbemündung 1976 und 2006



Aufnahme 19. April 1976

Differenztopographie 2001-1972

mit 2 m -Tiefenlinie 2001



Rinnendynamik
Außenelbe

flacher
tiefer

Kante Medemsand



Frage

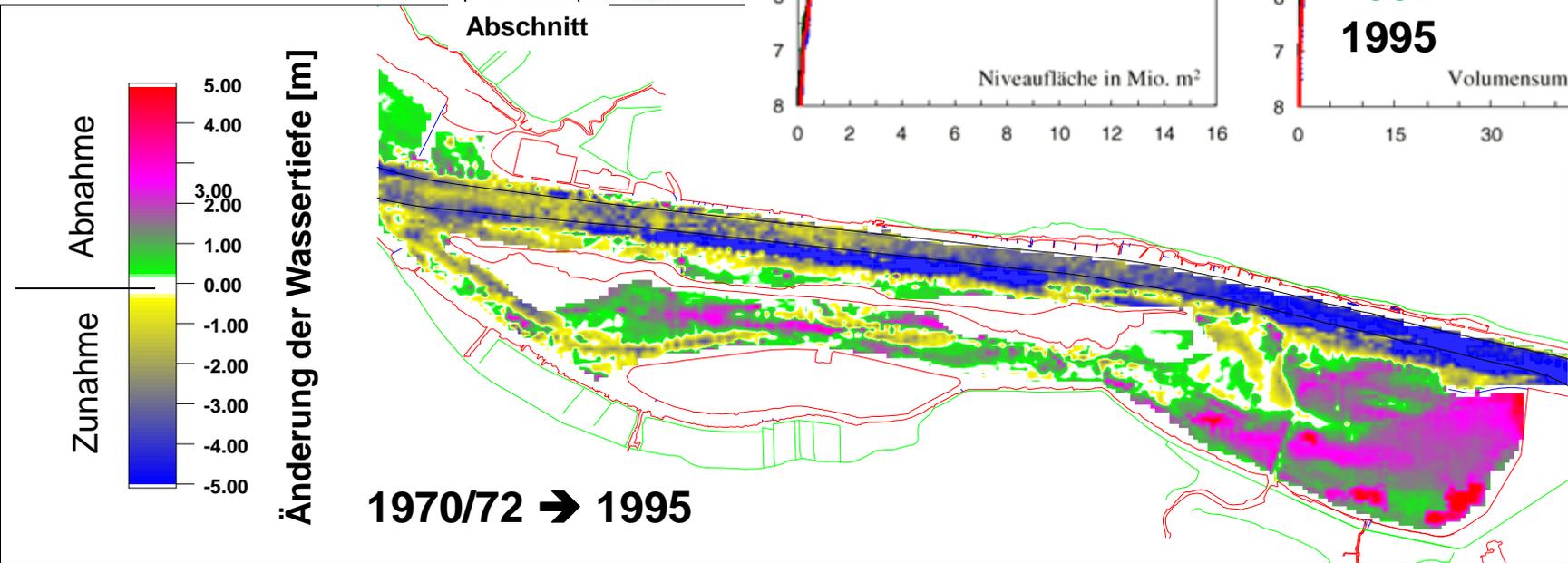
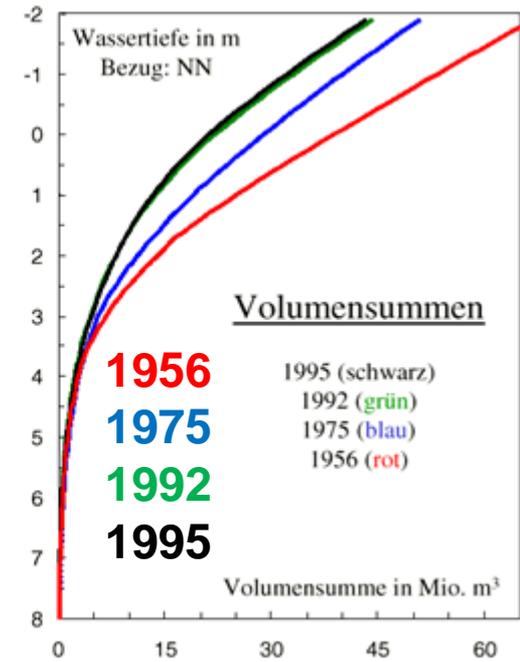
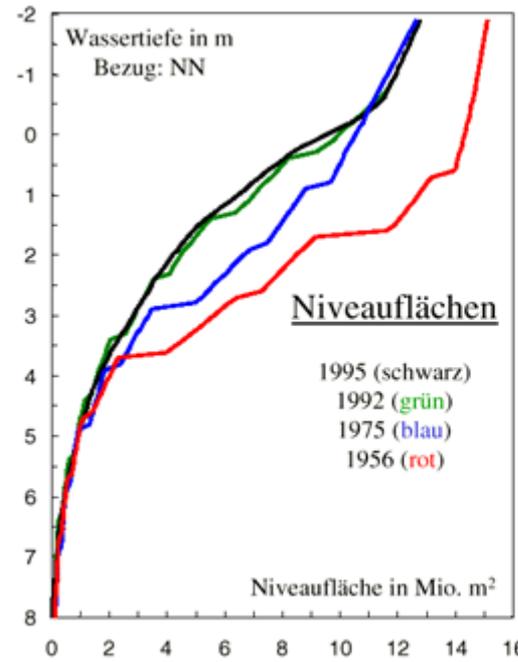
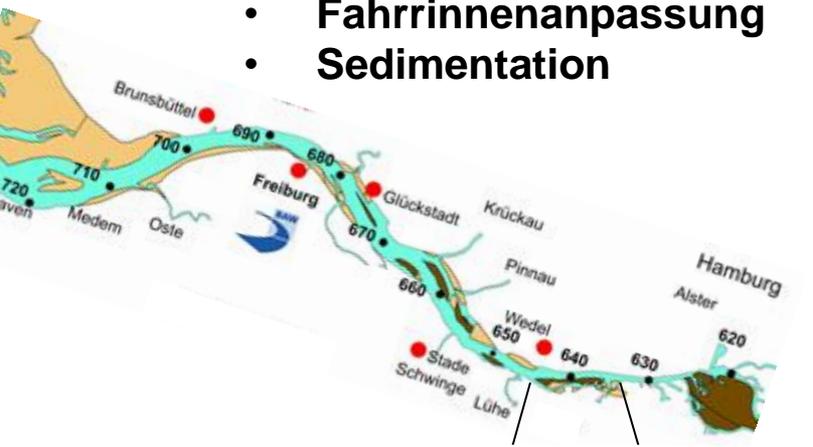
- Wie hat sich der Sedimentationsprozess in der Tideelbe im Verlauf der vergangenen Jahrzehnte verändert?
Es wurden verschiedene lokale Betroffenheiten kommuniziert:
Cuxhaven, Friedrichskoog, ...

- *Der Sedimentationsprozess verändert die Flussgeometrie. Die Veränderungen werden durch Kartenvergleich (DGM-Vergleich / Differenzdarstellungen) sichtbar.*
- *Mit guten Daten Volumen- und Niveauflächenänderungen berechnen*
- *Der Sedimentationsprozess kann die Sedimentzusammensetzung verändern (gestern Sand heute Schlick oder umgekehrt).*

**Beispiele
DGM-Vergleich**

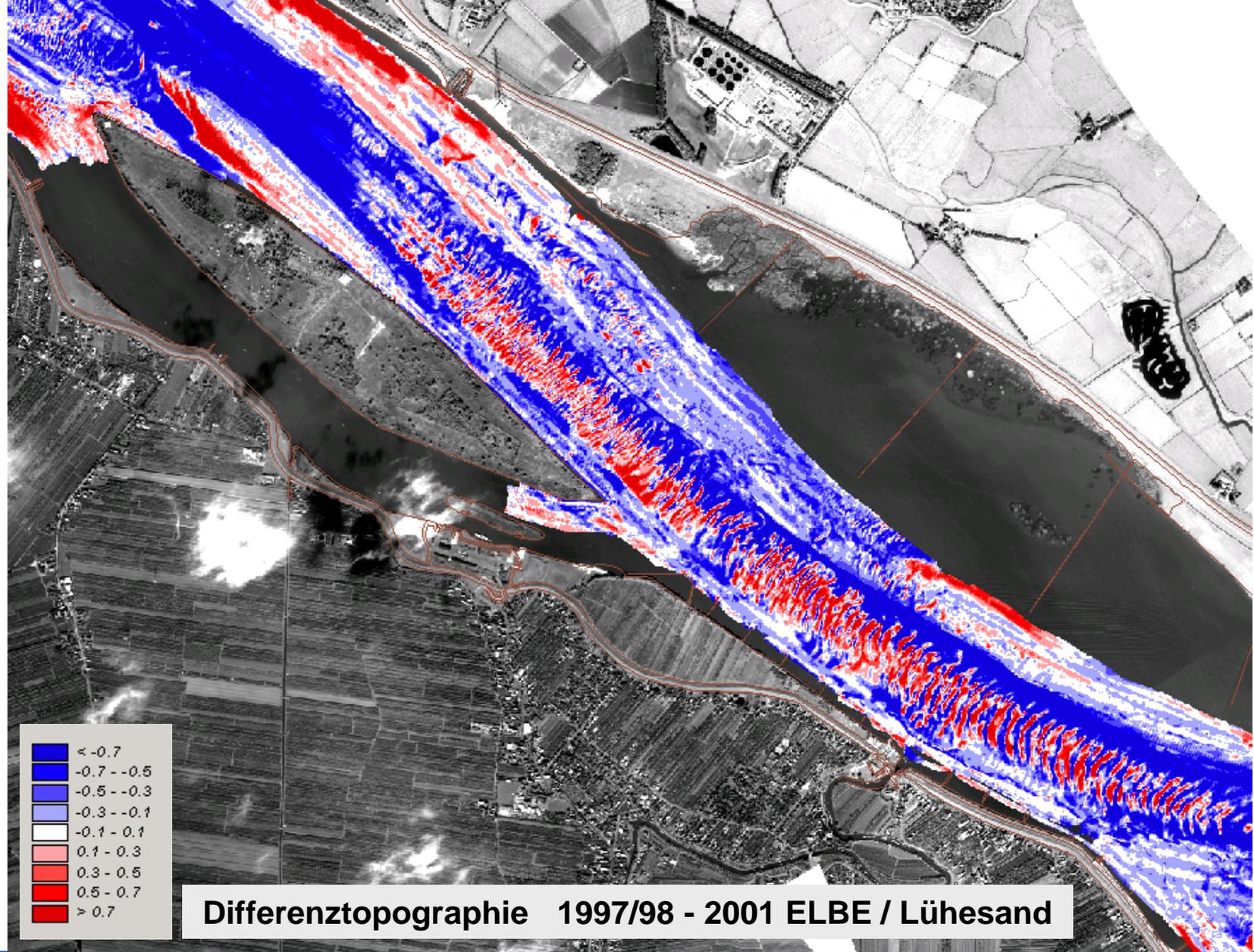
Beispiel für Abschnitt Tideelbe

- Hypsometrie
- Fahrrinnenanpassung
- Sedimentation



1970/72 → 1995

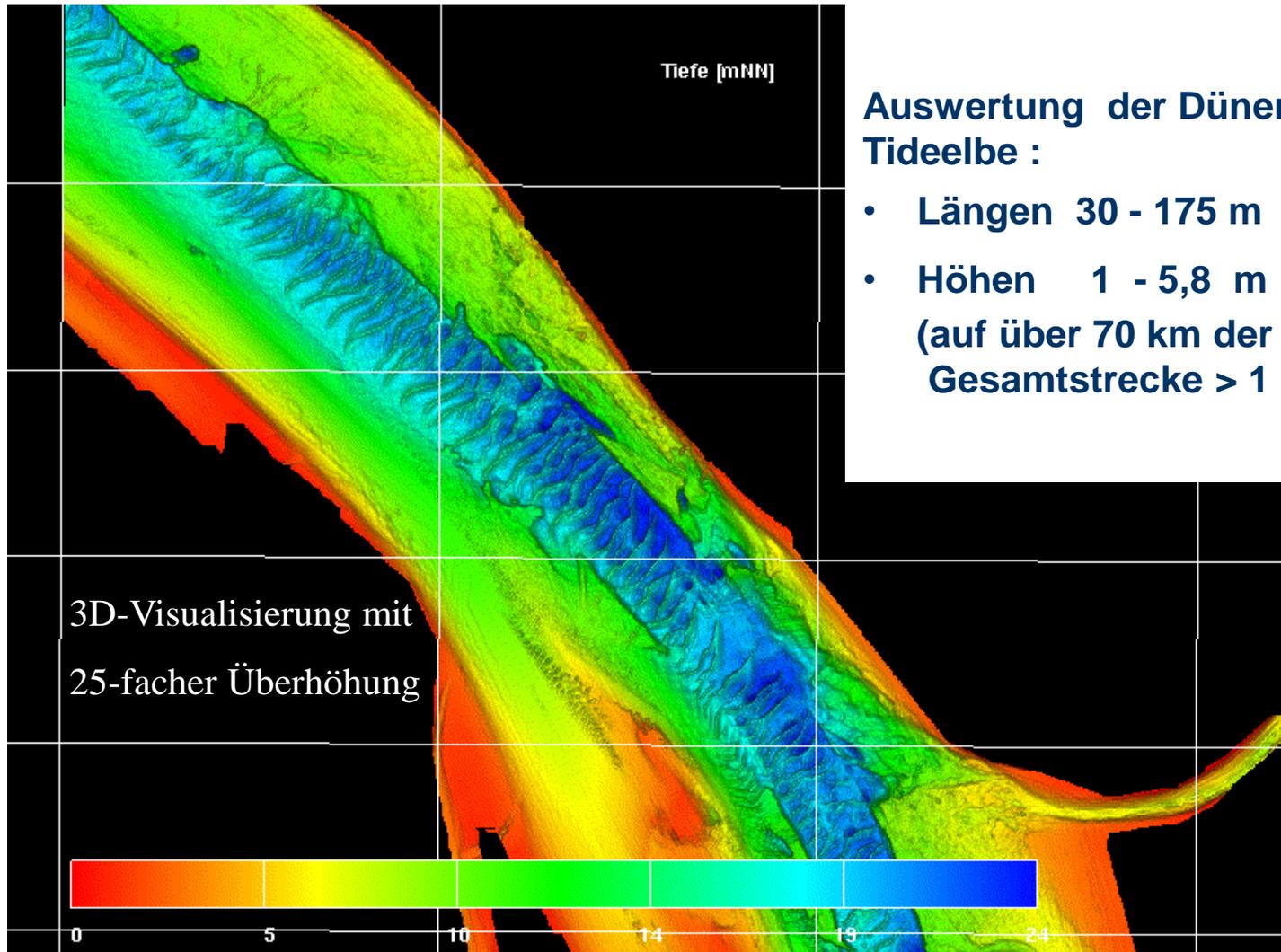




Differenztopographie 1997/98 - 2001 ELBE / Lühesand



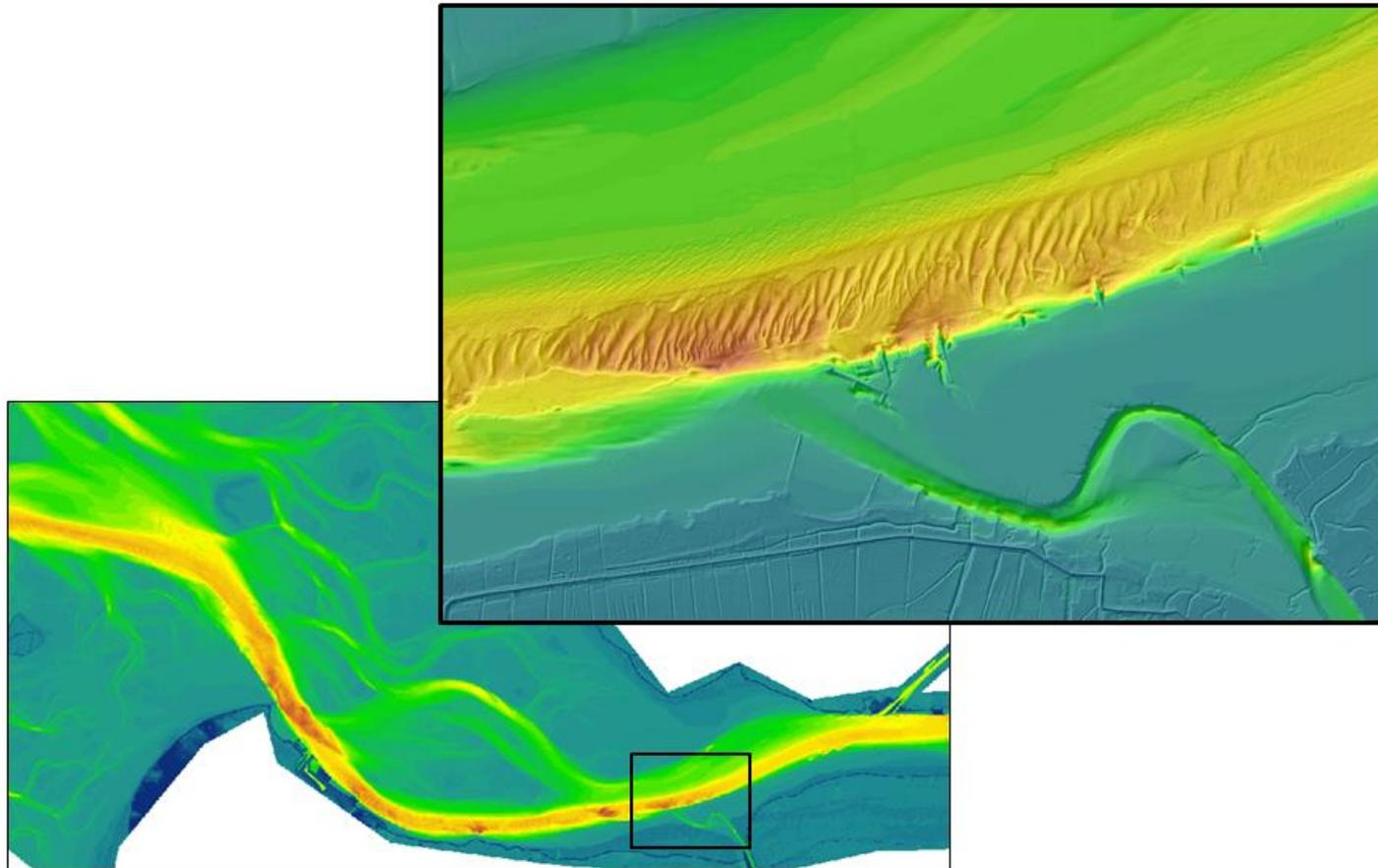
Beispiel Dünenstrecke Bereich Störbogen



Auswertung der Dünen in der Tideelbe :

- Längen 30 - 175 m
- Höhen 1 - 5,8 m
(auf über 70 km der
Gesamtstrecke > 1 m)

Beispiel Dünenstrecke Bereich Ostemündung



Frage

- Ist eine Zunahme der Sedimentation in den Nebenflüssen der Tideelbe zu beobachten?

- *Die Datenlage reicht oft nicht aus für eine belastbare Auswertung in den Seitenbereichen der Nebenflüsse.*
- *Kartenvergleiche können sich zunächst auf die Mündungsgebiete der Nebenflüsse stützen.*
- *Zunahmen in der Schwebstoffkonzentration der Tideelbe können gemeinsam mit Zunahmen im Tidehub zur schleichend verstärkten Sedimentationen in den Seitenbereichen führen.*
- *Zunehmende Schließzeiten der Sperrwerke erhöhen das Sedimentationspotential.*
- *Die Spülwirkung des Oberwassers ist in vielen Nebenflüssen gering.*

Oberwasser der Nebenflüsse

Gewässer	Elbe-km	Einzugsgebiets- fläche (AE)	Mittlerer Abfluss (MQ)
		[km ²]	[m ³ /s]
Ilmenau	599,0	2 852,0	17,7
Seeve	604,9	471,1	4,71
Bille	615,3	506,4	3,99
Alster	622,4	580,7	5,80
Este	634,4	364,2	3,21
Lühe	645,5	216,7	2,51
Schwinge	654,8	215,7	2,62
Pinnau	659,7	367,0	3,46
Krückau	664,9	275,7	2,42
Stör	679,3	1 780,5	21,7
Nord-Ostsee- Kanal	696,0	1 536,7	19,1
Oste	707,0	1 711,1	17,7
Medem und Hadelner Kanal	712,6	482,8	7,81

Habitate

Substrat und morphologische Dynamik prägen die Habitate.

Die Sedimentbeschaffenheit beeinflusst

- die Bodenformen
- den hydraulischen Widerstand (Bodenreibung)
- die Lebensräume für Pflanzen und Tiere.

Man unterscheidet die Habitate zunächst nach der Wassertiefe.

Vergleich Elbe und Weser - Wassertiefen kleiner MTnw – 2m
(Flachwasser-, Intertidal- und Marschflächen):

- ca. 50 % des Elberaums
- ca. 70 % des Weserraums

Prozentuale Anteile der Habitate bezogen auf die Wassertiefe

TIDE

Vandenbruwaene, W.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2013).

Sd - Subtidal deep > 5 m below MLWL

Sm - Subtidal moderately deep 5 – 2 m below MLWL

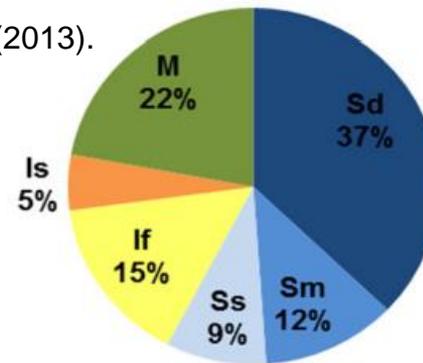
Ss - Subtidal shallow 2 m below MLWL

If - Intertidal flat MLWL – MHWL; slope < 2.5%

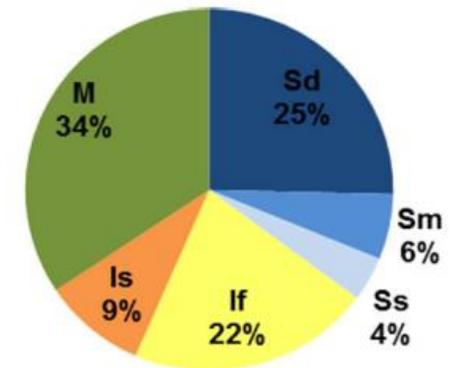
Is - Intertidal steep MLWL – MHWL; slope > 2.5%

M - Marsh > MHWL

Elbe



Weser



Von der Erkenntnis zum Leitbild im Handeln gelangen

