

Holger Rahlf

Ein Beitrag zum Systemverständnis der Tideelbe

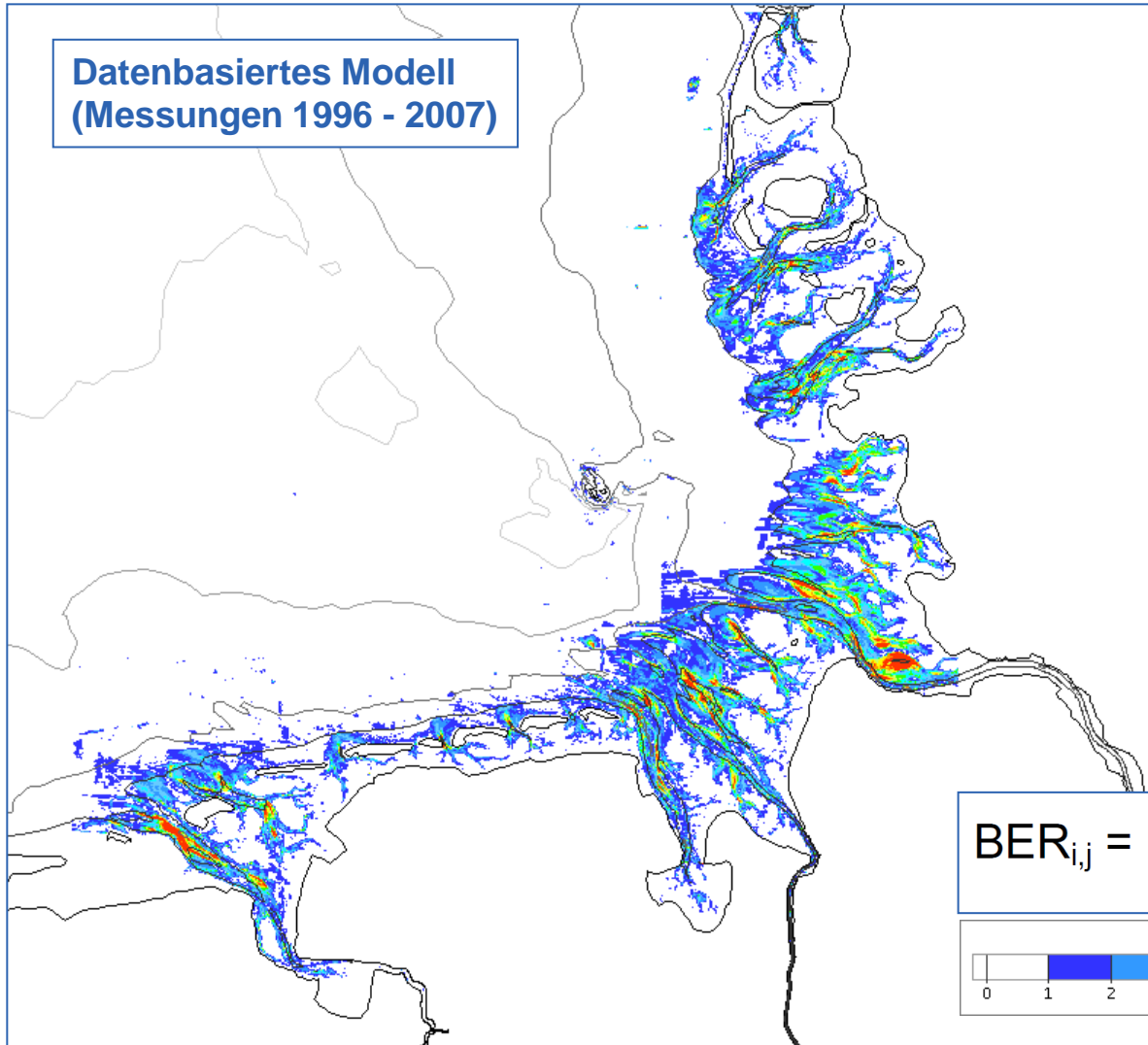
2. Symposium Forum Tideelbe

Hamburg, 19. November 2018

Veranlassung

- In der Unter- und Außenelbe haben sich in den letzten Jahren messbare Veränderungen z.B. in
 - **Topographie** (Erosion / Sedimentation / Sohlstrukturen) und
 - **Abfluss** (lang anhaltendes niedriges Oberwasser)ergeben. Infolge dessen haben sich z.B.
 - **Wasserstandsparameter** (Tidehub in Hamburg) und
 - **Trübung** (hohe Suspensionskonzentration in der Wassersäule) verändert.
- Es sind hohe Unterhaltungsaufwendungen insbesondere im Hamburger Bereich erforderlich.
- Es ergeben sich zahlreiche Betroffenheiten z.B. hinsichtlich Ökonomie und Ökologie.

**Datenbasiertes Modell
(Messungen 1996 - 2007)**

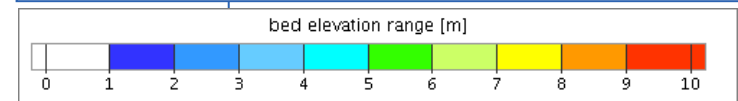


Die Jahrestopographien sind das Ergebnis einer Raum - Zeit - Interpolation (datenbasierte Modellierung)

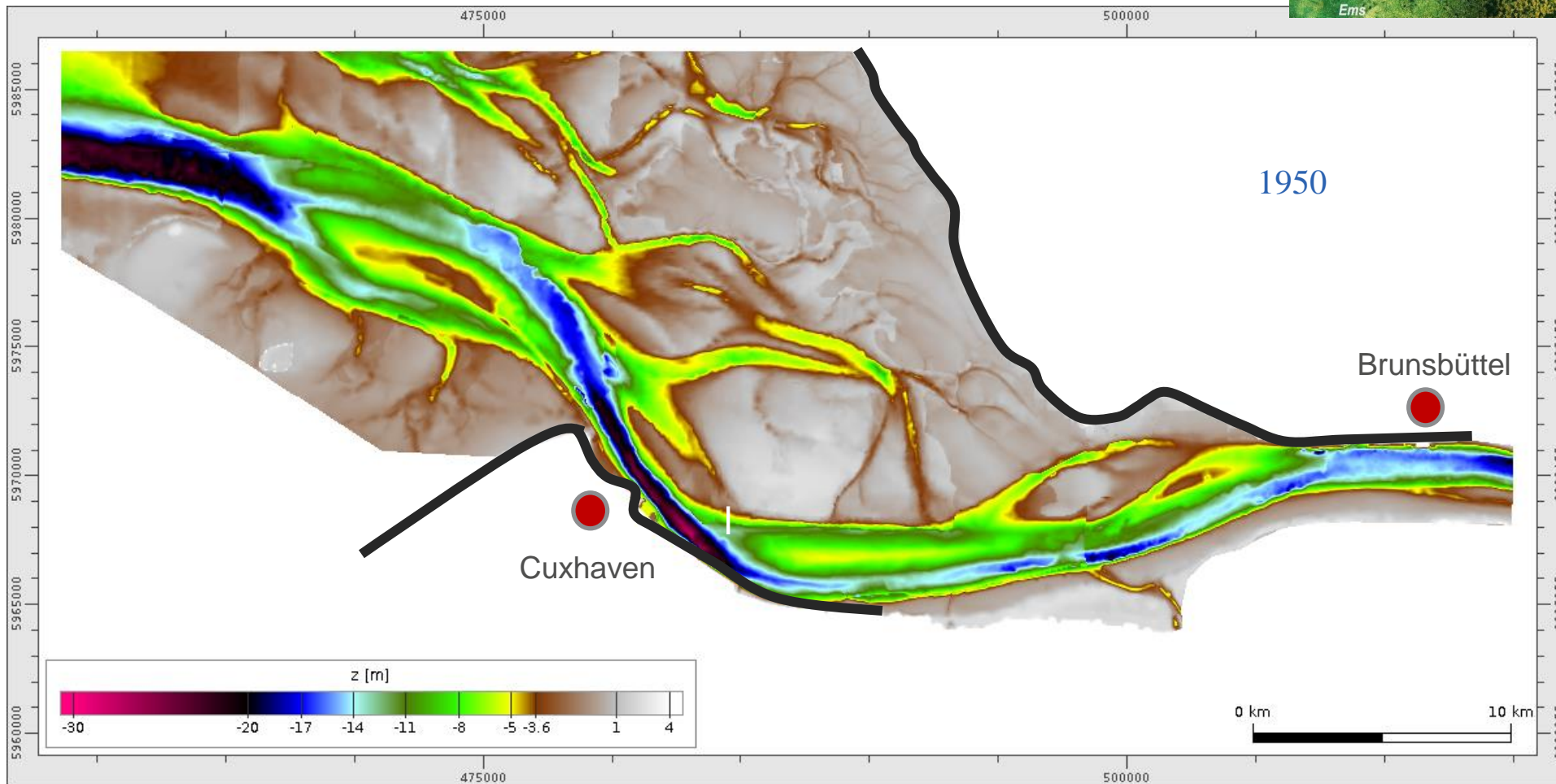
Hohe Dynamik

- Priele
- Seegatten
- Ästuarmündungen

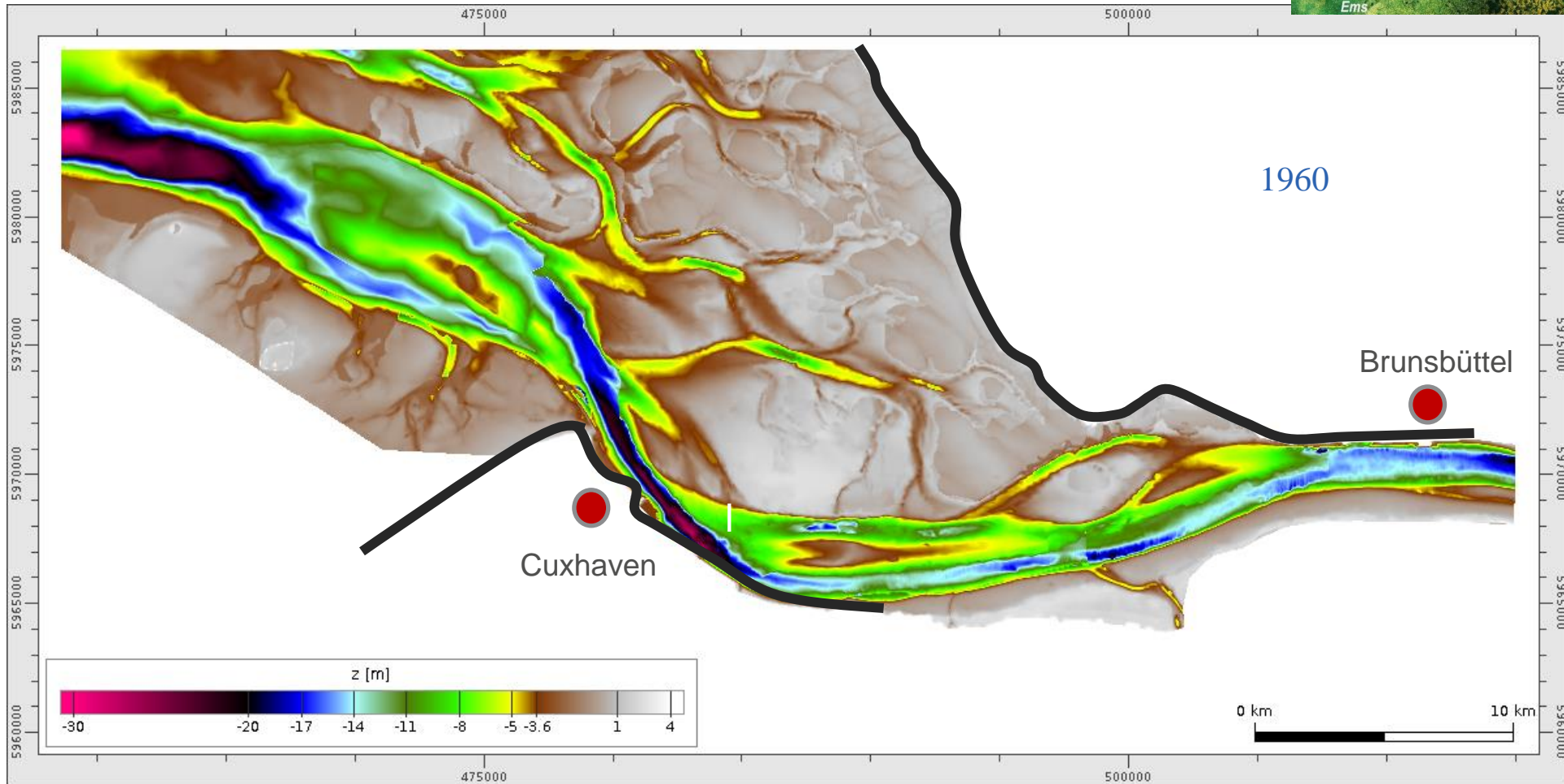
$$BER_{i,j} = \text{MAX}(z_{i,j}(t)) - \text{MIN}(z_{i,j}(t))$$



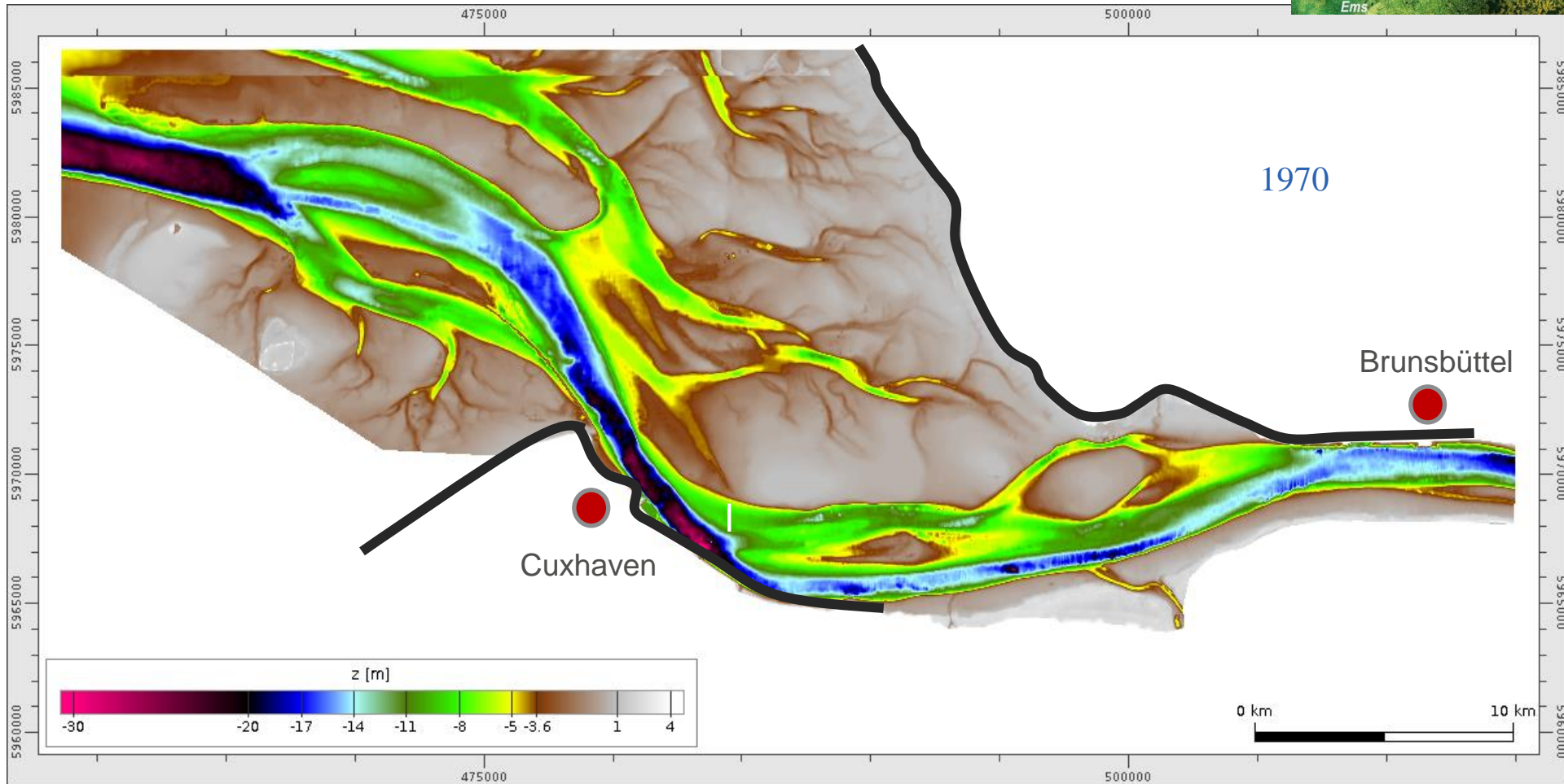
Phänomene - Elbmündung



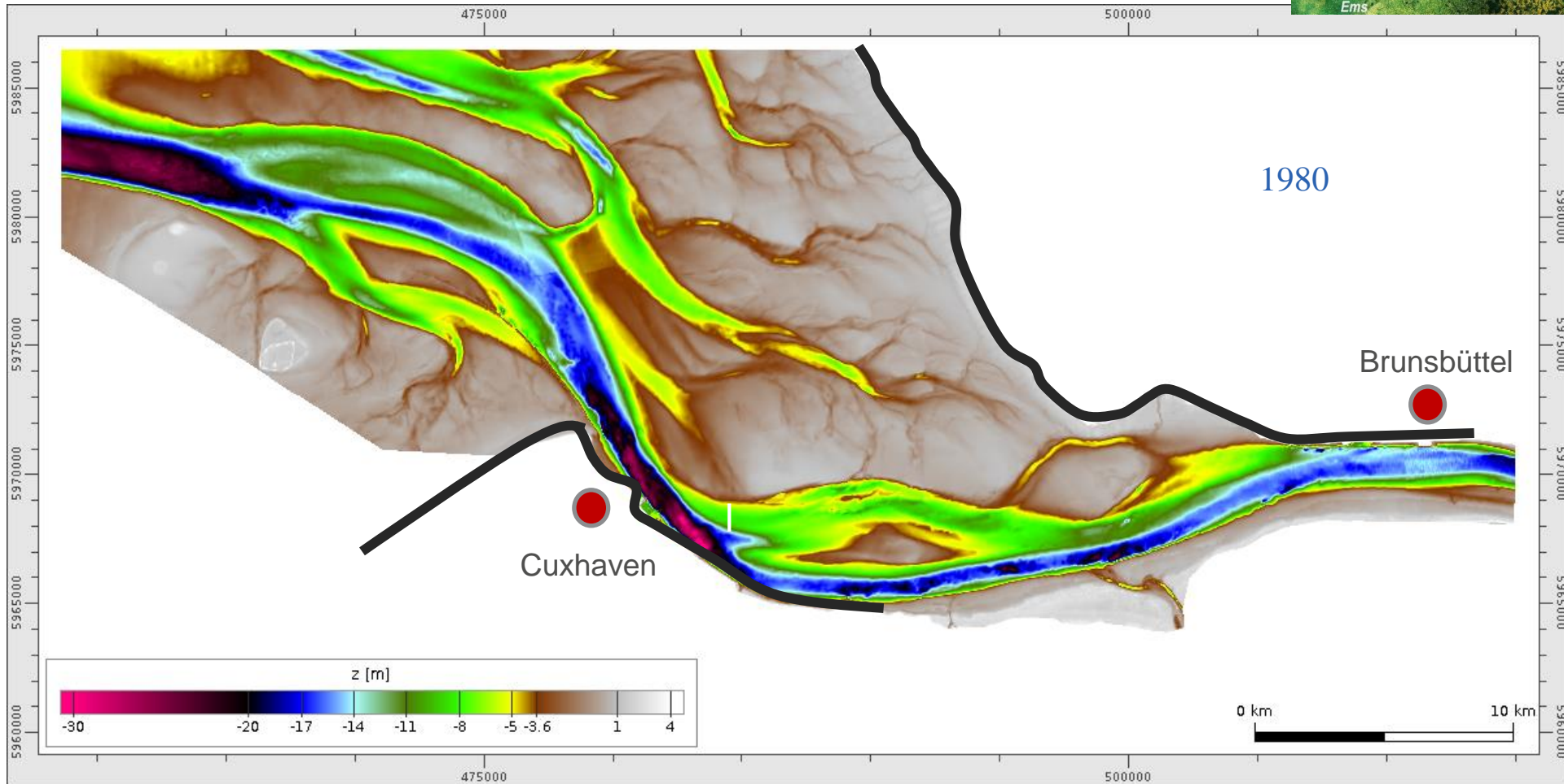
Phänomene - Elbmündung



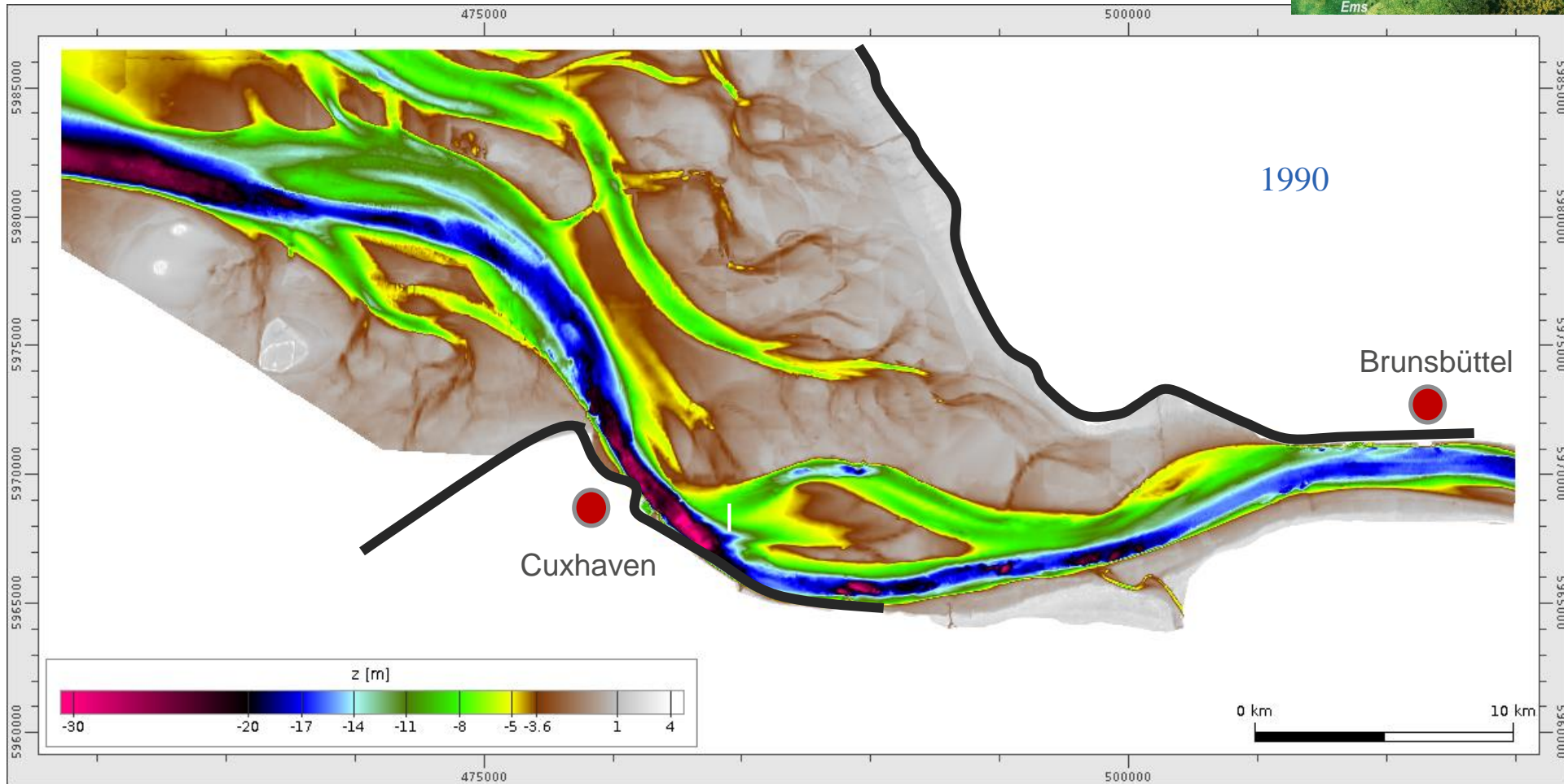
Phänomene - Elbmündung



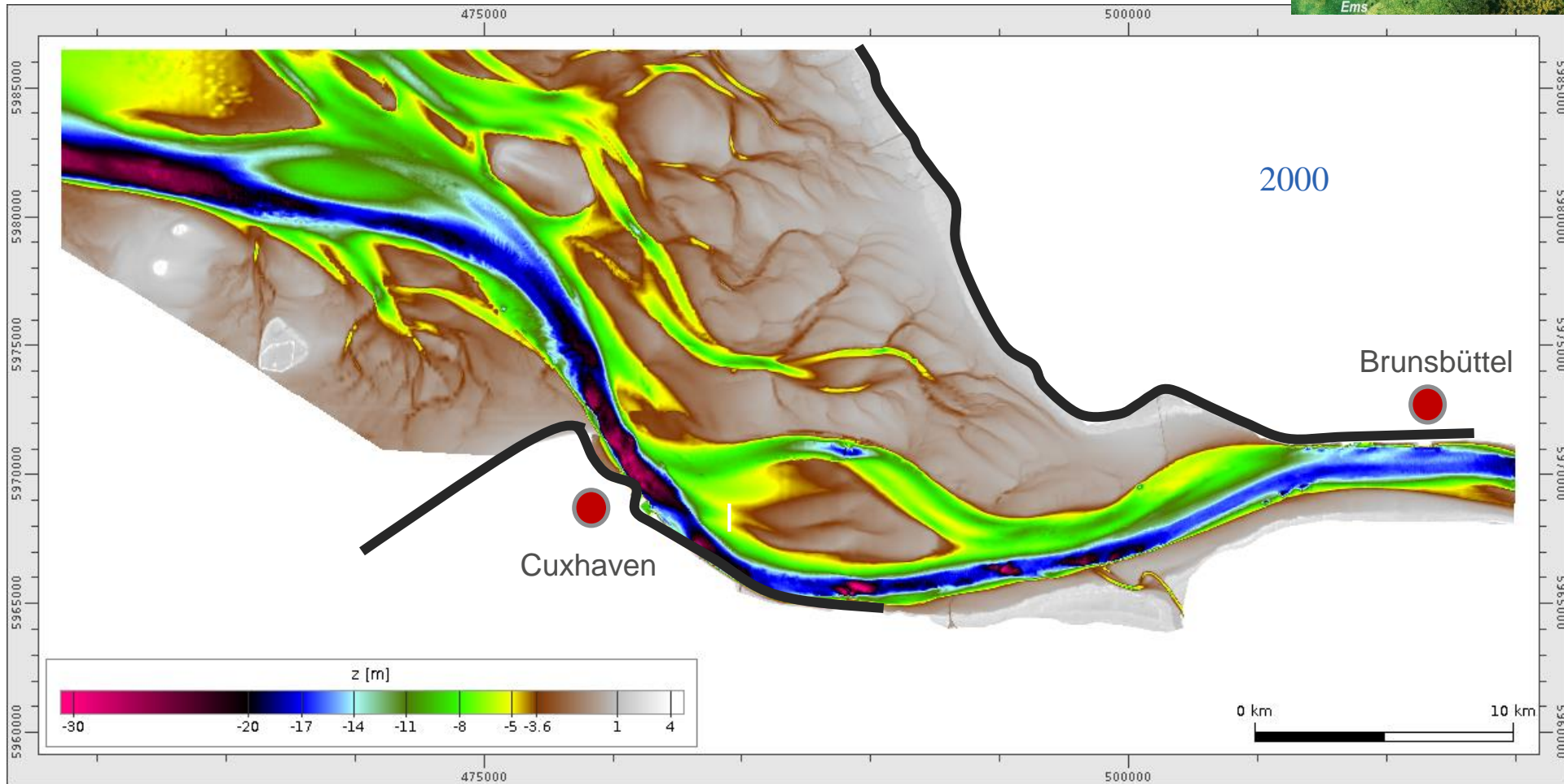
Phänomene - Elbmündung



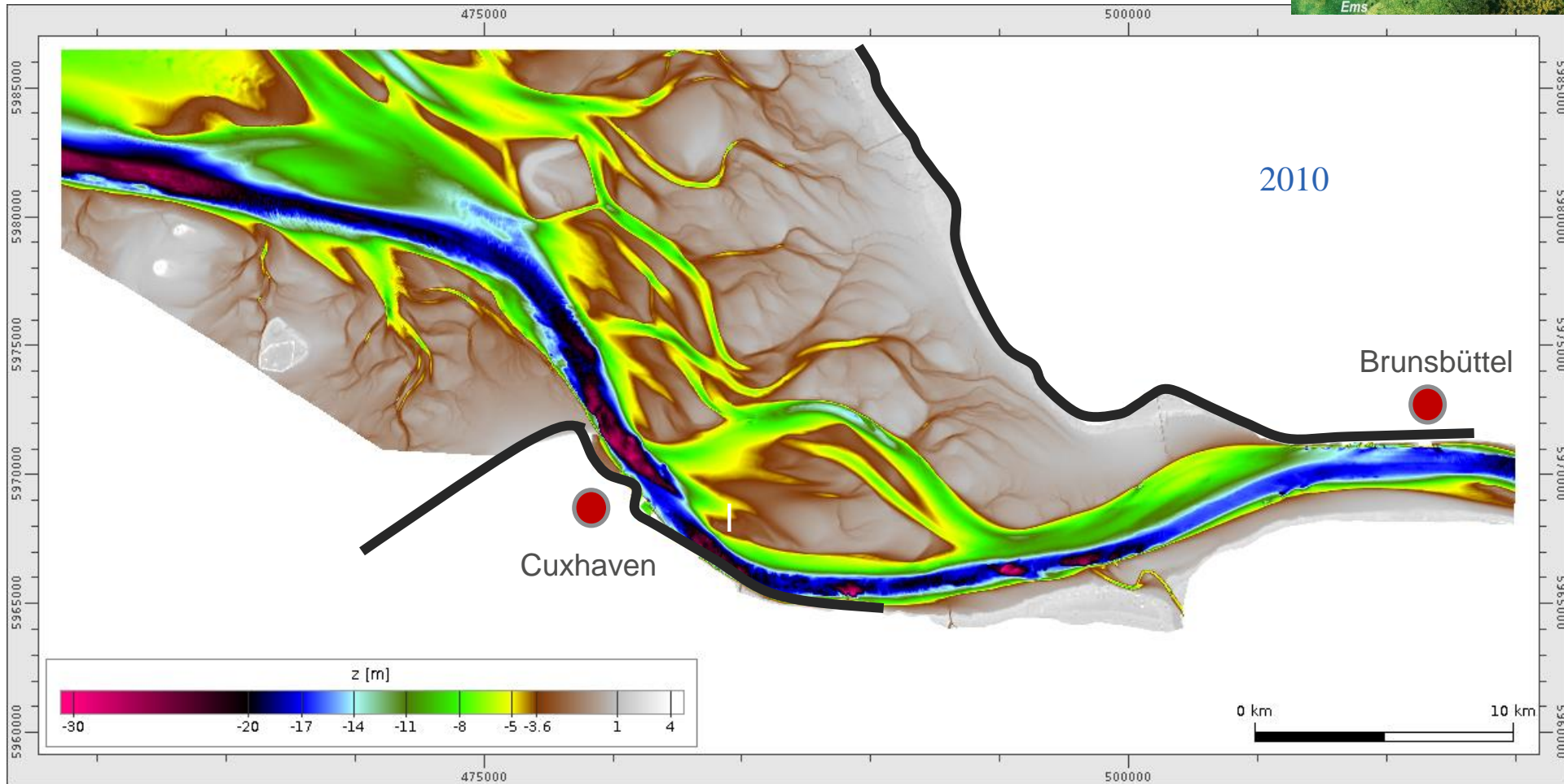
Phänomene - Elbmündung



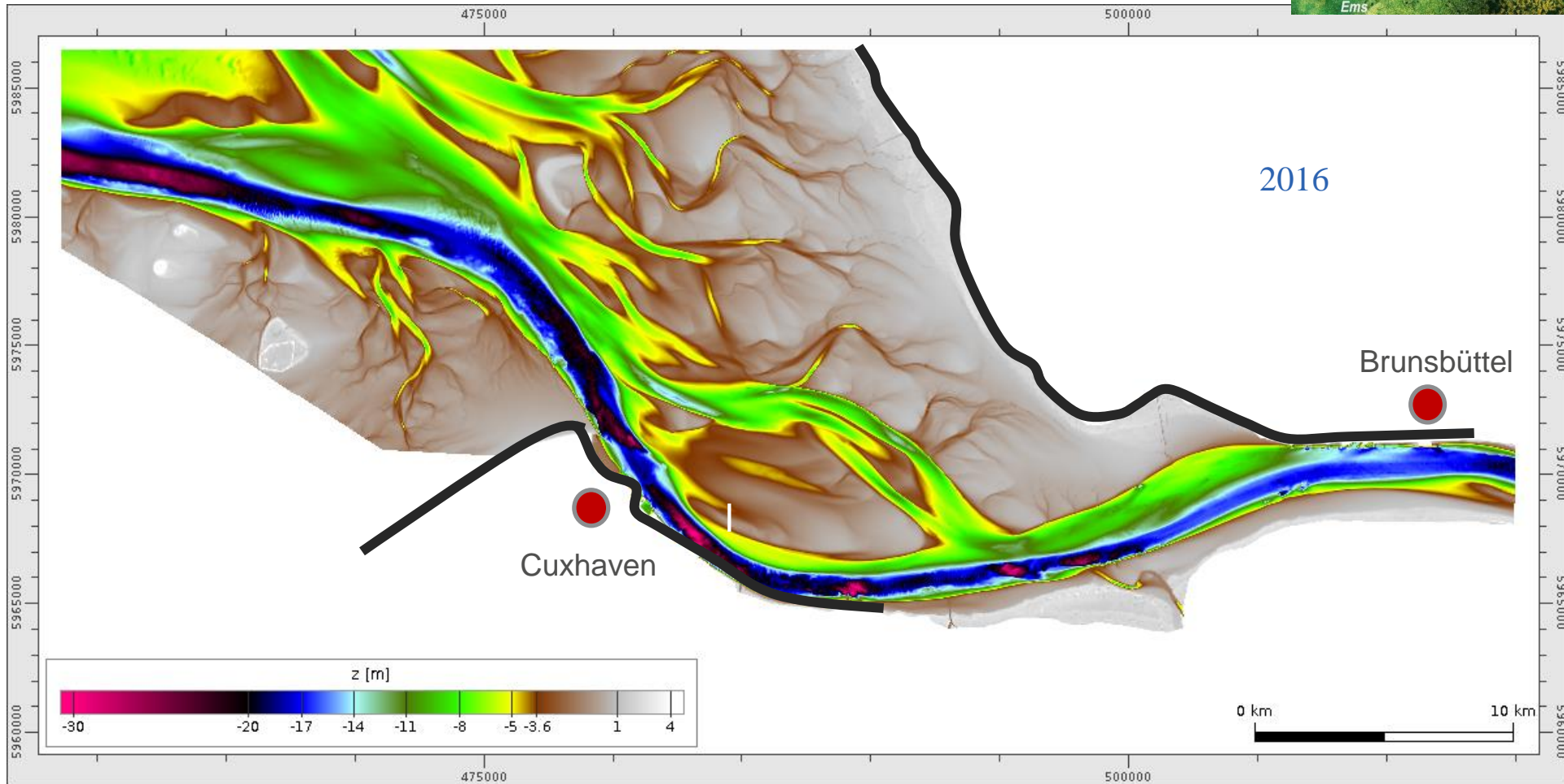
Phänomene - Elbmündung



Phänomene - Elbmündung



Phänomene - Elbmündung



Einflussfaktoren - Systemzustand

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

Strömungen werden angetrieben durch

- das Wasserspiegelgefälle der **Tidewelle**
- den **Oberwasserzufluss**
- unterschiedliche **Fluiddichte** (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.

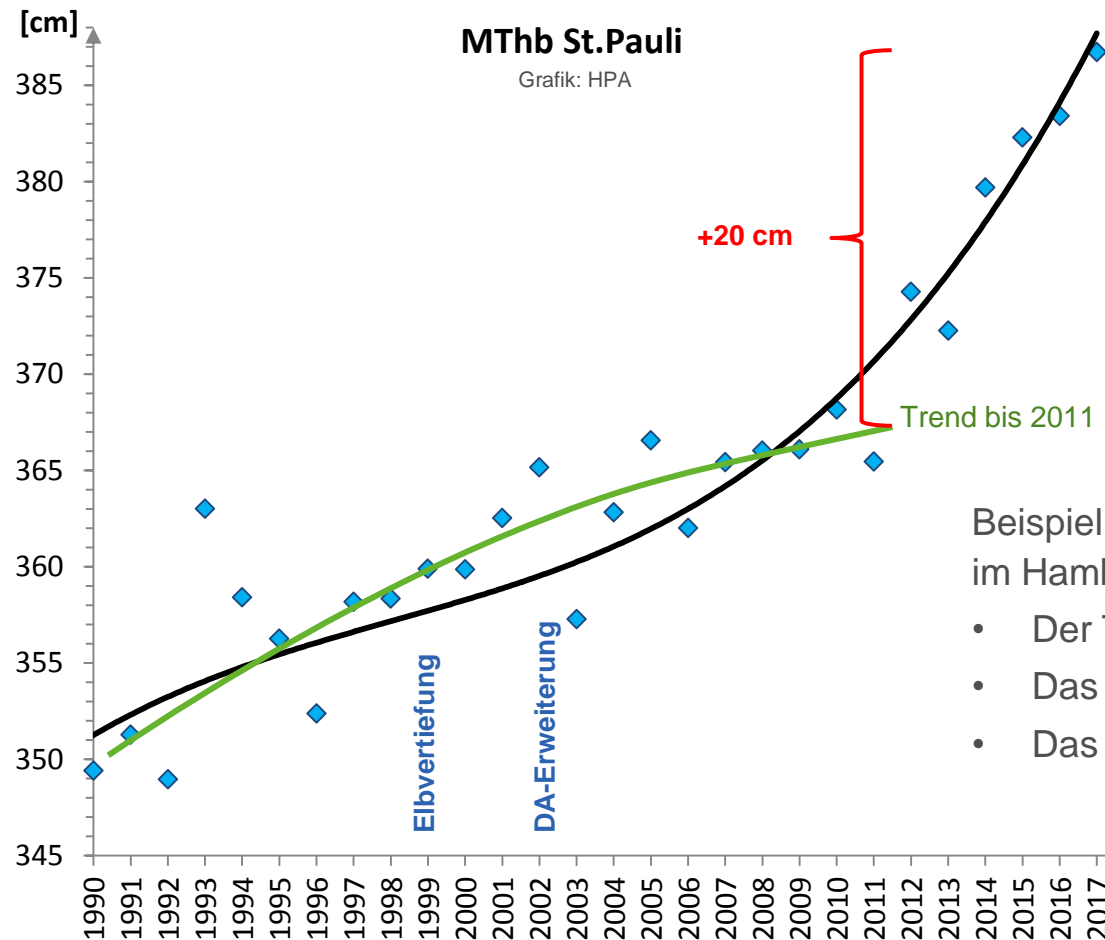
Der Stofftransport verändert die **Habitate** der Tideelbe.

Aufgabenstellung

1. Wie ist der starke Tidenhubanstieg seit 2011 zu erklären? Wohin wird die jetzige Entwicklung des Tidegeschehens führen, welche Entwicklung ist zukünftig zu erwarten?
2. Inwieweit gibt es an der Elbe bereits sich selbst verstärkende Prozesse, wie an der Ems?
3. Mit welchen Methoden und Ansätzen werden bei der Bewertung von Systemveränderungen die Auswirkungen wasserbaulicher Einflussfaktoren von den natürlichen Einflussfaktoren und Phänomenen unterschieden?
4. Wie wird sich die geplante Elbvertiefung auf die Prozesse auswirken?
5. Wohin führt das heutige Sedimentmanagement?

Wie ist der starke Tidenhubanstieg seit 2011 zu erklären?

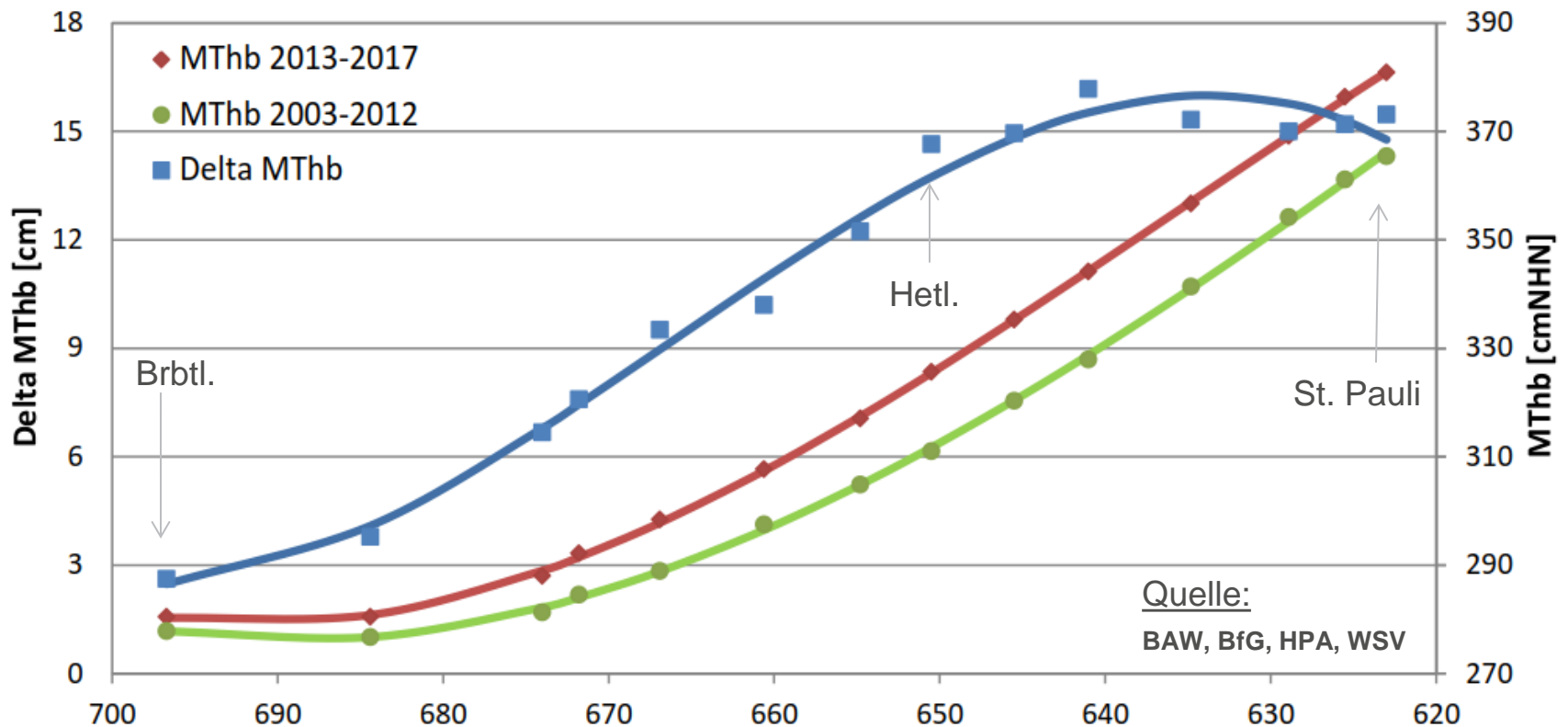
Tidehubentwicklung am Pegel St. Pauli



Beispiel der Veränderung der Wasserstände im Hamburger Bereich:

- Der Tidehub hat zugenommen.
- Das Tidehochwasser läuft gering höher auf.
- Das Tideniedrigwasser ist stark gefallen.

Wie ist der starke Tidenhubanstieg seit 2011 zu erklären?



Geringere Energiedissipation in der Unterelbe.

Wie ist der starke Tidenhubanstieg seit 2011 zu erklären?

Ursache der geringeren Energiedissipation ?

- Abschnittsweise Anreicherung des Sohlsediments mit schluffigem Material führte zu einer reduzierten Sohlrauheit.
- ...

Zu beachten sind jedoch auch Effekte wie z.B. Phasenverschiebung der Partialtiden durch topographische Veränderungen im Mündungsbereich.

Wohin wird die jetzige Entwicklung des Tidegeschehens führen, welche Entwicklung ist zukünftig zu erwarten?

Für die Wasserstände gilt:

Derzeit gibt es keine belastbaren Erkenntnisse, dass die beobachtete Entwicklung des Tidegeschehens einen irreversiblen Trend aufweist.

Für die Trübung gilt:

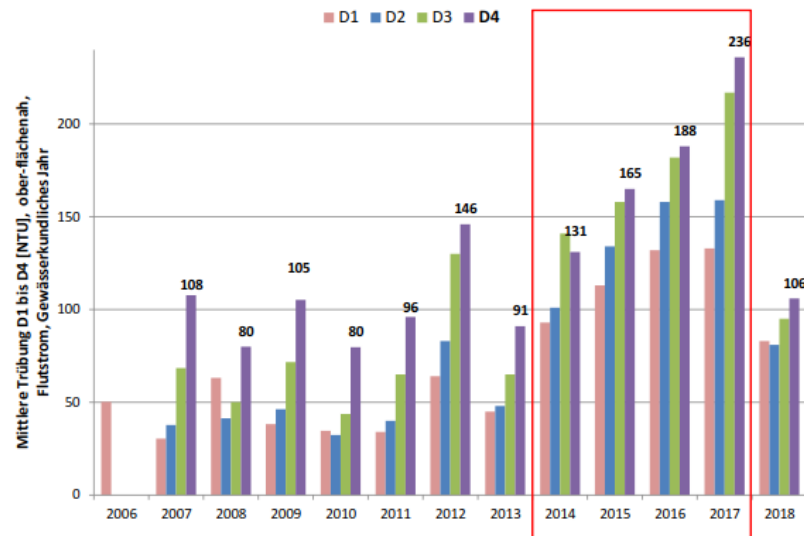
Die gemessene hohe Trübung der Jahre 2014 – 2017 ist deutlich zurückgegangen.

Zukünftige Entwicklung:

Abhängig vom Oberwasser, Morphodynamik im Mündungsbereich und adaptivem Sedimentmanagement.

Wir machen Schifffahrt möglich.

Sedimentmanagement Juelssand bis Wedel – Aktuelle Entwicklung der Trübung/Schwebstoffgehalte



Mittlere Jahreswerte der Trübung an den Dauermessstationen D1 (Wedel) bis D4 (Rhinplate) der WSV
(Berücksichtigung Messdaten bis 10.10.18, Mittelwerte oberflächennahe Messung, Flutstrom;
Zahlenwerte = mittlere Jahreswerte an der Messstation D4)

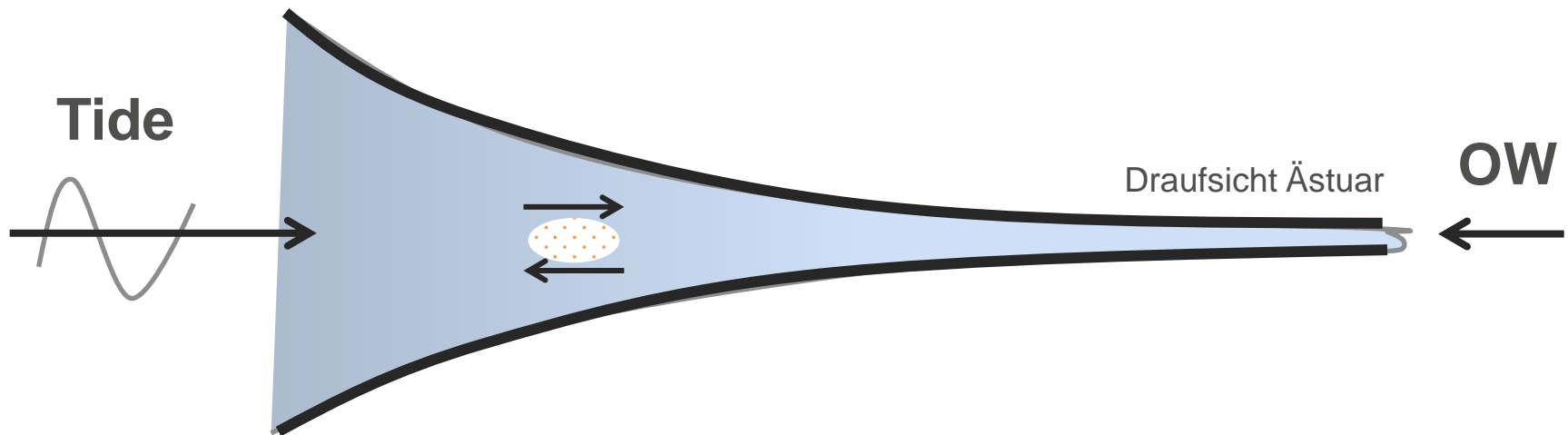
Aufgabenstellung

1. Wie ist der starke Tidenhubanstieg seit 2011 zu erklären? Wohin wird die jetzige Entwicklung des Tidegeschehens führen, welche Entwicklung ist zukünftig zu erwarten?
2. Inwieweit gibt es an der Elbe bereits sich selbst verstärkende Prozesse, wie an der Ems?
3. Mit welchen Methoden und Ansätzen werden bei der Bewertung von Systemveränderungen die Auswirkungen wasserbaulicher Einflussfaktoren von den natürlichen Einflussfaktoren und Phänomenen unterschieden?
4. Wie wird sich die geplante Elbvertiefung auf die Prozesse auswirken?
5. Wohin führt das heutige Sedimentmanagement?

Inwieweit gibt es an der Elbe bereits sich selbst verstärkende Prozesse, wie an der Ems?

Hydromorphologisches Gleichgewicht

(dynamisches Gleichgewicht – kein statisches Gleichgewicht)



Das derzeitige Hydromorphologische Gleichgewicht wird im Wesentlichen beeinflusst durch:

- Morphodynamik (natürlich / anthropogen)
- Oberwasser / Meeresspiegelanstieg
- Sedimentmanagement

Inwieweit gibt es an der Elbe bereits sich selbst verstärkende Prozesse, wie an der Ems?

- Der Ausbau der Fahrrinne, der Hafenbau und der intensive Küstenschutz haben zu einem anthropogen beeinflussten Ästuar geführt.
- Durch den hohen Ausbaugrad des Ästuars (Ausbau, Strombau Hafenbau, Küstenschutz) ist das natürliche hydromorphologische dynamische Gleichgewicht des Ästuars seit ca. 200 Jahren gestört.
- Die Folge sind unverzichtbare Unterhaltungsbaggerungen in der Fahrrinne für die Aufrechterhaltung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schifffahrt.
- Ein modernes Sedimentmanagement, welches sich nicht nur auf die Erhaltung der Fahrrinntiefen fokussiert, sondern Baggertechnik und ökologische wie hydromorphologische Belange mit berücksichtigt, ist ein maßgeblicher Beitrag zur Verhinderung sich selbst verstärkender Prozesse. Dies ist ein belastbares Ergebnis zahlreicher Untersuchungen der BAW/BfG/WSV/HPA.
- Da die Elbe bekanntlich sehr sensitiv auf veränderte Oberwasserverhältnisse reagiert kommt dem Monitoring und dem Sedimentmanagement eine hohe Bedeutung zu.

Aufgabenstellung

1. Wie ist der starke Tidenhubanstieg seit 2011 zu erklären? Wohin wird die jetzige Entwicklung des Tidegeschehens führen, welche Entwicklung ist zukünftig zu erwarten?
2. Inwieweit gibt es an der Elbe bereits sich selbst verstärkende Prozesse, wie an der Ems?
3. Mit welchen Methoden und Ansätzen werden bei der Bewertung von Systemveränderungen die Auswirkungen wasserbaulicher Einflussfaktoren von den natürlichen Einflussfaktoren und Phänomenen unterschieden?
4. Wie wird sich die geplante Elbvertiefung auf die Prozesse auswirken?
5. Wohin führt das heutige Sedimentmanagement?

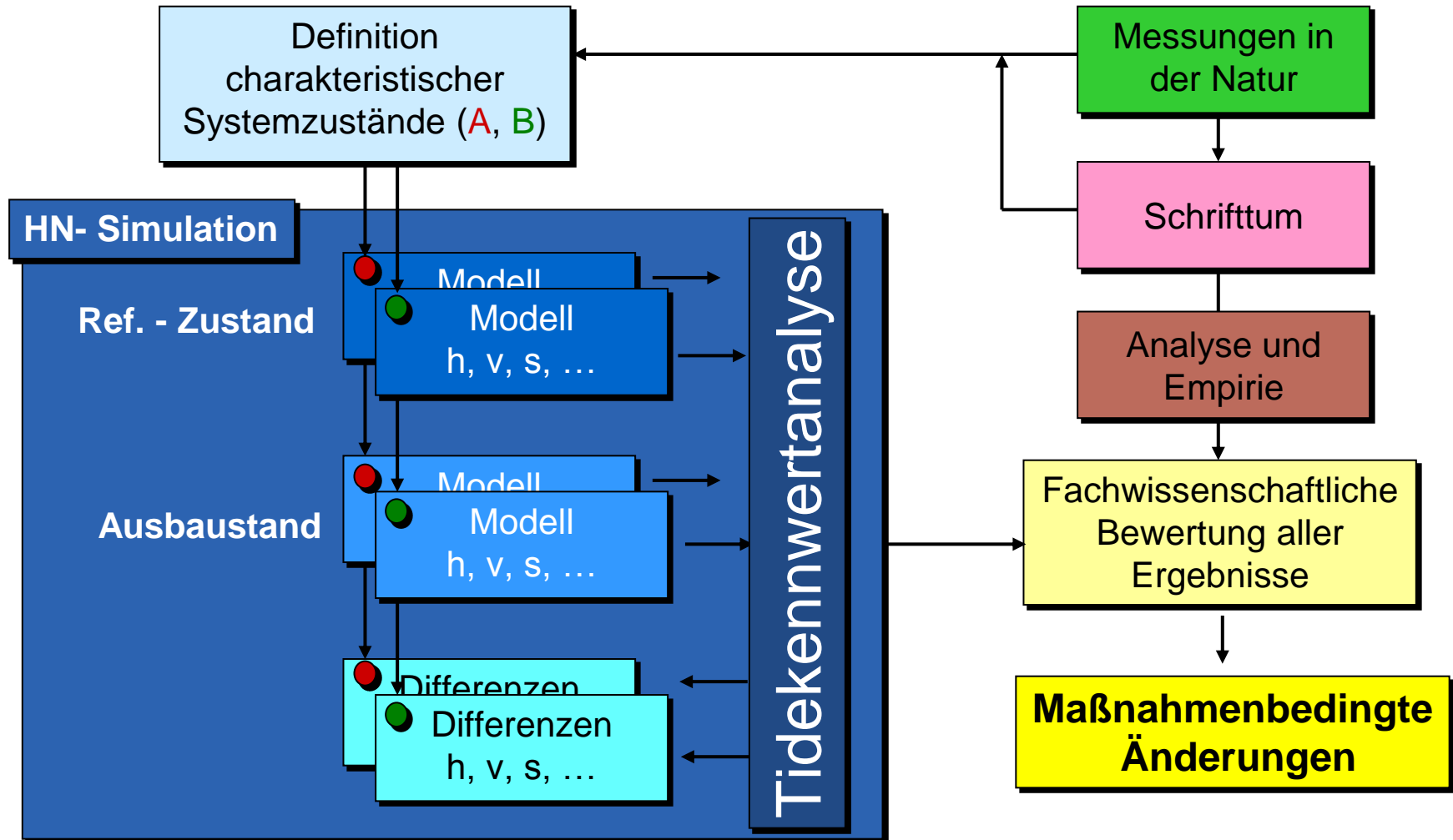
Mit welchen Methoden und Ansätzen werden bei der Bewertung von Systemveränderungen die Auswirkungen wasserbaulicher Einflussfaktoren von den natürlichen Einflussfaktoren und Phänomenen unterschieden?

Wasserbauliche Systemanalyse:

Analyse und fachwissenschaftliche Bewertung von

- Beweissicherungsmessungen
- gewässerkundlichen Messungen
- Schrifttum
- Ergebnisse aus exakten und empirischen Verfahren
- Simulationen und Sensitivitätsstudien zur Quantifizierung und Nachweisführung

Mit welchen Methoden und Ansätzen werden bei der Bewertung von Systemveränderungen die Auswirkungen wasserbaulicher Einflussfaktoren von den natürlichen Einflussfaktoren und Phänomenen unterschieden?



Aufgabenstellung

1. Wie ist der starke Tidenhubanstieg seit 2011 zu erklären? Wohin wird die jetzige Entwicklung des Tidegeschehens führen, welche Entwicklung ist zukünftig zu erwarten?
2. Inwieweit gibt es an der Elbe bereits sich selbst verstärkende Prozesse, wie an der Ems?
3. Mit welchen Methoden und Ansätzen werden bei der Bewertung von Systemveränderungen die Auswirkungen wasserbaulicher Einflussfaktoren von den natürlichen Einflussfaktoren und Phänomenen unterschieden?
4. Wie wird sich die geplante Elbvertiefung auf die Prozesse auswirken?
5. Wohin führt das heutige Sedimentmanagement?

Wie wird sich die geplante Elbvertiefung auf die Prozesse auswirken?

- Die Wirkung der geplanten Fahrrinnenanpassung ist umfassend gutachterlich untersucht worden.
- Die gutachterlichen Aussagen der Wirkungsprognosen sind aufgrund der verwendeten Prognosemethode sehr belastbar (siehe Urteil des BVerwG vom 07.02.2017 zur Klage der Umweltverbände) und gelten auch heute noch.

Aufgabenstellung

1. Wie ist der starke Tidenhubanstieg seit 2011 zu erklären? Wohin wird die jetzige Entwicklung des Tidegeschehens führen, welche Entwicklung ist zukünftig zu erwarten?
2. Inwieweit gibt es an der Elbe bereits sich selbst verstärkende Prozesse, wie an der Ems?
3. Mit welchen Methoden und Ansätzen werden bei der Bewertung von Systemveränderungen die Auswirkungen wasserbaulicher Einflussfaktoren von den natürlichen Einflussfaktoren und Phänomenen unterschieden?
4. Wie wird sich die geplante Elbvertiefung auf die Prozesse auswirken?
5. Wohin führt das heutige Sedimentmanagement?

Wohin führt das heutige Sedimentmanagement?

- BAW/BfG empfehlen ein adaptives Sedimentmanagement (besser: Ästuarmanagement), welches sich flexibel an dem jeweils tatsächlich vorherrschenden Systemzustand des Ästuars orientiert.

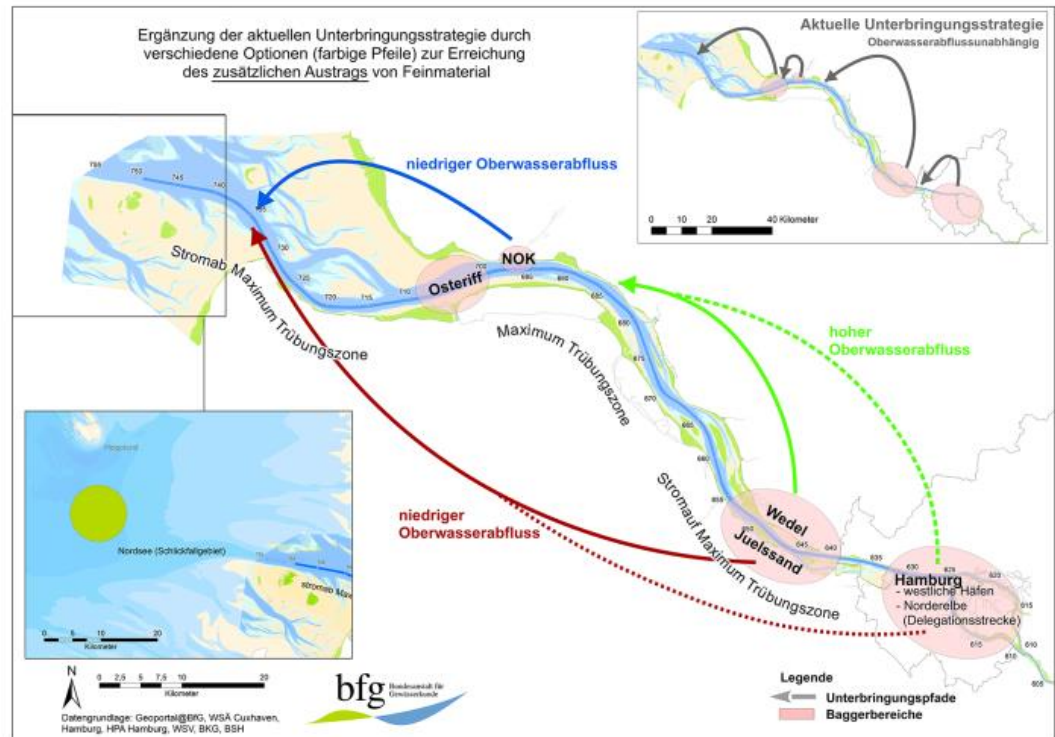


Abbildung 01: Empfohlene Unterhaltungsstrategie: Unterbringungspfade zur Erreichung des zusätzlichen Austrags von Feinmaterial aus dem System Tideelbe (Details siehe Text). Im Fenster rechts oben ist die aktuelle Strategie dargestellt, die grundsätzlich weiterhin bestehen bleibt und durch den zusätzlichen Austrag optimiert wird.

Quelle: Systemstudie II (2014), BAW, BfG, WSV, HPA

Download hier möglich: https://www.bafg.de/DE/08_Ref/U1/02_Projekte/04_Sedimente/systemstudie_tideelbell.html

Zusammenfassung

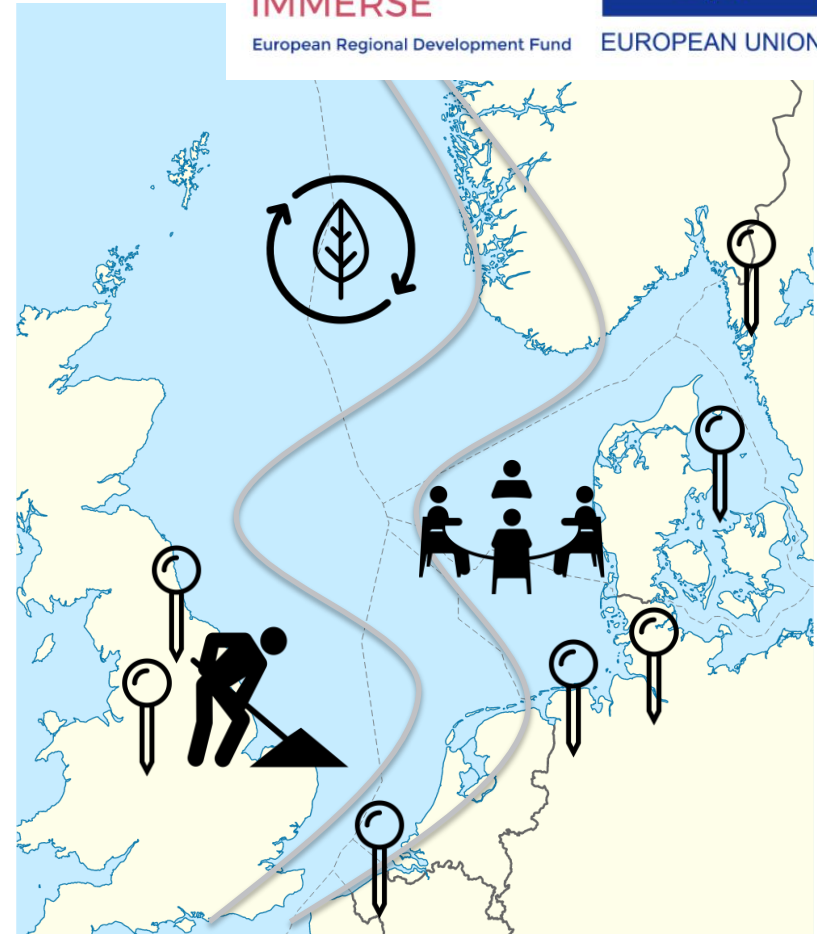
- Seit 200 Jahren werden die Seehafenzufahrten ständig an die Anforderungen des Seeverkehrs angepasst („ausgebaut“).
- Ausbau, Strombau, Hafenbau und Küstenschutzmaßnahmen haben den Lebensraumtyp Ästuar nachhaltig verändert.
- Umweltgesetzgebung ist als Folge des gesellschaftlichen Wertewandels logisch.
- Adaptives Sedimentmanagement ist in den Seehafenzufahrten unverzichtbar.

Interreg
North Sea Region
IMMERSE

European Regional Development Fund



EUROPEAN UNION



11 project partners focus on 7 estuaries
Funding: 3,7 Mio EUR