

8. Deutsches See-und Küstenvogelkolloquium
26.–28.11.2010 in Stralsund

**Der rezente Meeresspiegelanstieg –
Chancen und Risiken für die Küstenüberflutungsräume
in Mecklenburg-Vorpommern**

Reinhard Lampe
Institut für Geographie und Geologie, Universität Greifswald

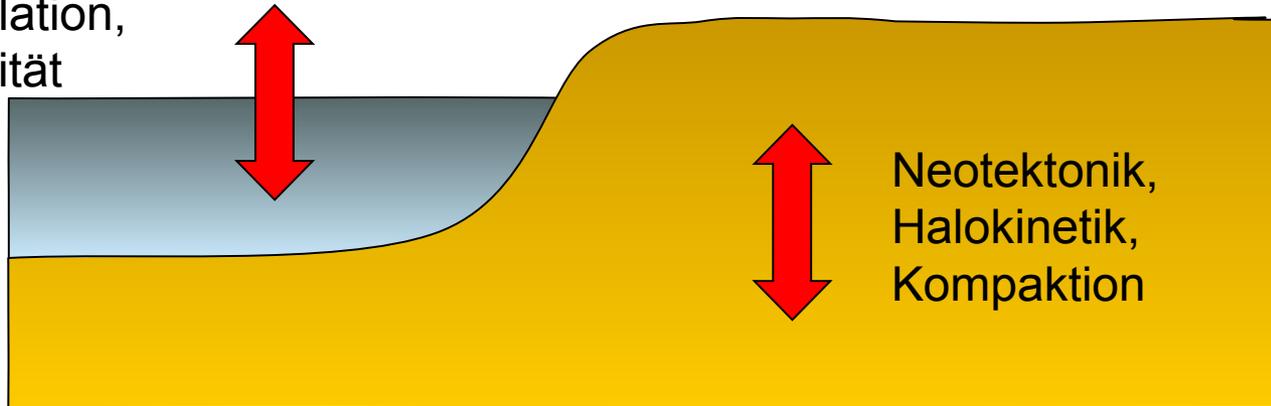
Rainer Holz
Greifswald

Der rezente Meeresspiegelanstieg – Chancen und Risiken für die Küstenüberflutungsräume in Mecklenburg-Vorpommern

1. Welche Faktoren beeinflussen die Lage des Meeresspiegels ?
2. Die Meeresspiegelbewegungen der letzten 8000 Jahre und ihre Folgen
3. Gegenwärtiger Meeresspiegelanstieg
4. Zukünftiger Meeresspiegelanstieg und damit verbundene Risiken
5. Chancen für die Küstenüberflutungsräume ?

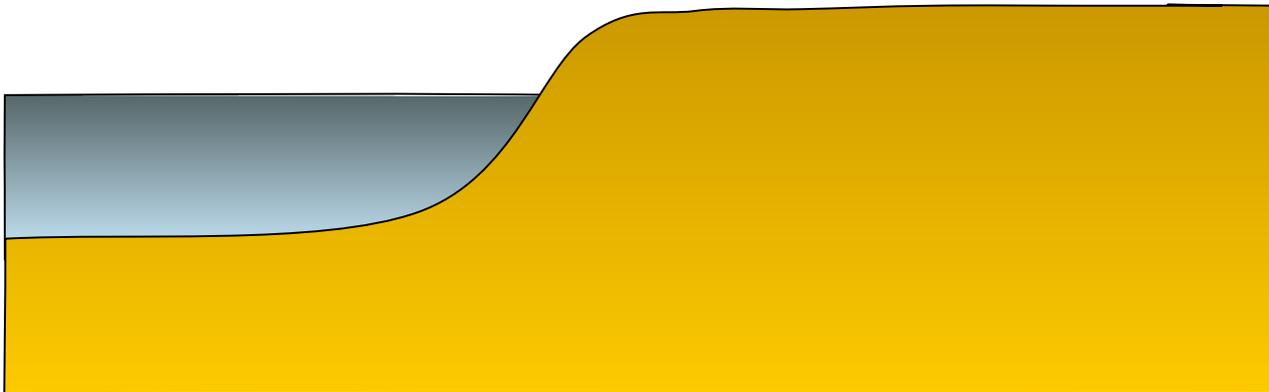
Klimatische, hydrologische und geologische Faktoren

Klima,
Zirkulation,
Salinität



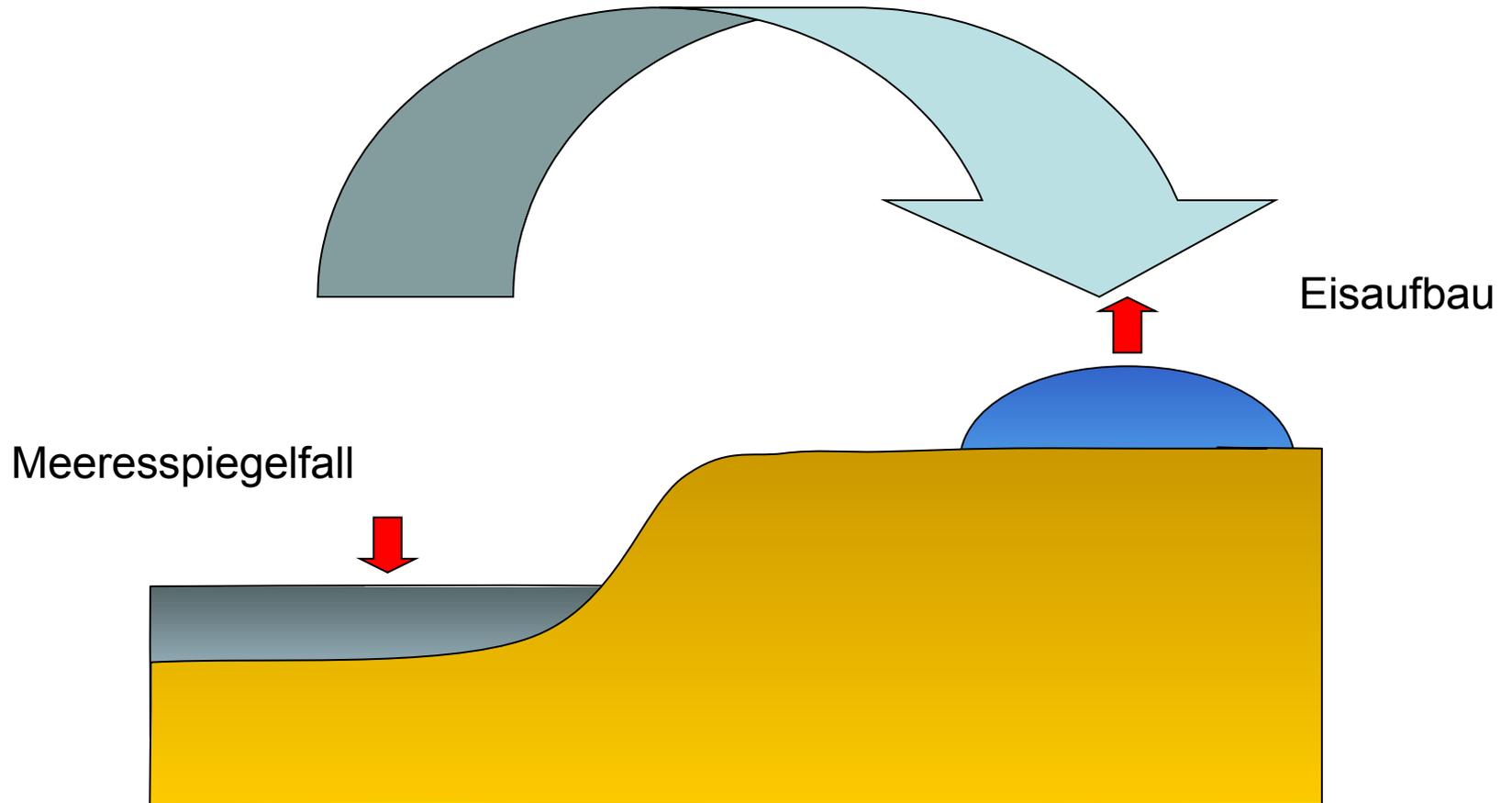
Neotektonik,
Halokinetik,
Kompaktion

Faktoren, die die Lage des Meeresspiegels in ehemals vereisten Gebieten bestimmen

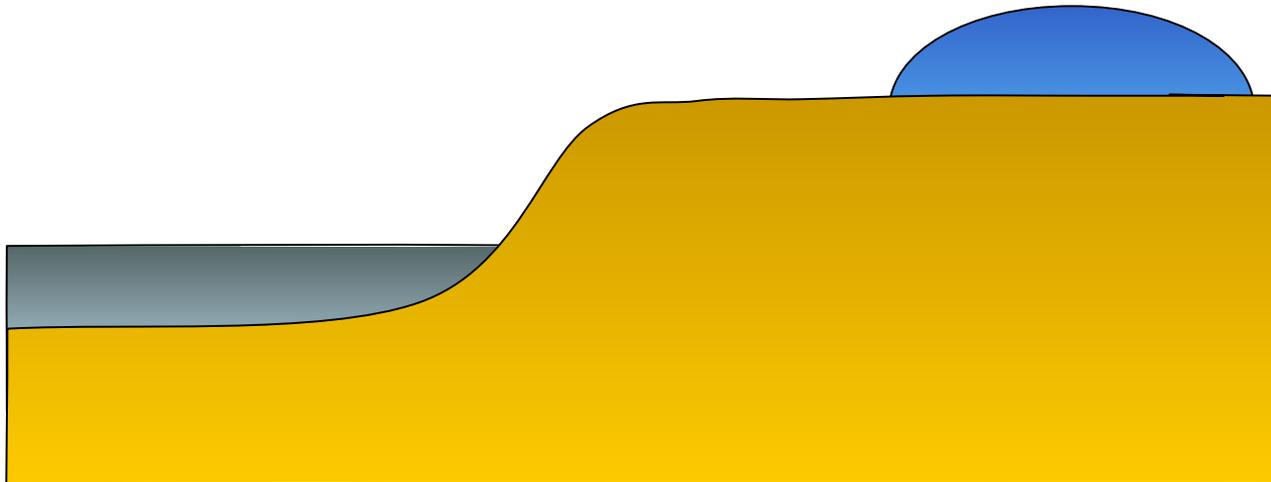


1. Welche Faktoren beeinflussen die Lage des Meeresspiegels ?

Verdunstung – Transport – Niederschlag

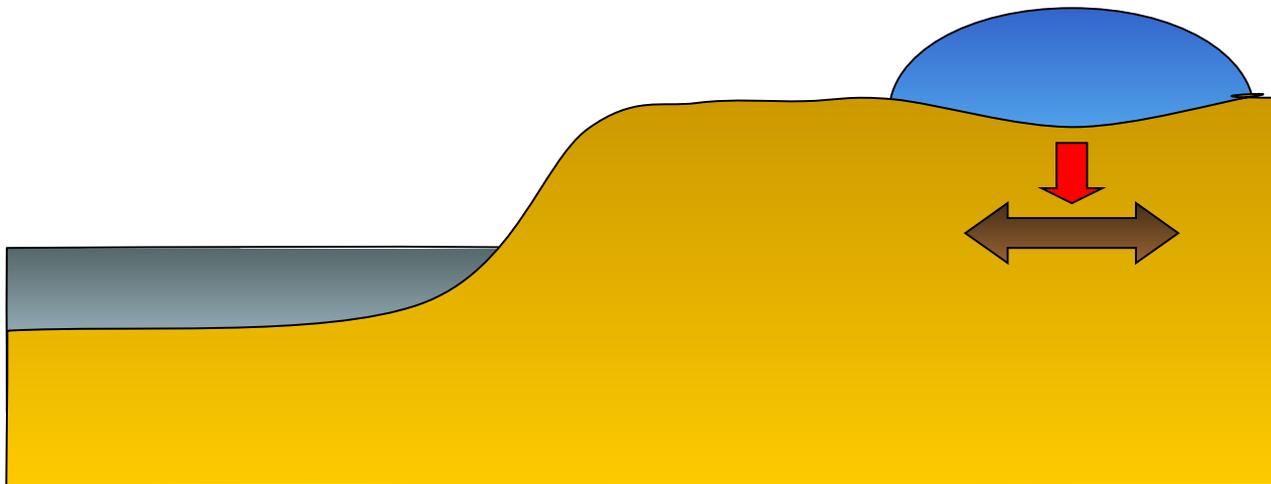


Mit dem Aufbau des Inlandeises verbunden sind ...

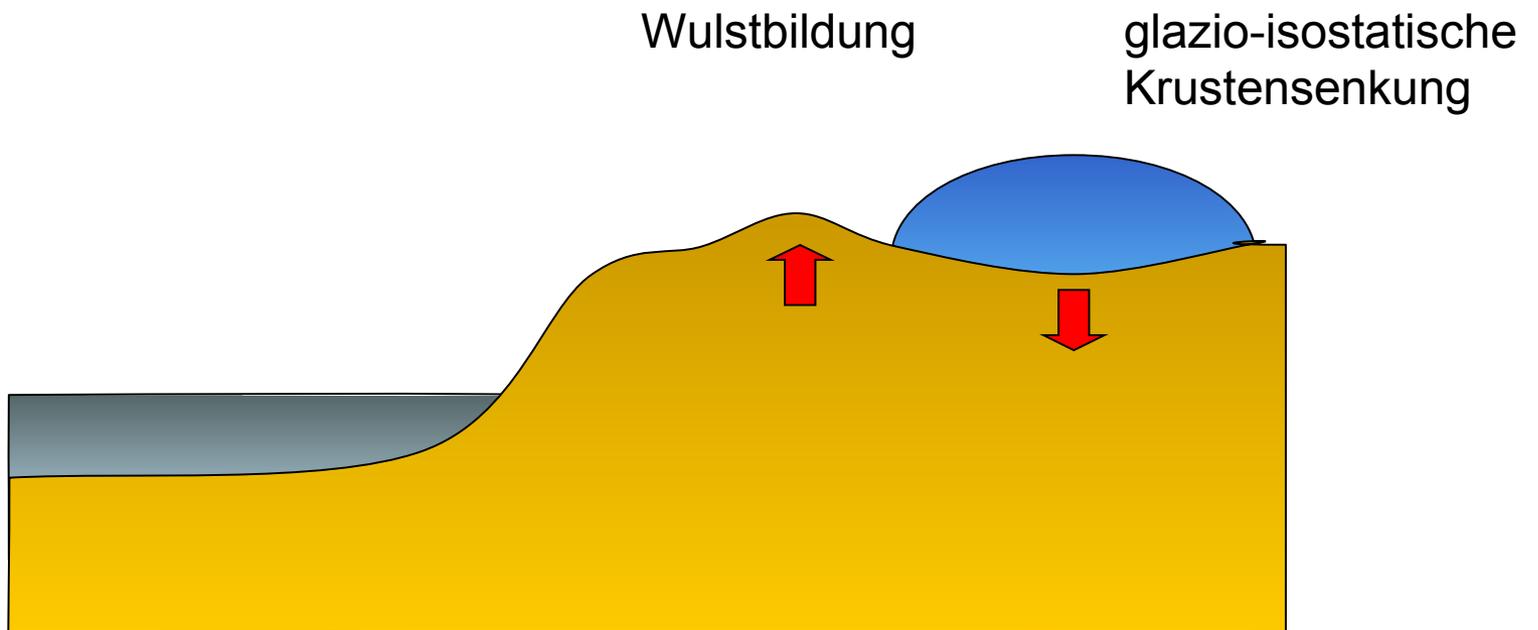


Mit dem Aufbau des Inlandeises verbunden sind ...

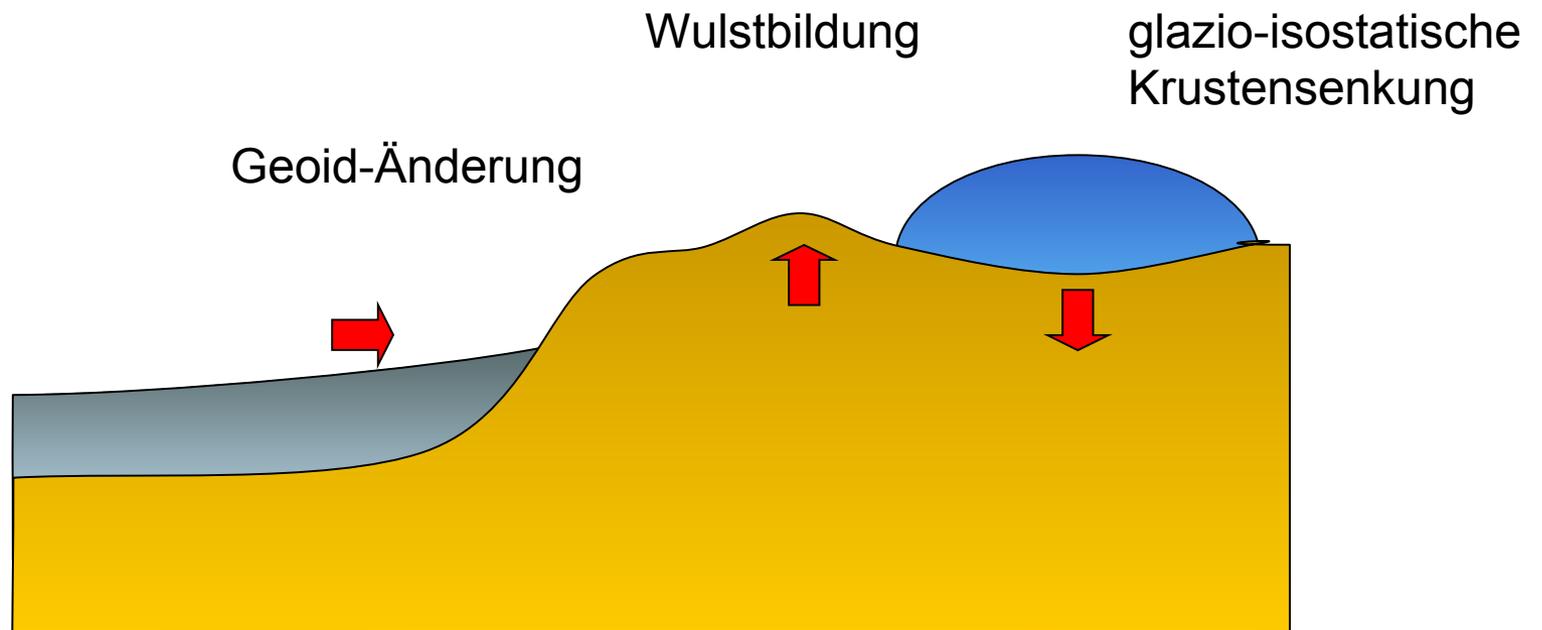
glazio-isostatische
Krustensenkung



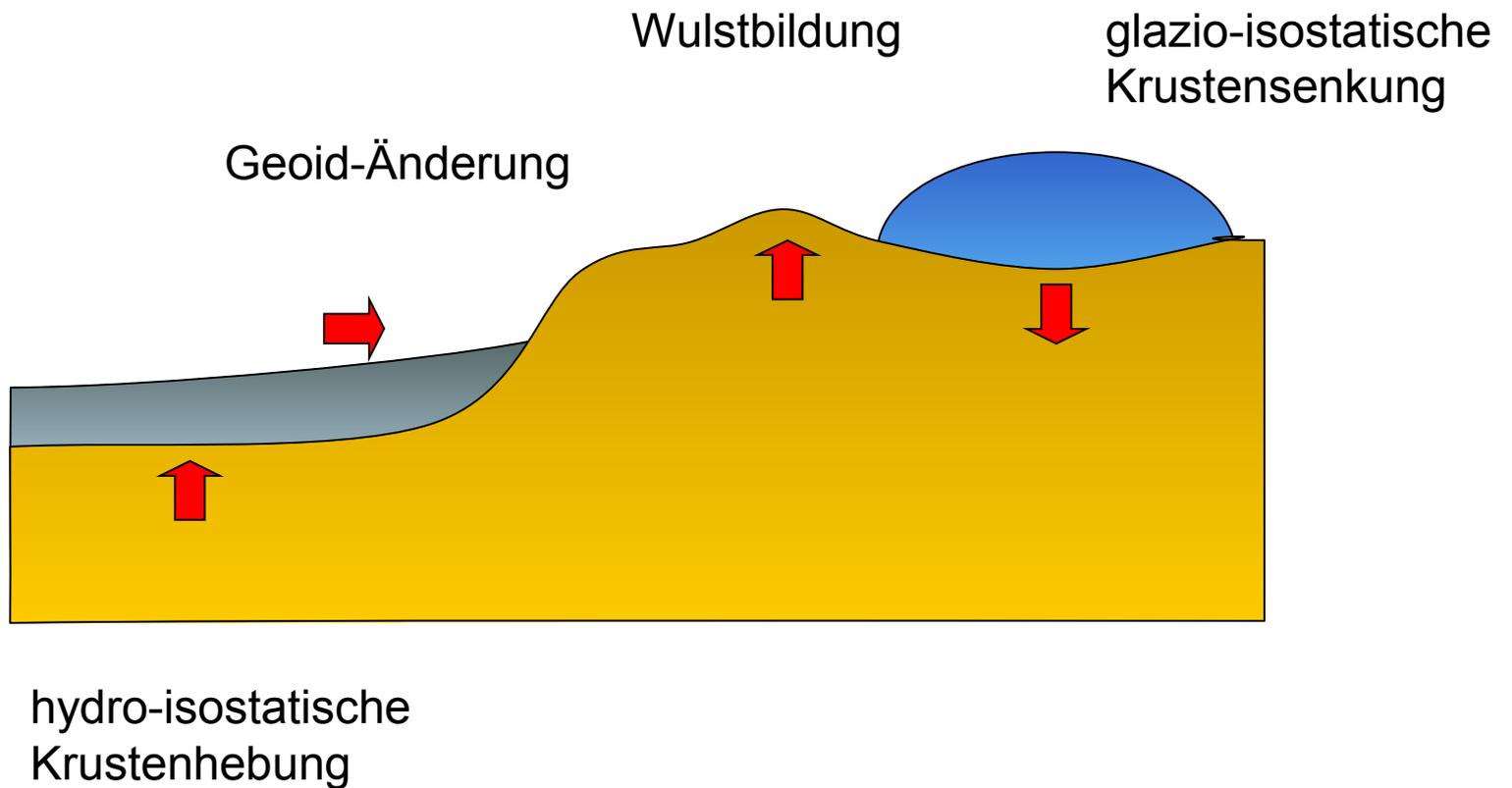
Mit dem Aufbau des Inlandeises verbunden sind ...



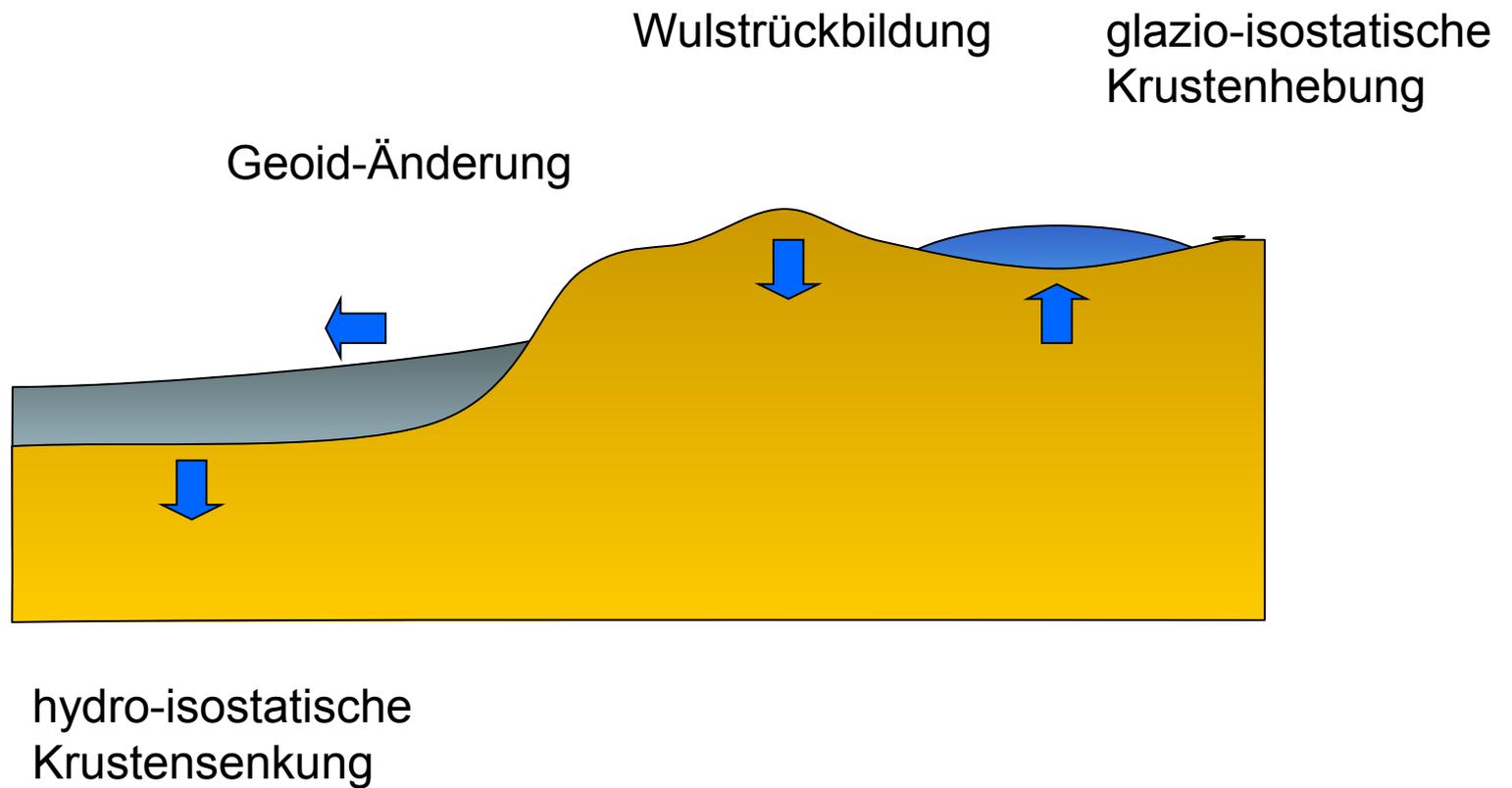
Mit dem Aufbau des Inlandeises verbunden sind ...



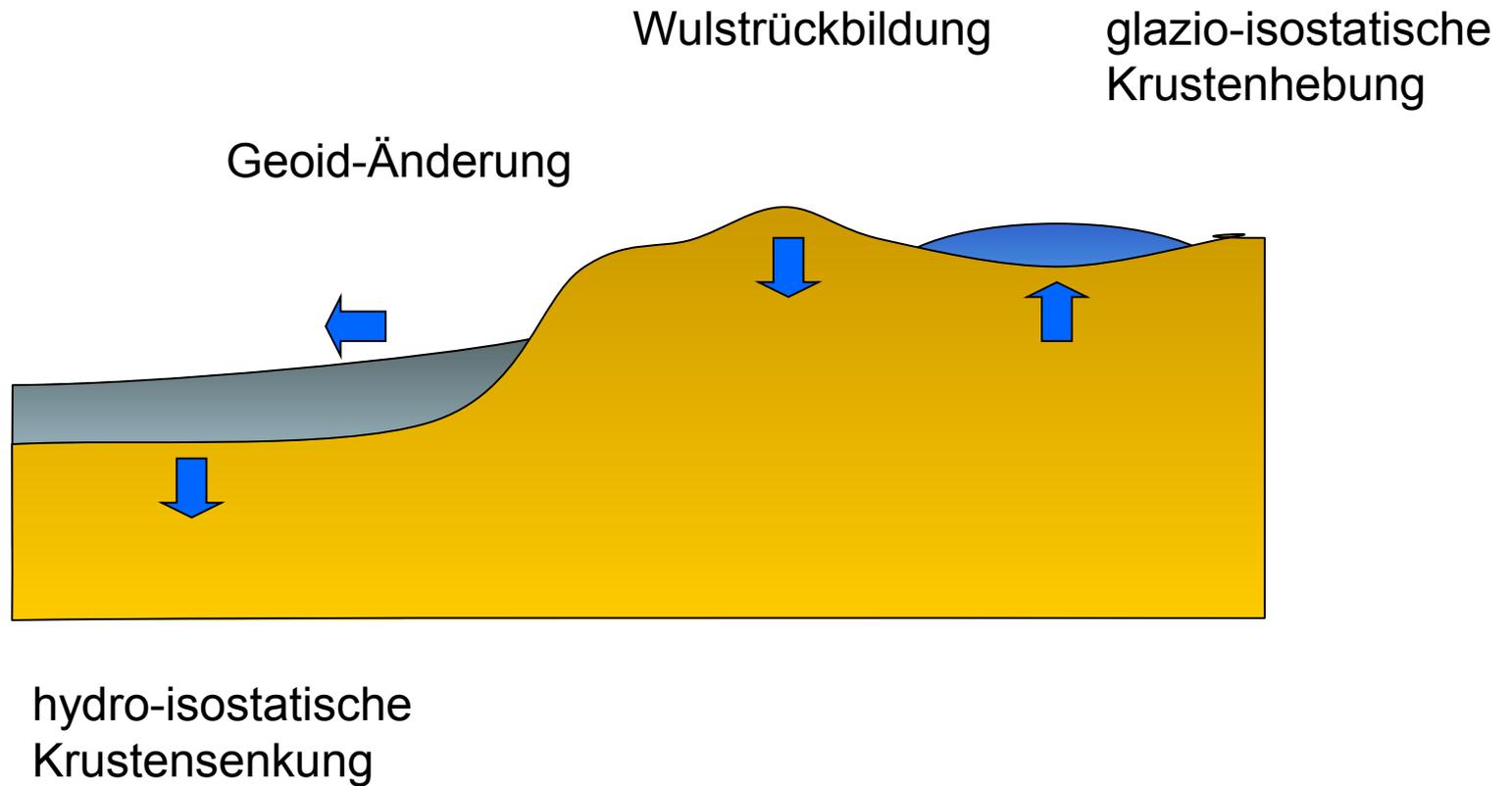
Mit dem Aufbau des Inlandeises verbunden sind ...



Als das Eis schmolz ...



Die den Ausgangszustand wieder herstellenden Prozesse laufen mit unterschiedlicher zeitlicher Verzögerung ab und dauern bis heute an.



Wie groß sind derzeit die langfristig wirkenden Bewegungsanteile ?

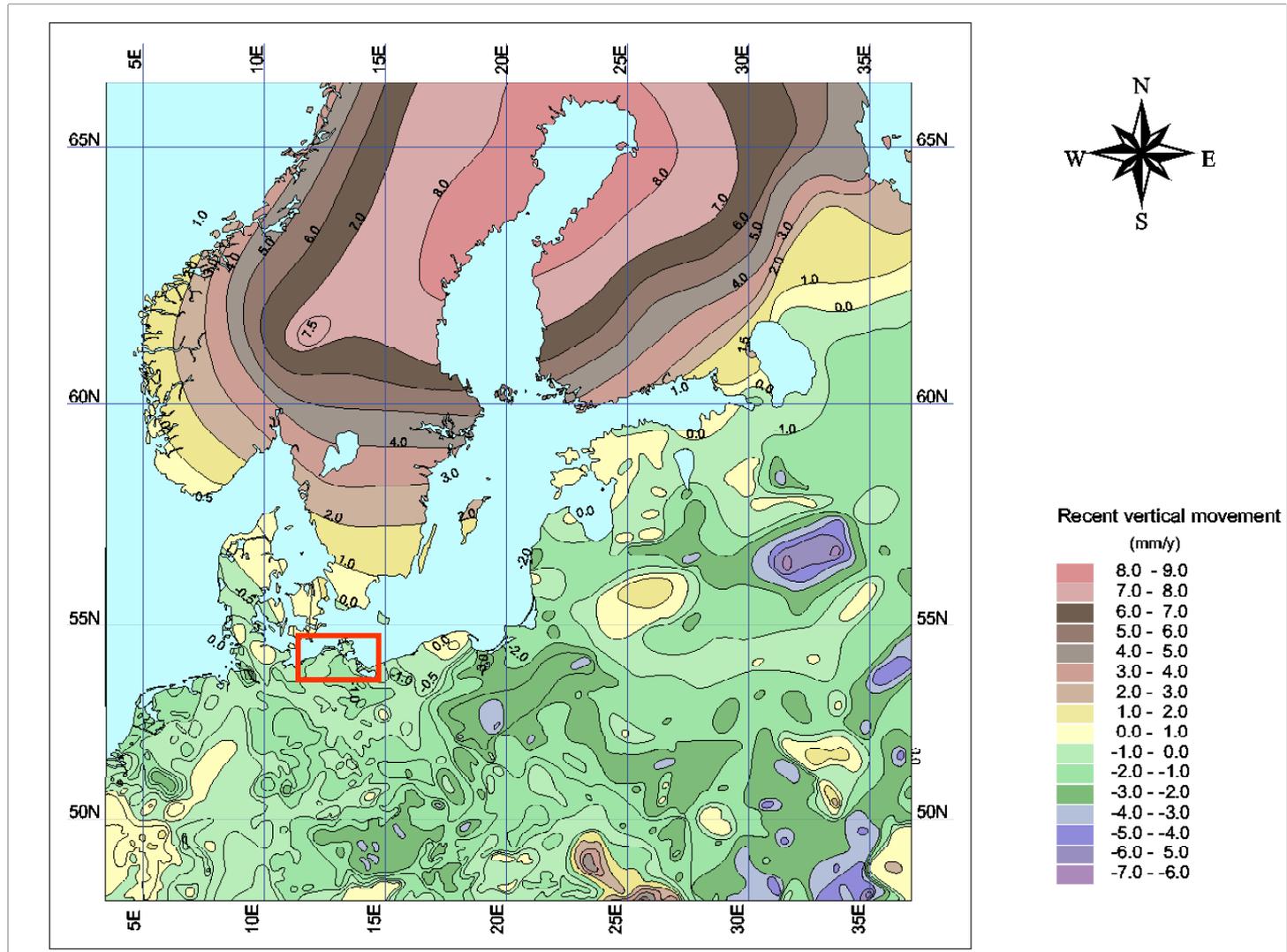
Neotektonik (bei linearer Extrapolation): ca. - 0,003 bis 0,002 mm/a

Hydroisostatische Ausgleichsbewegung: ca. - 0,01 mm/a

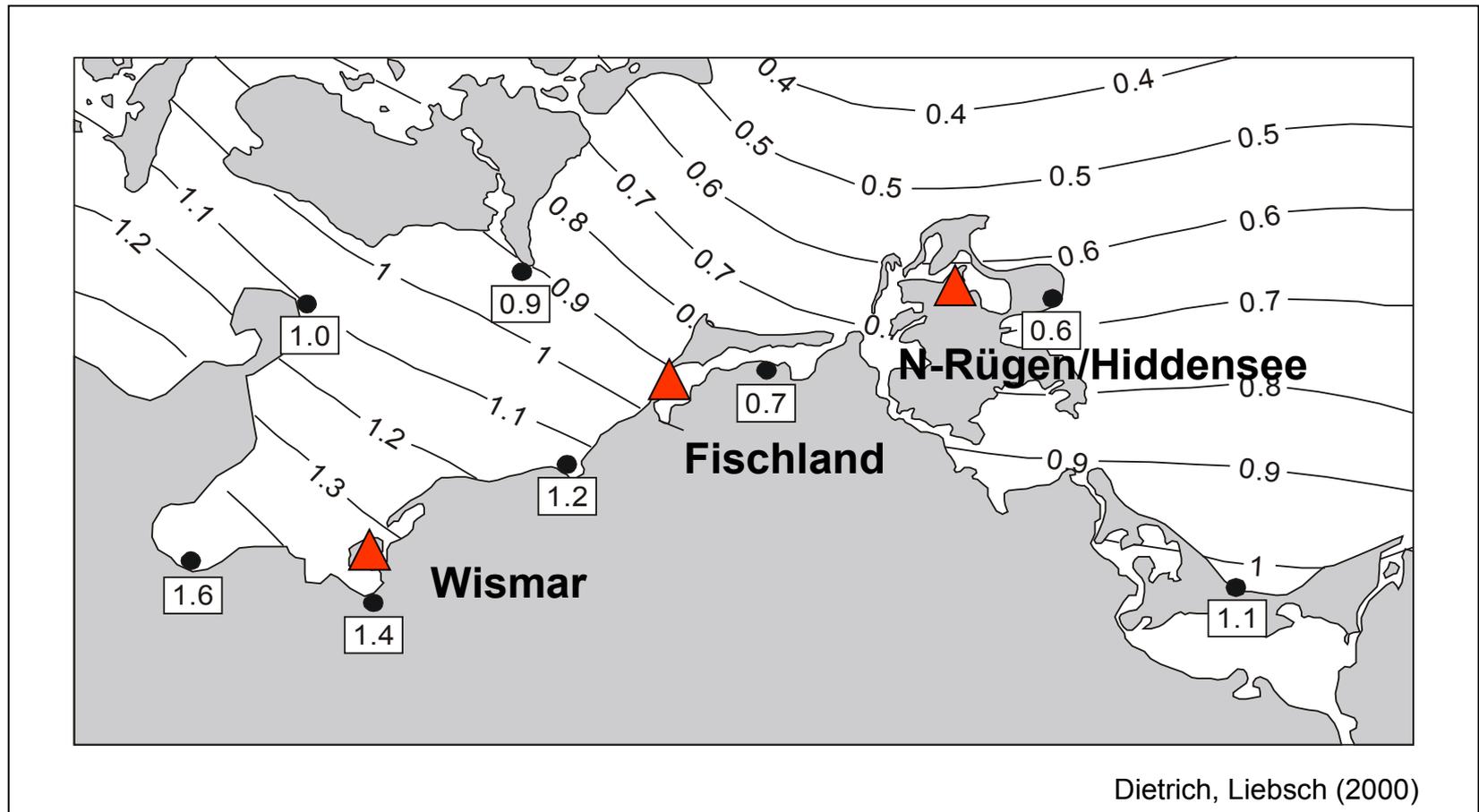
Auswirkungen der Geoid-Änderung: ca. - 0,06 bis -0,11 mm/a

Glazialisostatische Ausgleichsbewegung: ca. - 0,6 bis 6 mm/a

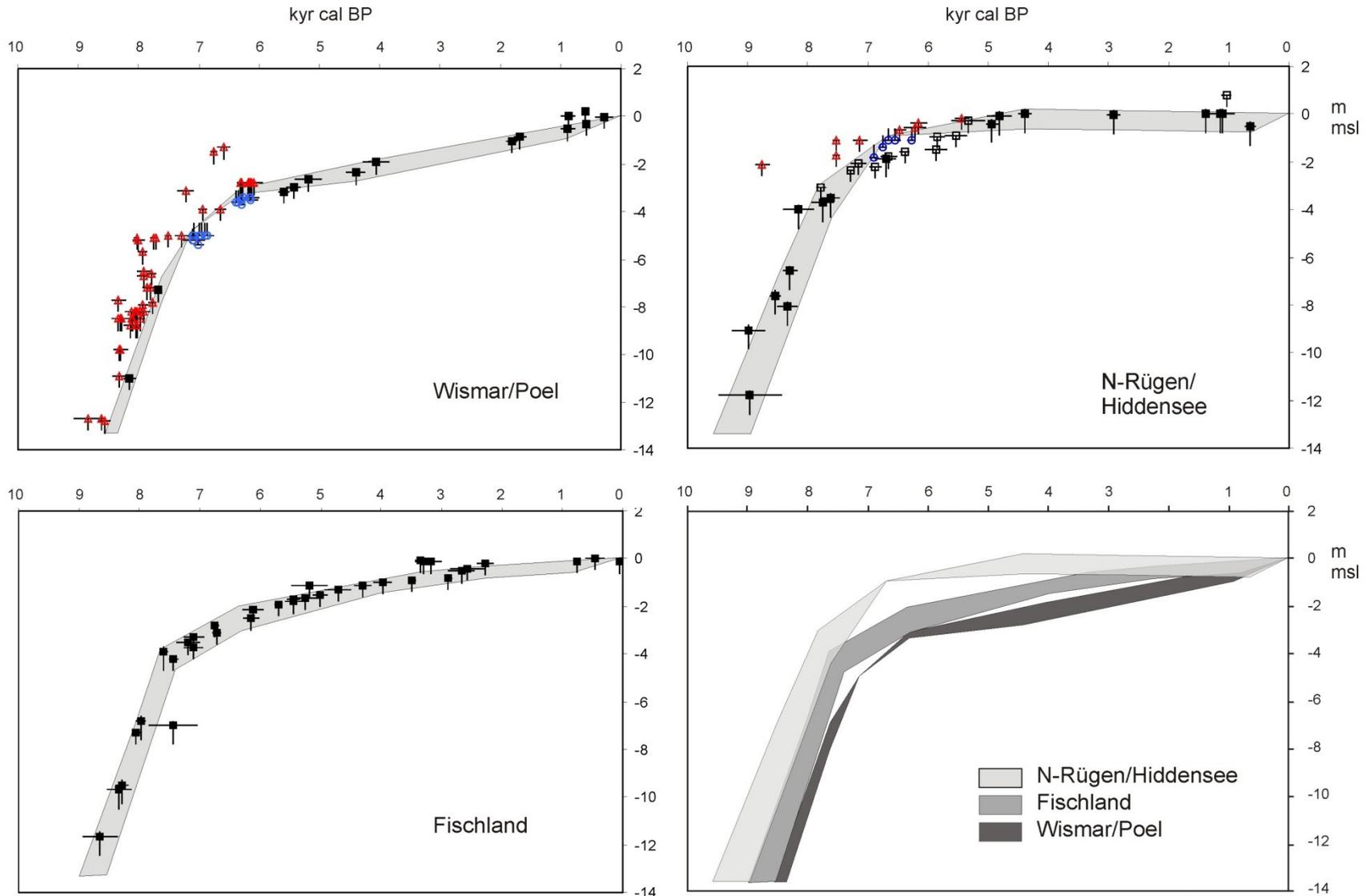
Rezente relative Vertikalbewegung der Erdkruste



Die Lage im Übergangsraum zum skandinavischen Hebungsgebiet führt zu räumlich unterschiedlichen relativen Meeresspiegeländerungen



Vergleich der relativen Meeresspiegelkurven



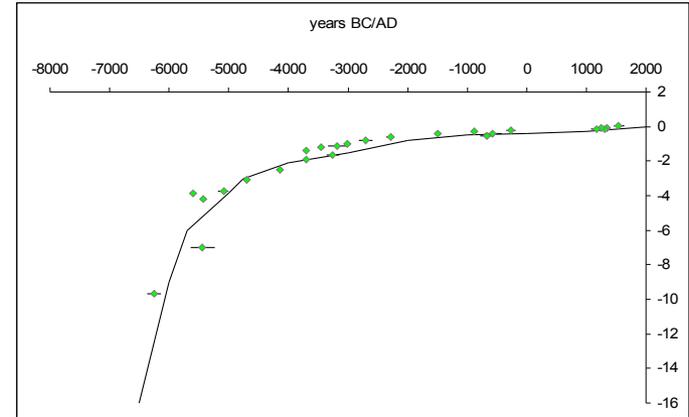
▲ Baumstubben ■ Basaltorf, Küstenmoor ○ archäologische UW-Funde

Folge des Meeresspiegelanstiegs:

Transgression

= landwärtige Verschiebung der Uferlinie

am Beispiel Zingst

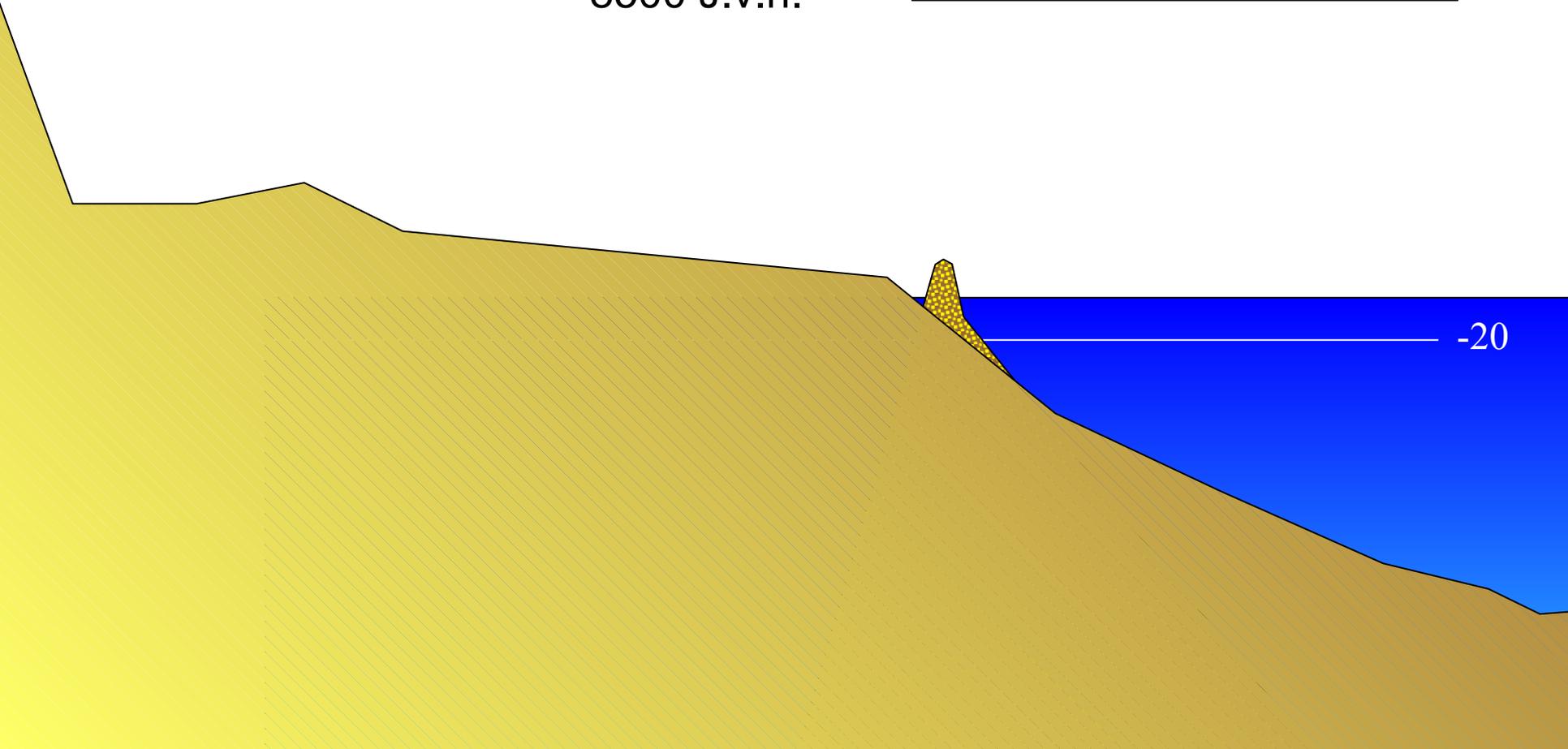
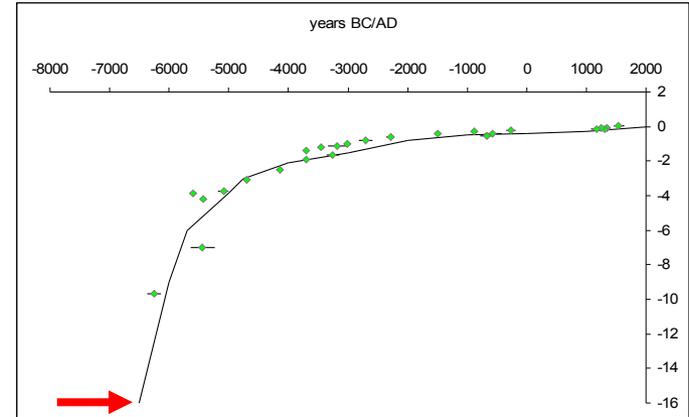


künftiger
Ost-Zingst

-20

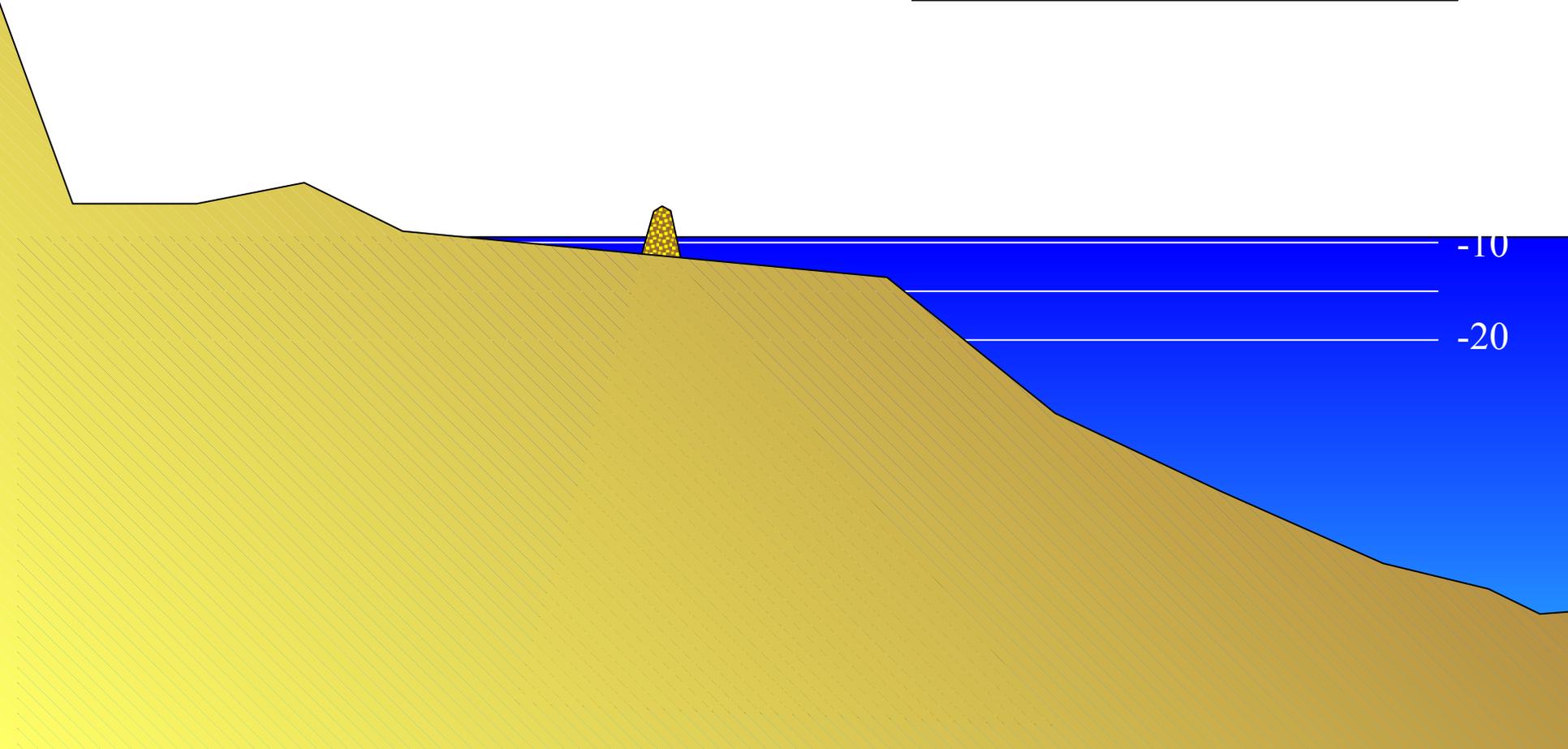
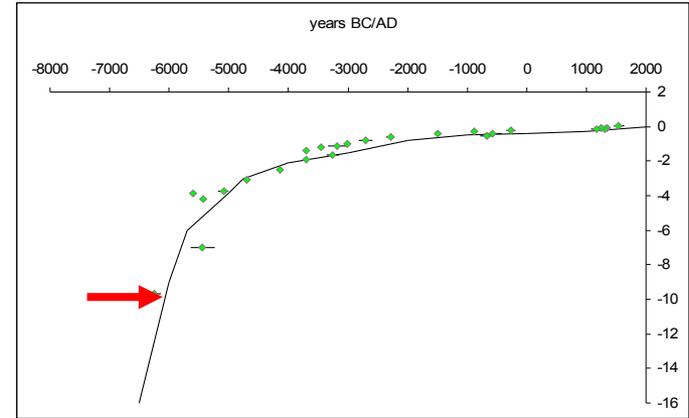
Rapider Meeresspiegelanstieg

8500 J.v.h.



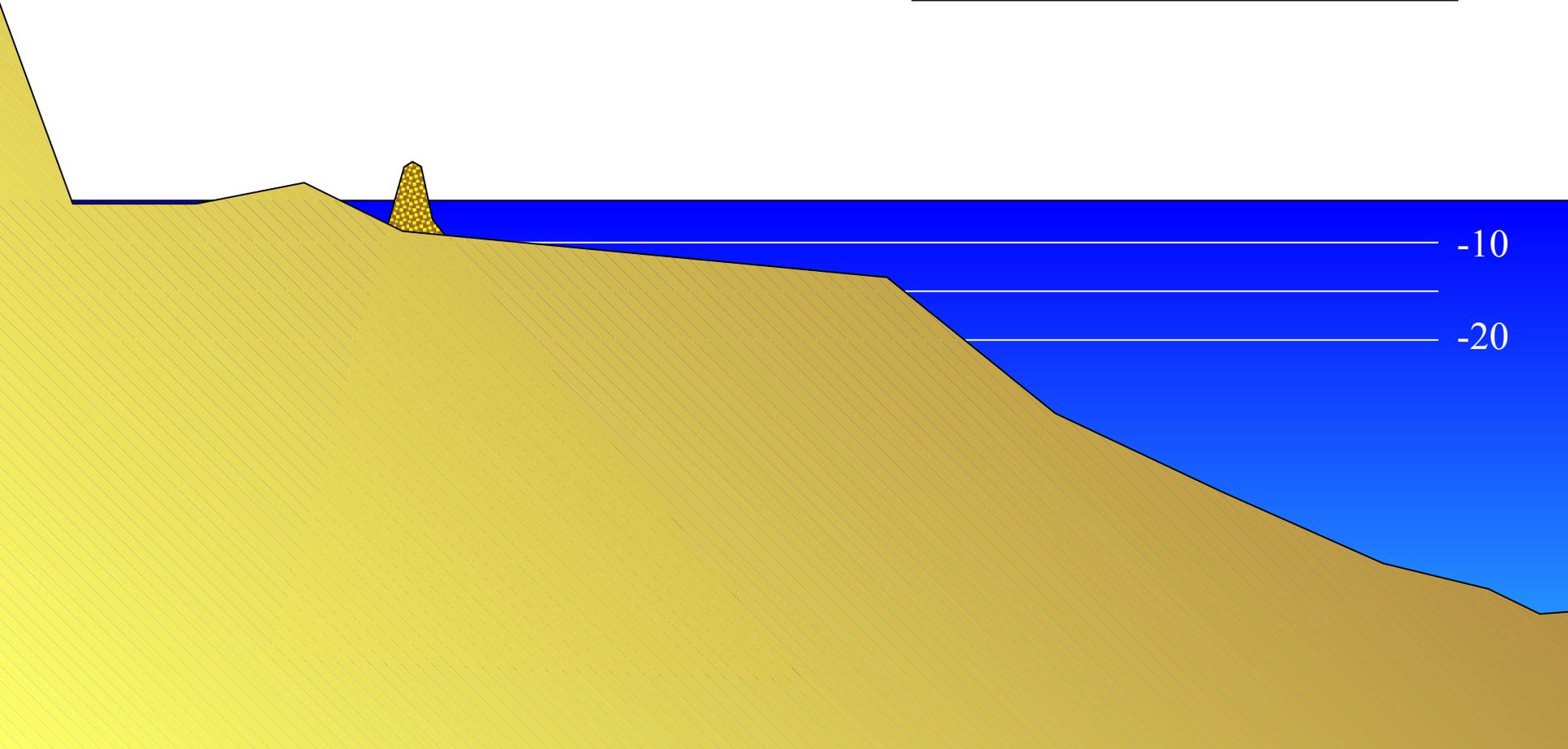
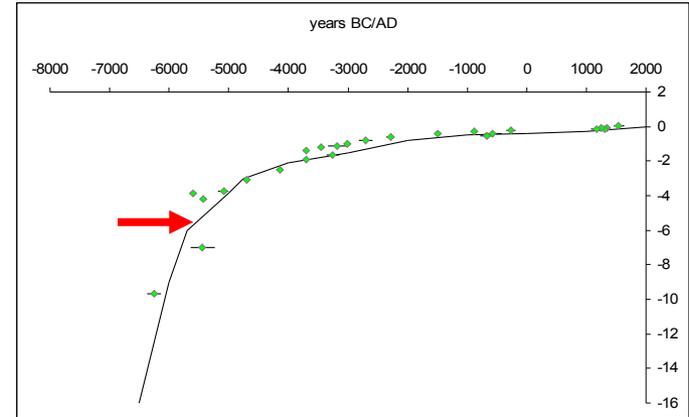
Rapider Meeresspiegelanstieg

8000 J.v.h.



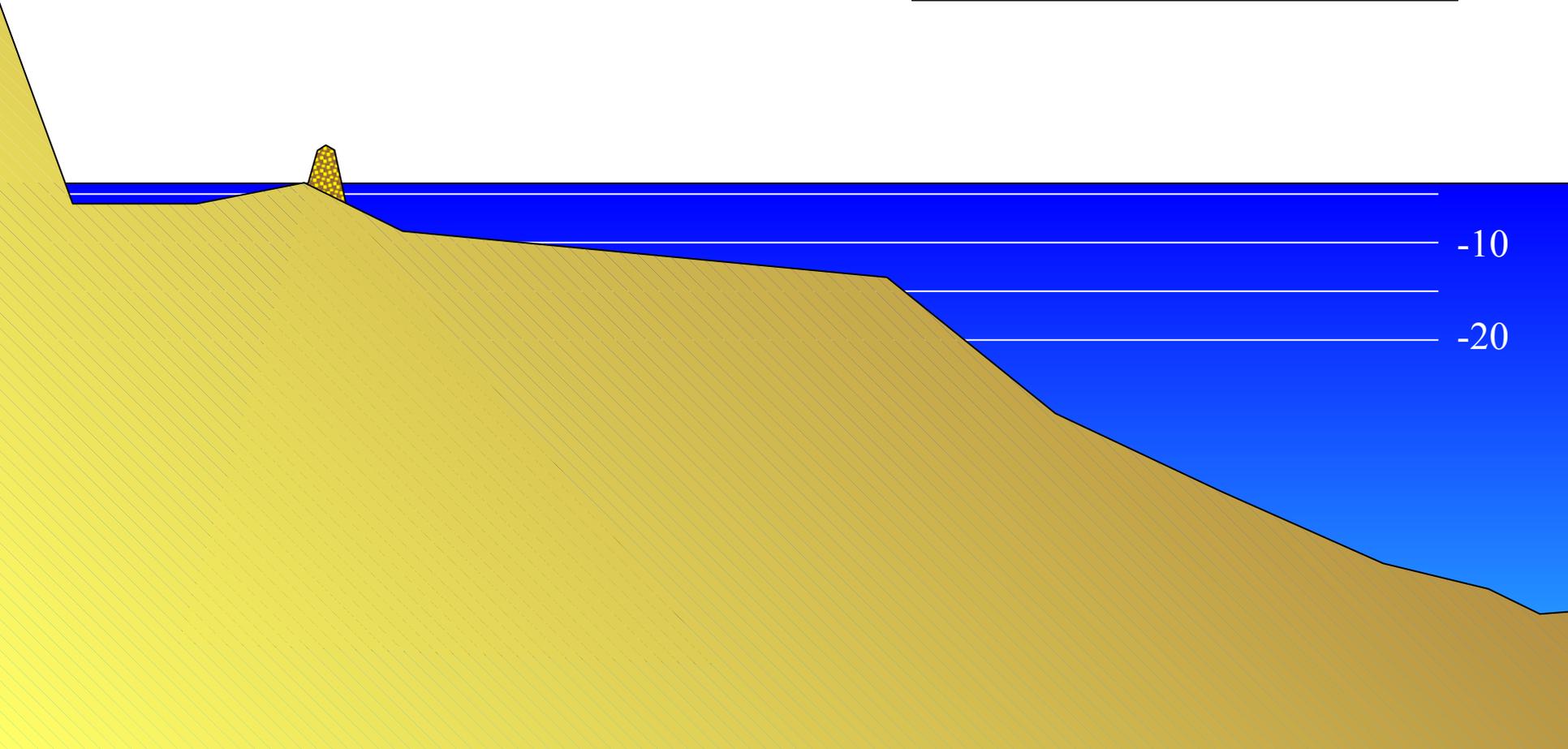
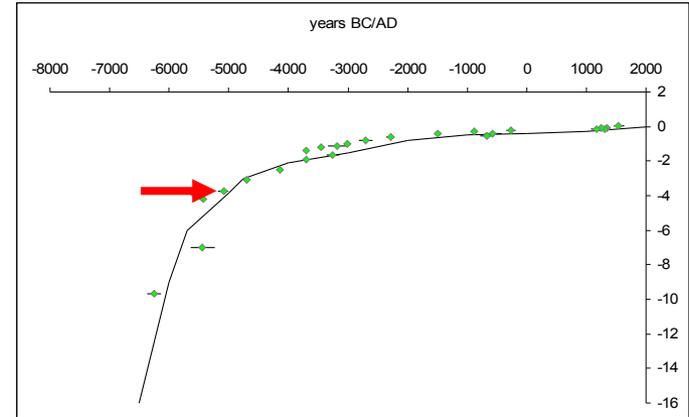
Rapider Meeresspiegelanstieg

7500 J.v.h.



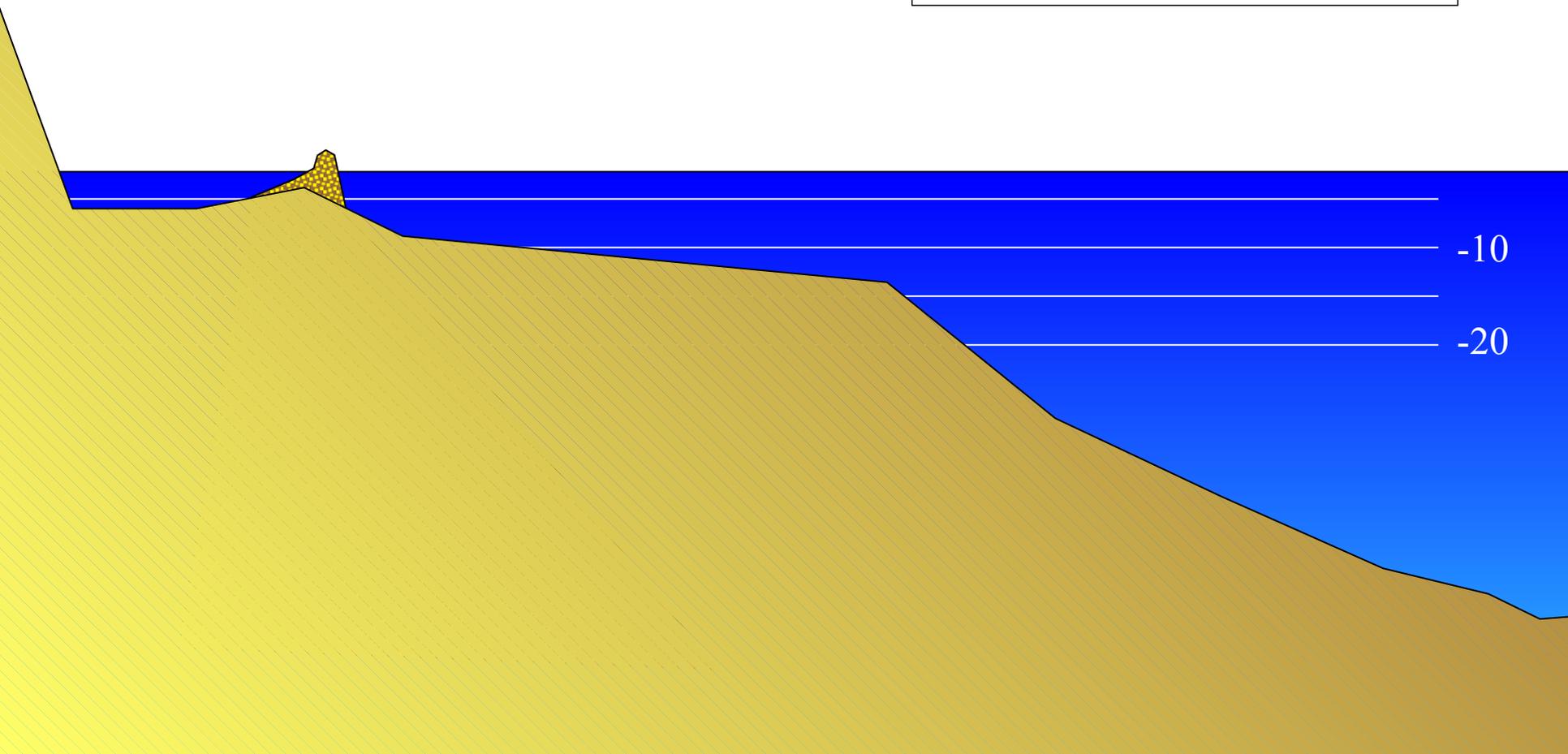
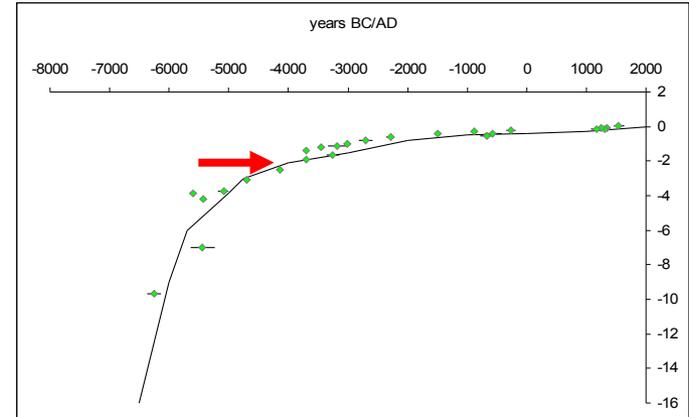
Rapider Meeresspiegelanstieg

7000 J.v.h.

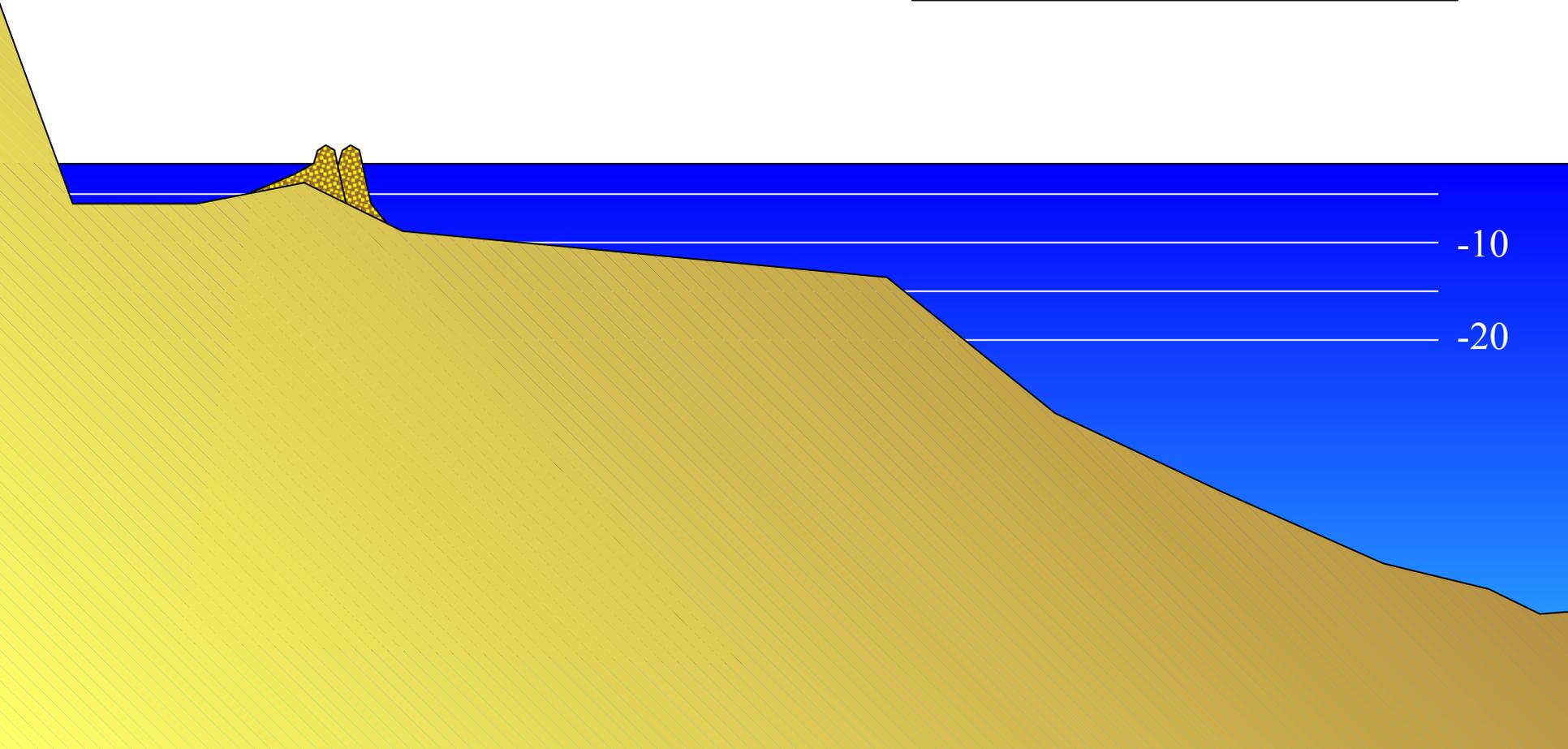
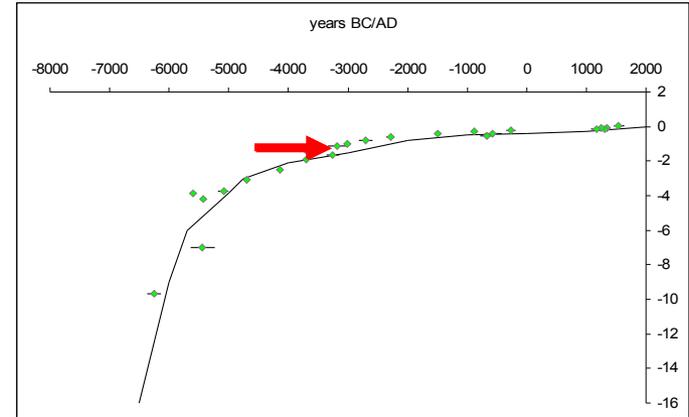


Rapider Meeresspiegelanstieg

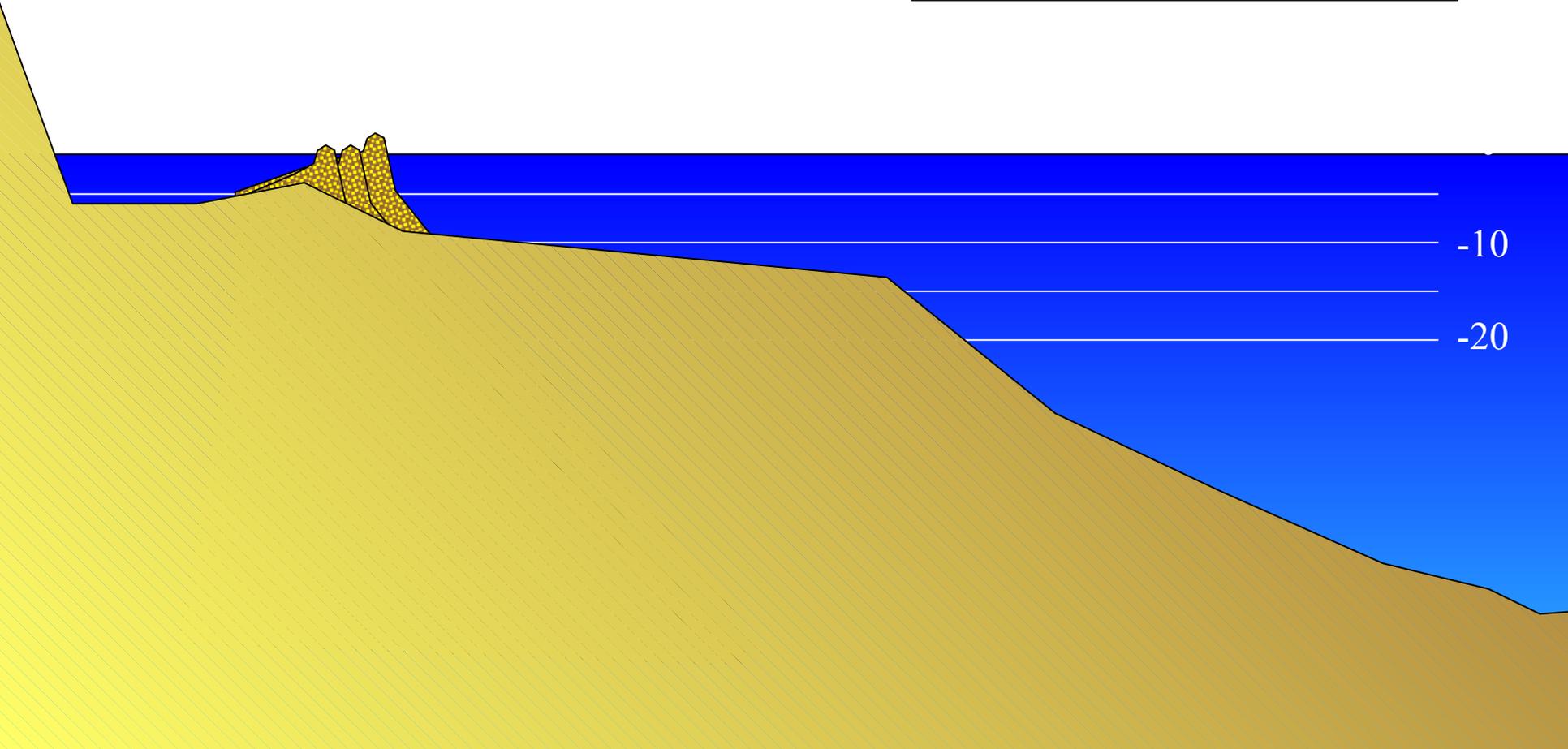
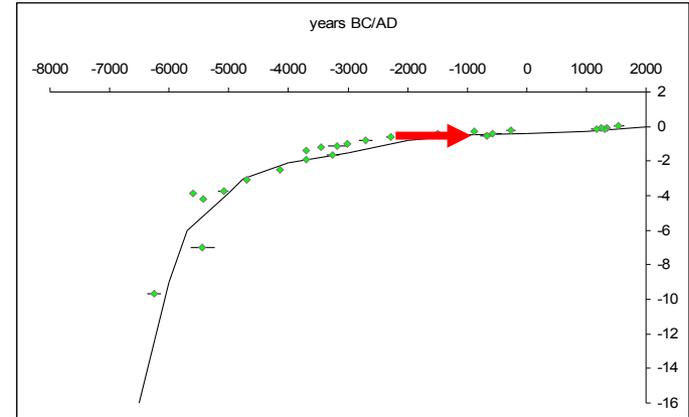
6000 J.v.h.



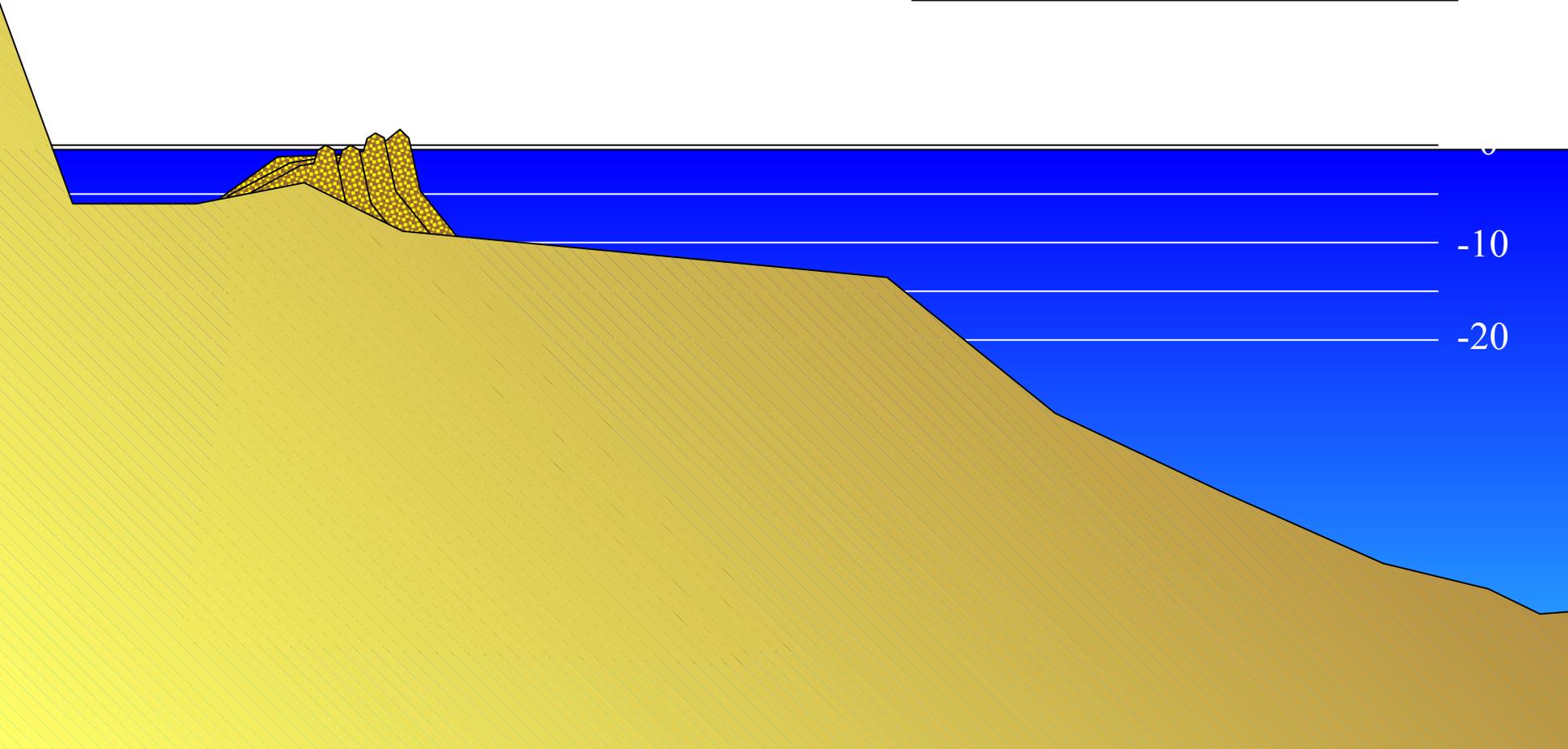
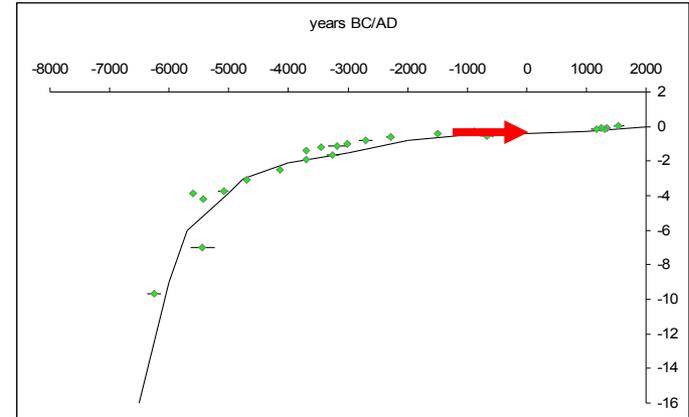
**Verlangsamer
Meeresspiegelanstieg** 5000 J.v.h.
→ Progradation
→ Bildung breiter Strandwallfächer



**Verlangsamer
Meeresspiegelanstieg** 3000 J.v.h.
→ Progradation
→ Bildung breiter Strandwallfächer

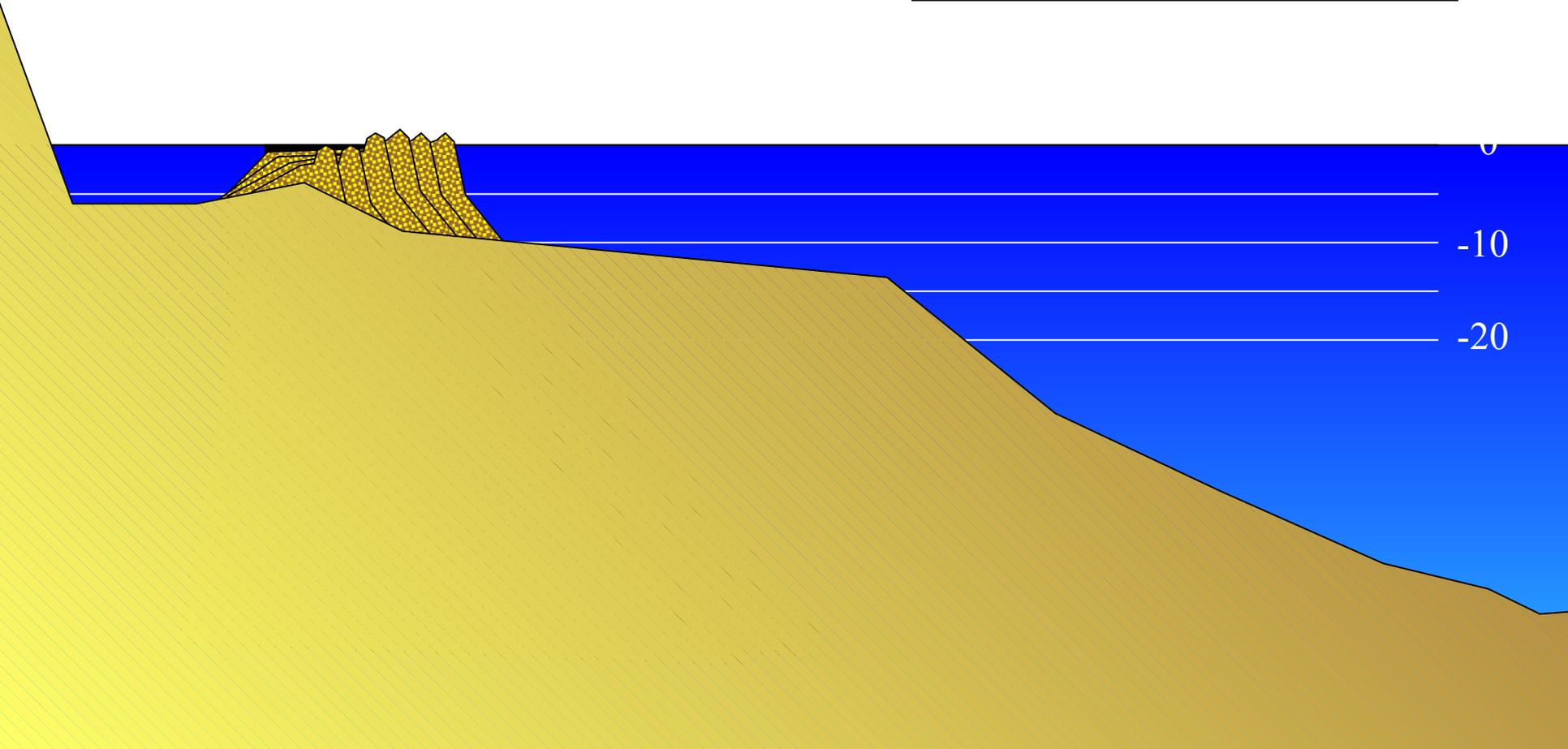
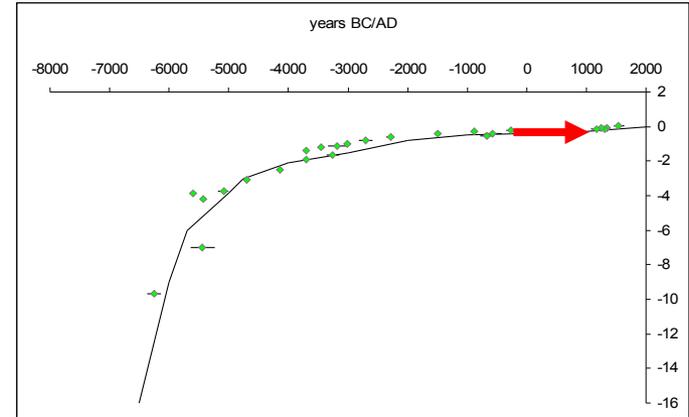


**Verlangsamer
Meeresspiegelanstieg** 2000 J.v.h.
→ Progradation
→ Bildung breiter Strandwallfächer



Bildung der Meeressandebenen und Küstenniederungen

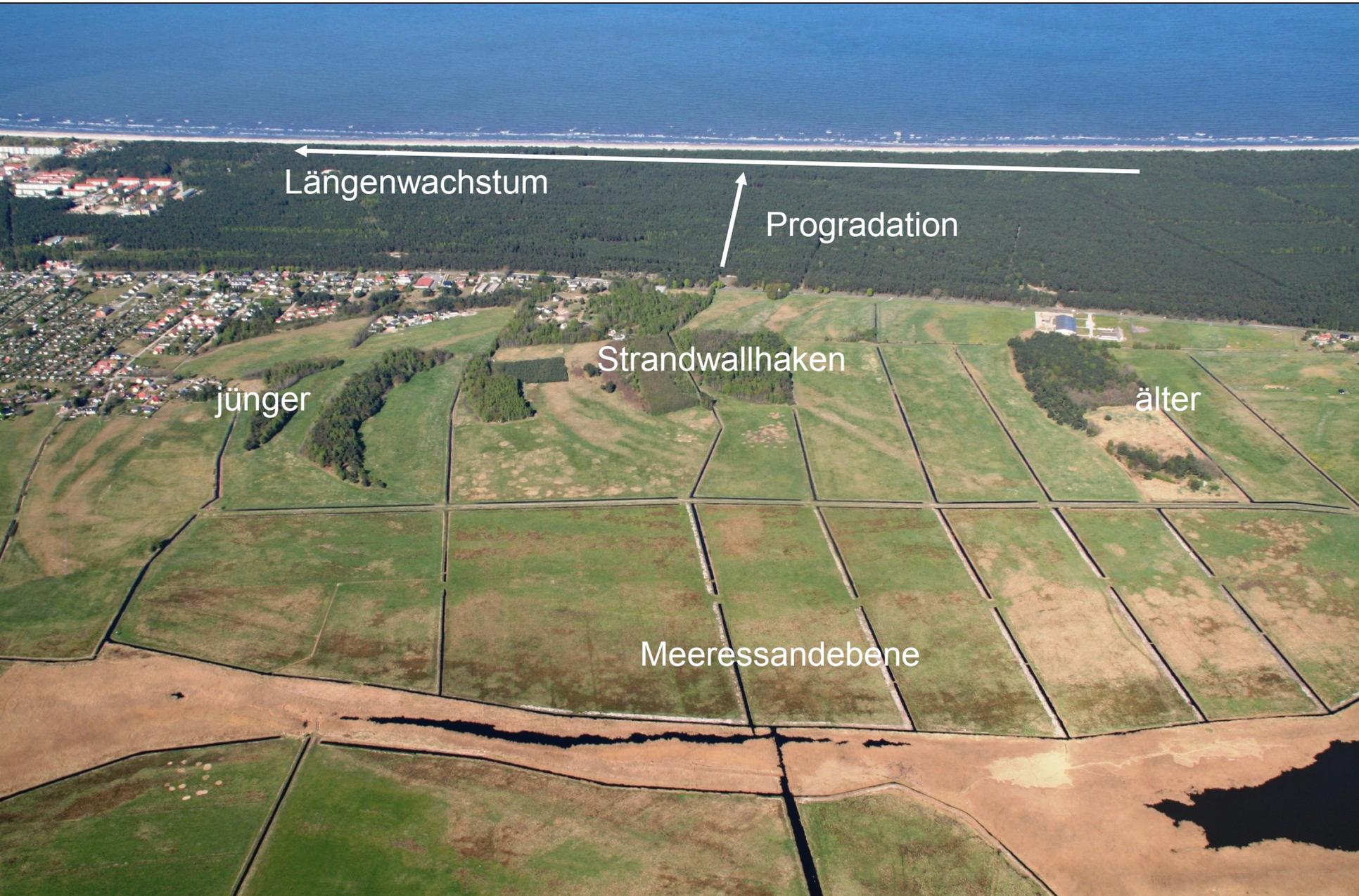
1000 J.v.h.



2. Die Meeresspiegelbewegungen der letzten 8000 Jahre und ihre Folgen



Peenemünder Haken / Usedom



Strandwallfächer und Meeressandebene bei Karlshagen / Usedom



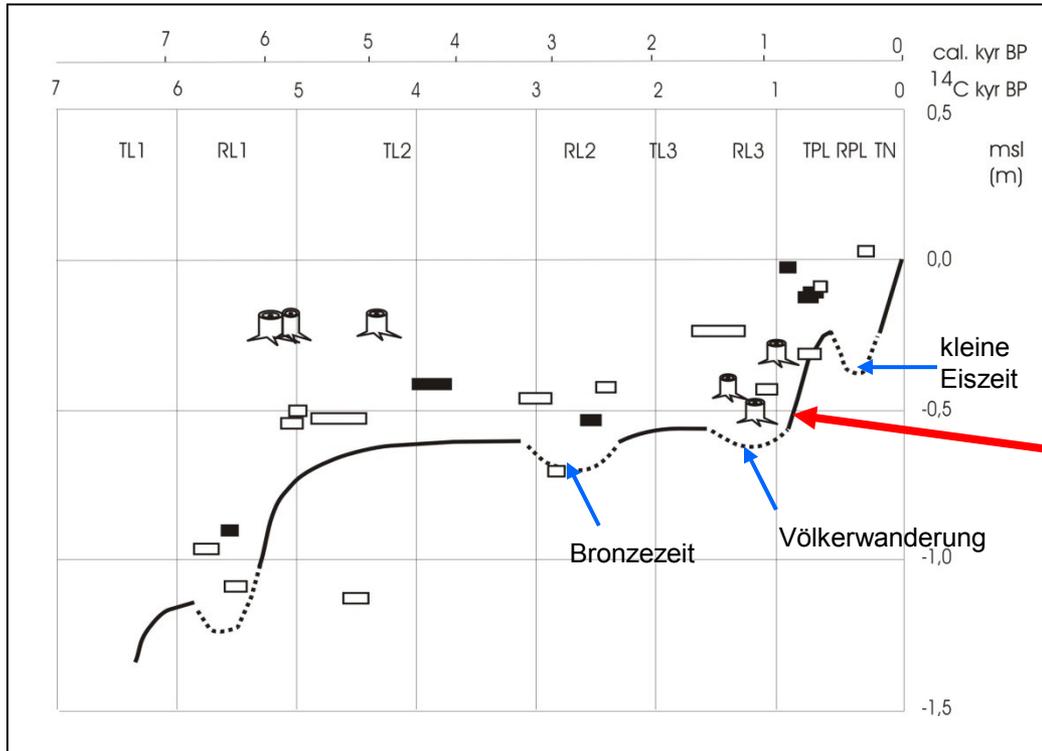
Längstransport

Overwash

Progradation

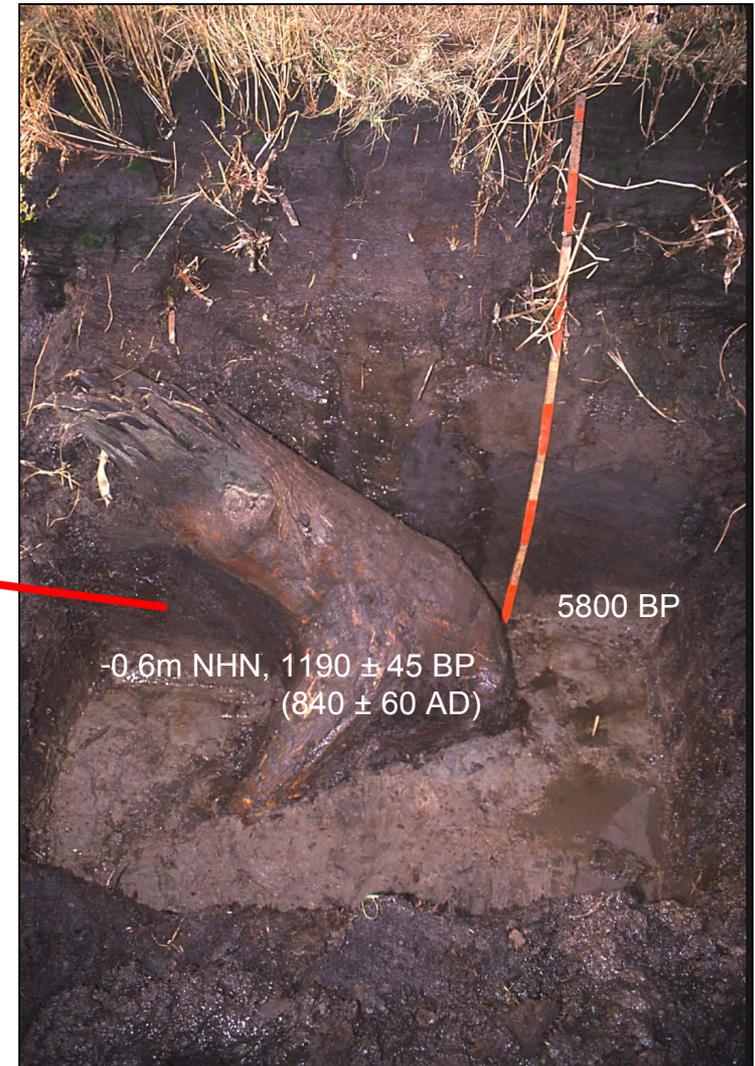
Baumstubben und schwarze Schichten als Zeiger für die Meeresspiegelschwankungen

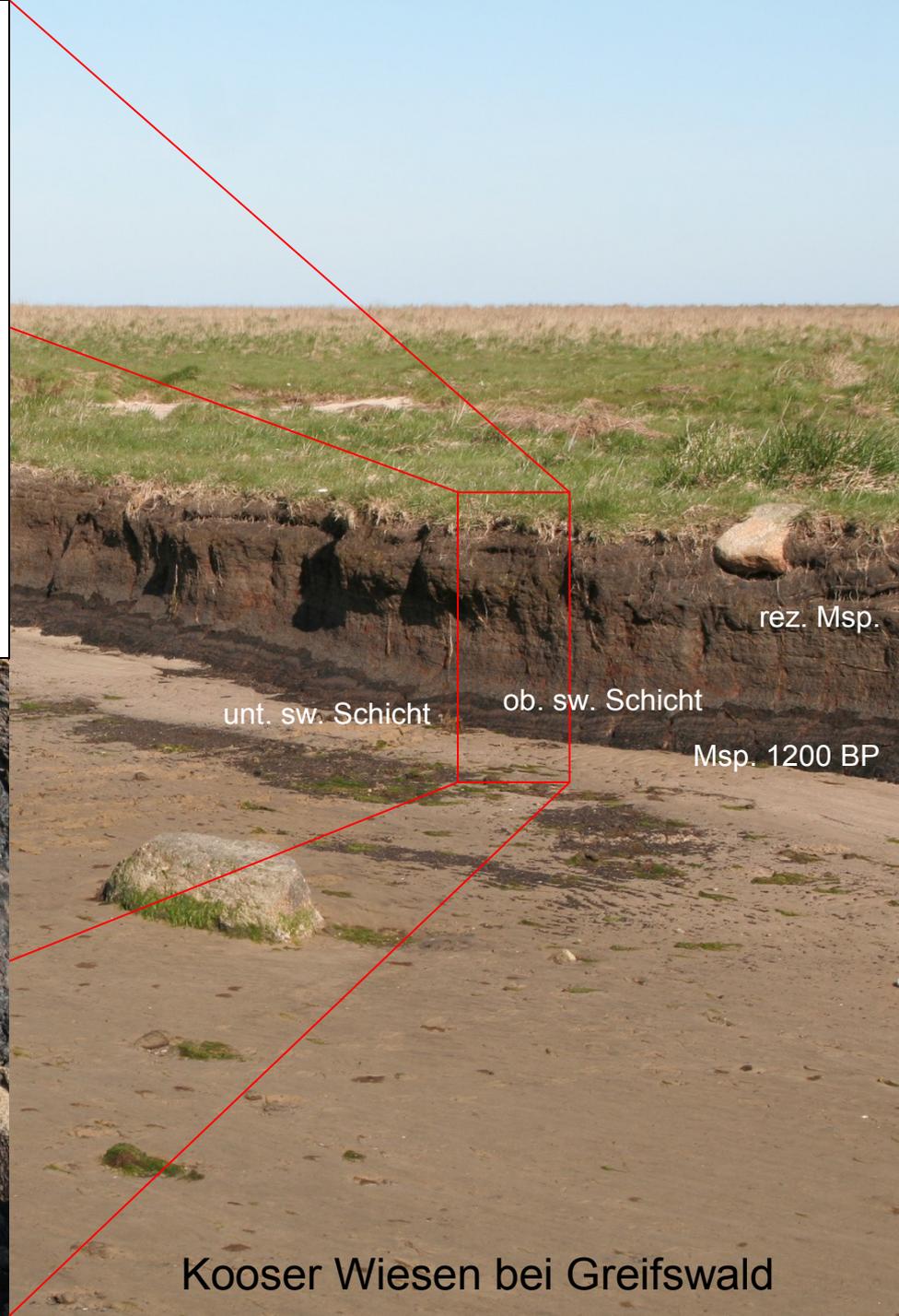
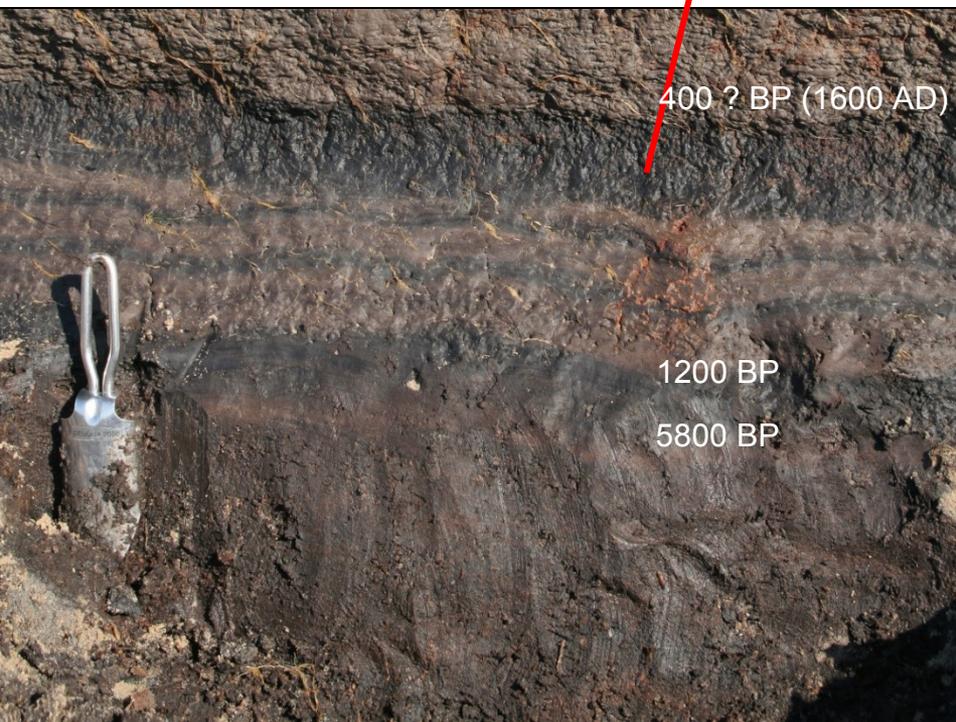
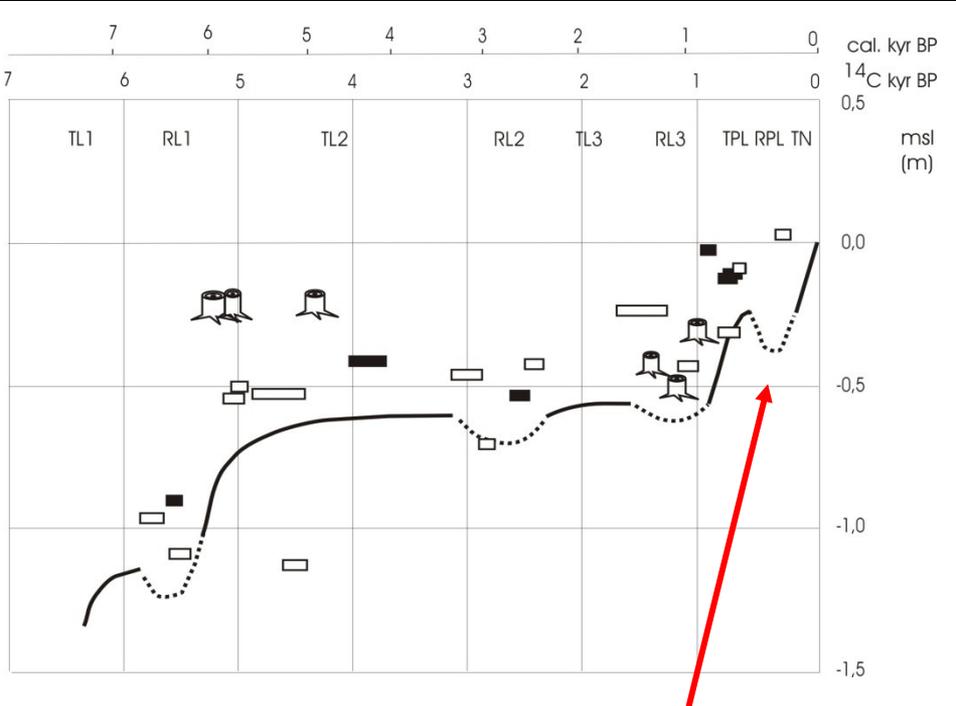
Einsetzen der Jungsubatlantischen Transgression um 800 AD und Kleine Eiszeit (1450 – 1800 AD)



Lampe, Janke (2004)

Radiokarbon-Datierungen von Baumstubben und basalen Torfen der Salzgrasländer





Der Hengst und Gakower Ufer / Jasmund



Schnick (2006)

um 1900

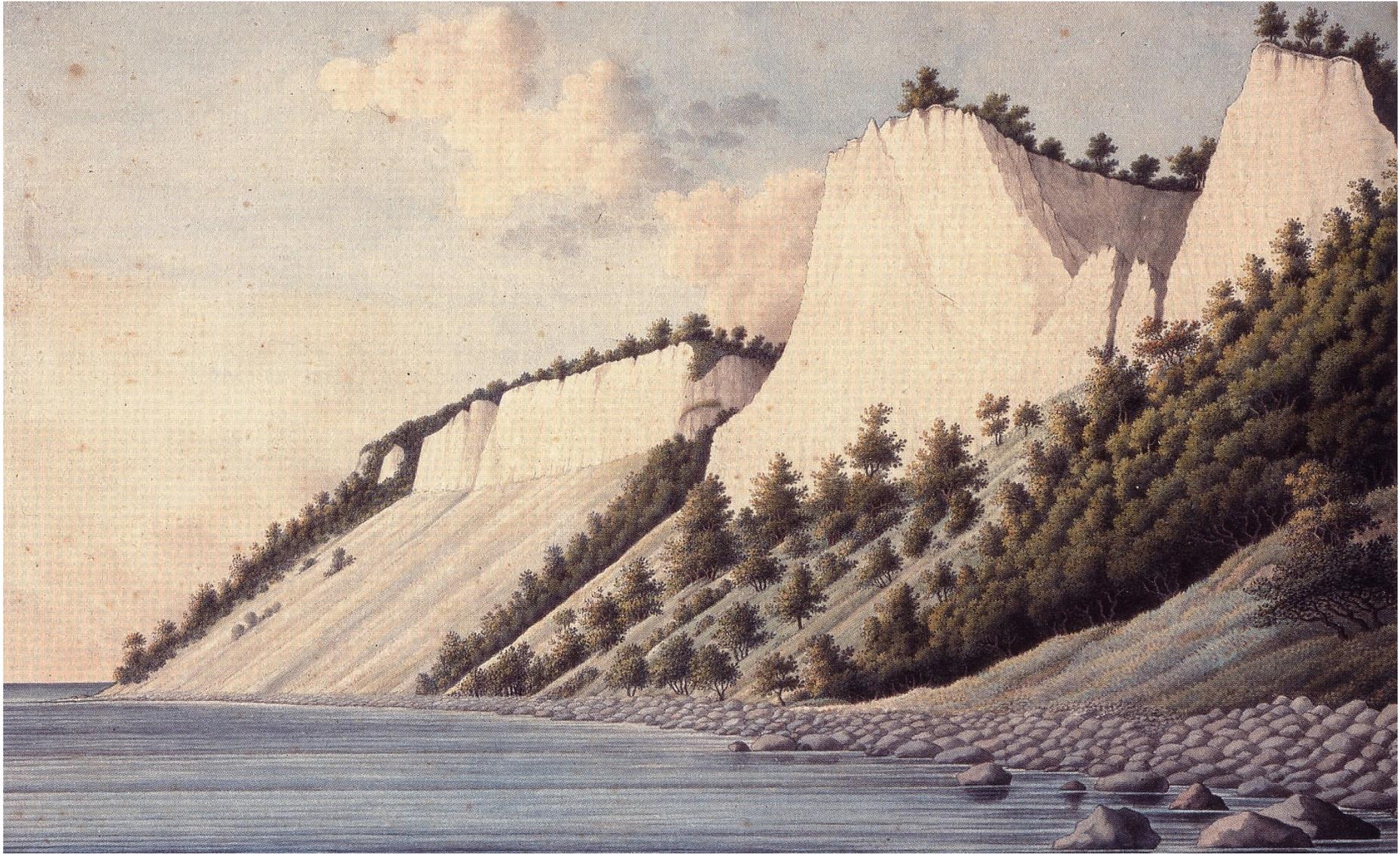


2005



Auf Rügen hat es erneut einen Kreideabbruch gegeben. Bis zu 70 Meter schiebt sich die abgebrochene Kreide zwischen dem Kieler Bach und dem Kollicker Ort in die Ostsee hinein. Foto: Dieter Lindemann

Ostsee-Zeitung vom 23.11.2010, jüngster Kreideabbruch am vergangenen Wochenende



J.J. Grümbke: Kreideküste, um 1805



Auf Rügen hat es erneut einen Kreideabbruch gegeben. Bis zu 70 Meter schiebt sich die abgebrochene Kreide zwischen dem Kieler Bach und dem Kollicker Ort in die Ostsee hinein. Foto: Dieter Lindemann

Ostsee-Zeitung vom 23.11.2010, jüngster Kreideabbruch am vergangenen Wochenende

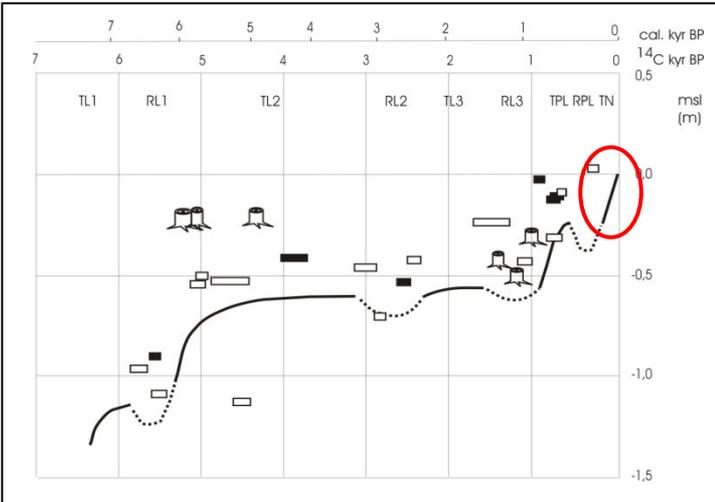


Wissower Ort / Jasmund von Süden

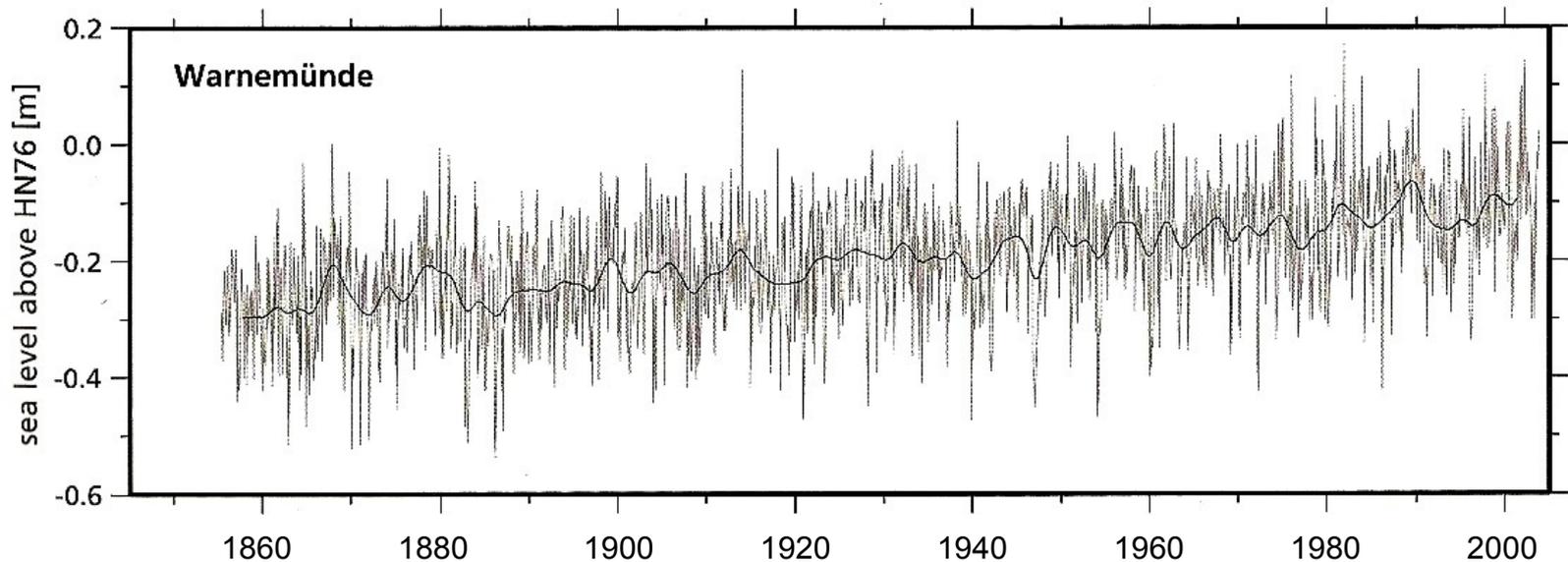
um 1900



2005



Rezenter Meeresspiegelanstieg

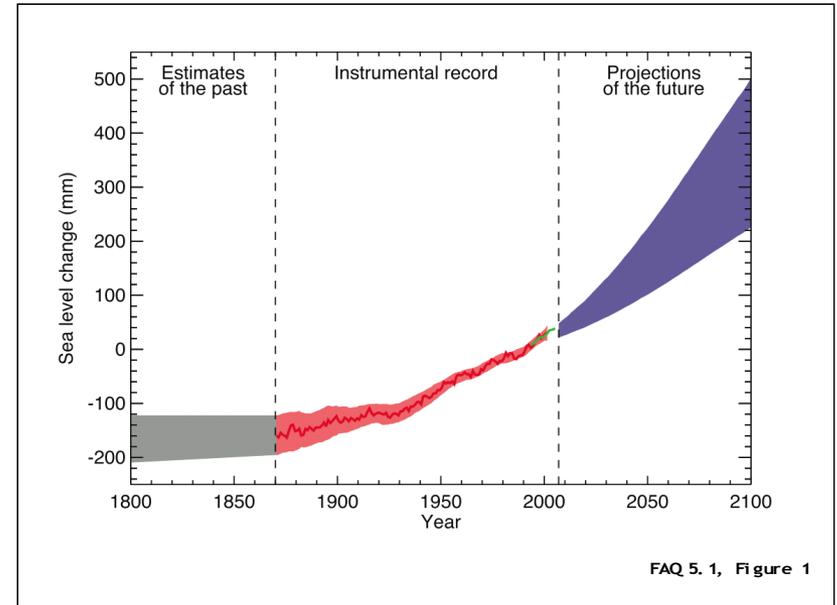


➔ nahezu linearer Anstieg, überlagert durch annuelle und dekadische Schwankungen

Zukünftiger Meeresspiegelanstieg

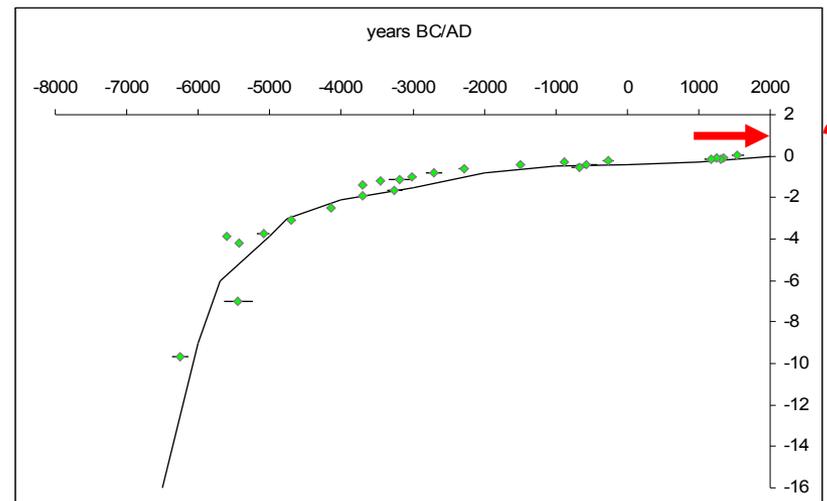
IPCC-AR4: A1B-Szenario

21-48 cm bis 2100



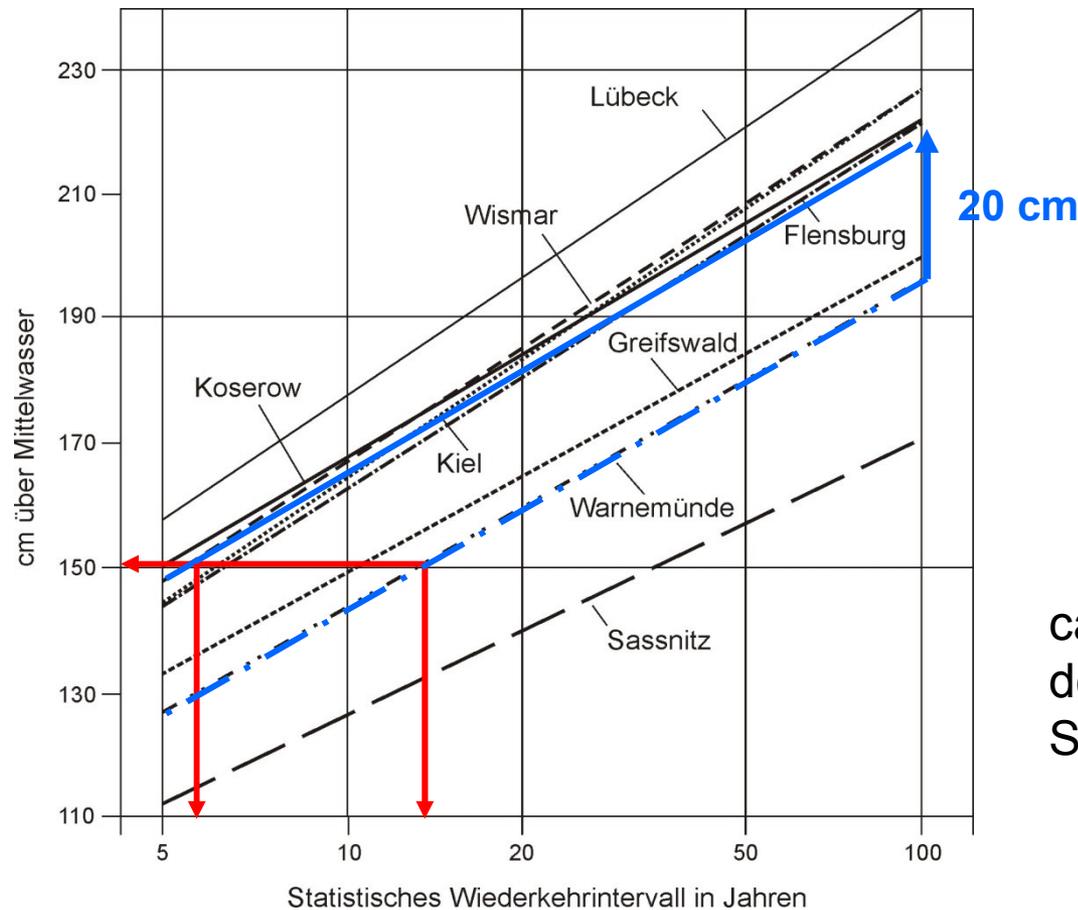
AG Ostsee/Küste, Klimastudie MV:

20-30 cm bis 2100;
jedoch räumlich differenziert



Folgen des zukünftigen Meeresspiegelanstiegs

- Höhere und häufigere Sturmfluten, höhere Seegangsbelastung
- höhere Anforderungen an Küsten- und Hochwasserschutz
 - Erosion und Inundation exponierter Flächen



ca. Verdopplung
der schweren
Sturmfluten

4. Zukünftiger Meeresspiegelanstieg und damit verbundene Risiken



Die Rate des mittleren Küstenrückgangs (derzeit 0,35 m/a) wird sich signifikant erhöhen

4. Zukünftiger Meeresspiegelanstieg und damit verbundene Risiken



Höhere Winterniederschläge können die Kliffe zusätzlich destabilisieren

4. Zukünftiger Meeresspiegelanstieg und damit verbundene Risiken



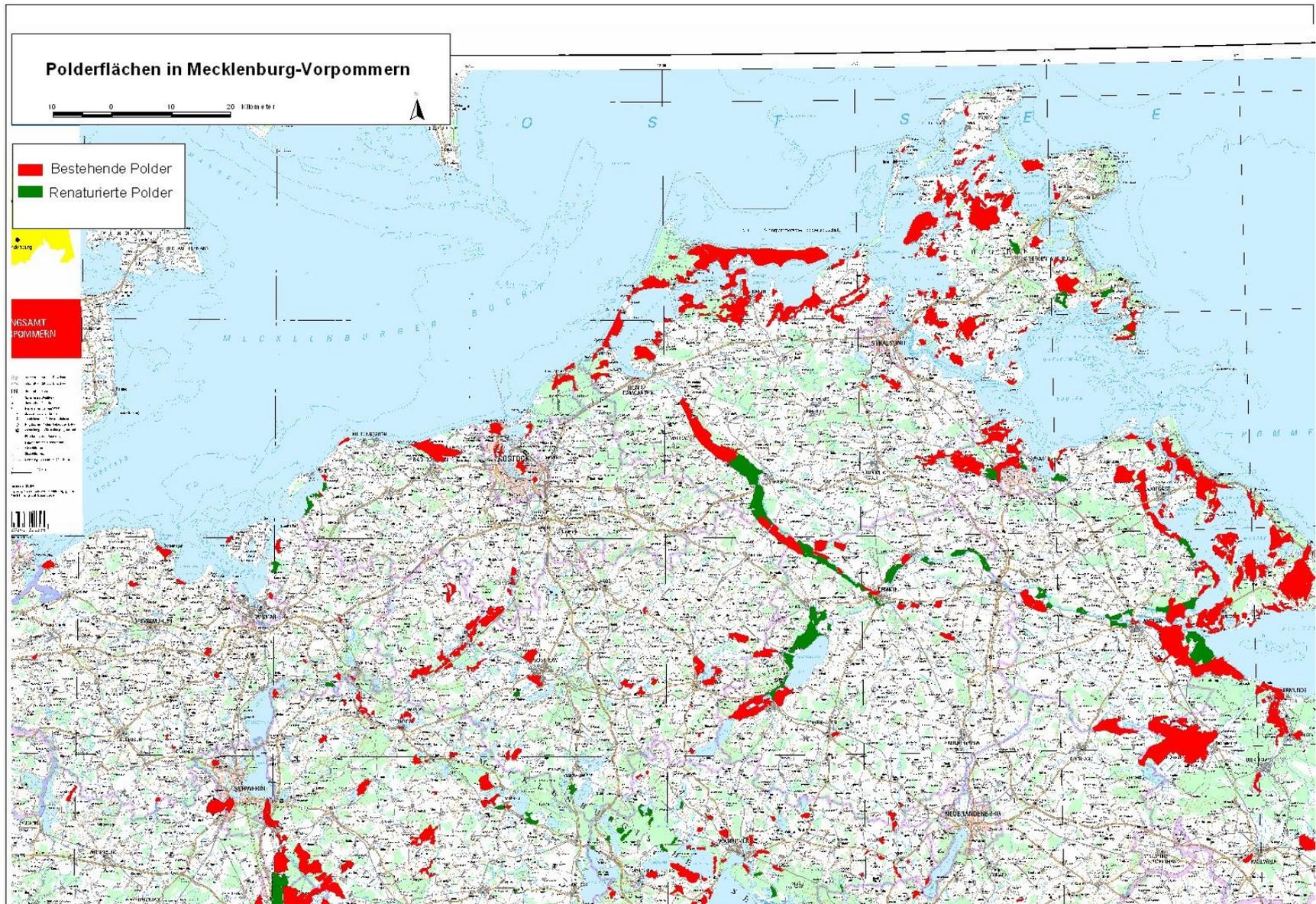
Tendenz zu Nahrungsdurchbrüchen und overwash

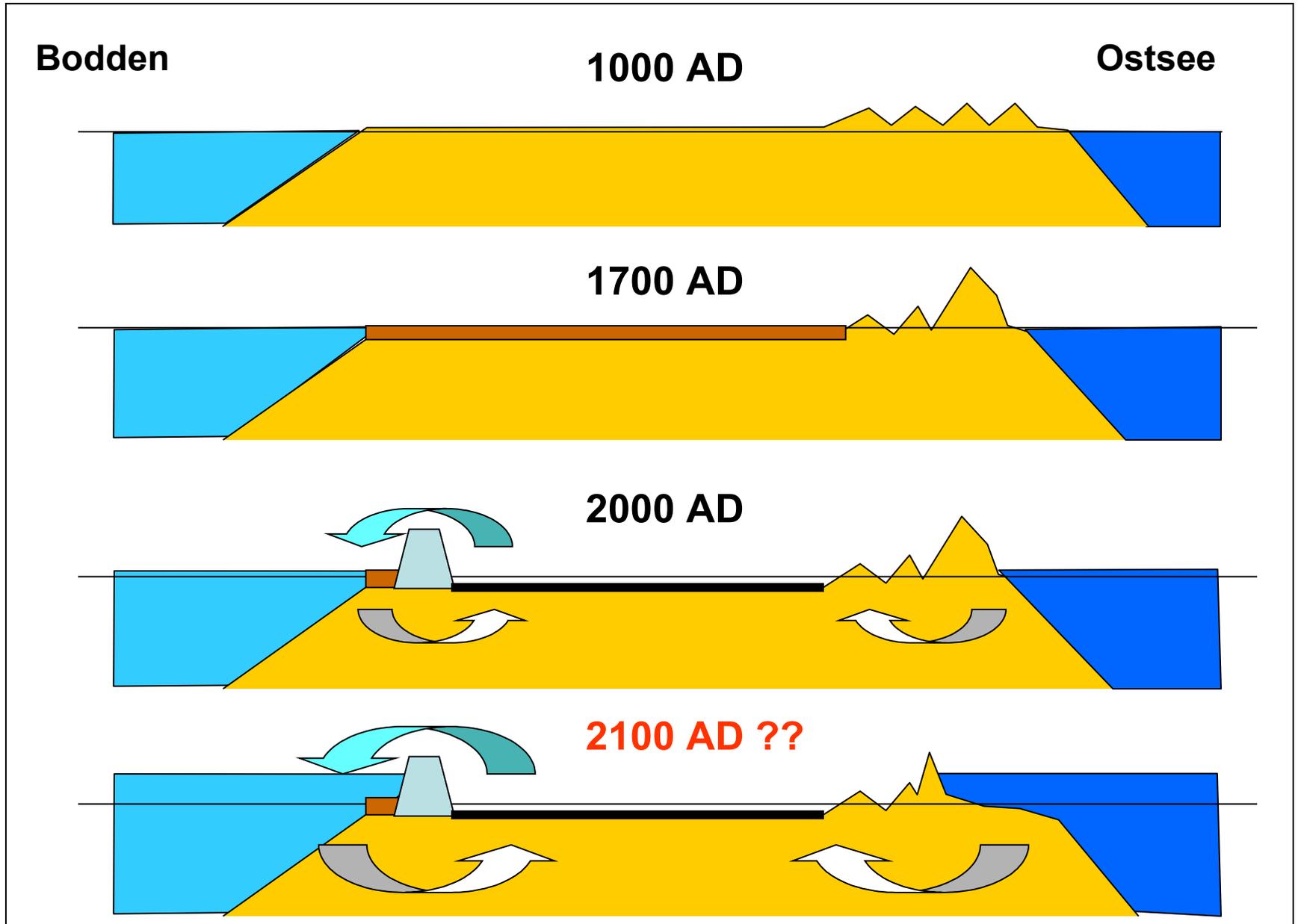
4. Zukünftiger Meeresspiegelanstieg und damit verbundene Risiken



Tendenz zum Aufwachsen der Überflutungsmoore,
in Poldern höherer Entwässerungsbedarf, Versalzung des Grundwassers

Polderflächen in Mecklenburg-Vorpommern





zukünftiger Entwässerungsbedarf des Polders Bannemin

Klima- szenario	Meeresspiegelanstieg			
	0cm	24cm	41cm	82cm
<i>m³ d⁻¹</i>	<i>0cm</i>	<i>24cm</i>	<i>41cm</i>	<i>82cm</i>
<i>A2 - HC</i>	<i>5111</i>	<i>5661</i>	<i>6036</i>	<i>6978</i>
<i>A2 - MPI</i>	<i>4811</i>	<i>5367</i>	<i>5743</i>	<i>6671</i>
<i>B2 - HC</i>	<i>4662</i>	<i>5215</i>	<i>5593</i>	<i>6519</i>
<i>B2 - MPI</i>	<i>5522</i>	<i>6067</i>	<i>6448</i>	<i>7389</i>
<i>aktuell</i>	<i>4768</i>	<i>5263</i>	<i>5641</i>	<i>6567</i>
<i>%</i>	<i>0cm</i>	<i>24cm</i>	<i>41cm</i>	<i>82cm</i>
<i>A2 - HC</i>	<i>7</i>	<i>19</i>	<i>27</i>	<i>46</i>
<i>A2 - MPI</i>	<i>1</i>	<i>13</i>	<i>20</i>	<i>40</i>
<i>B2 - HC</i>	<i>-2</i>	<i>9</i>	<i>17</i>	<i>37</i>
<i>B2 - MPI</i>	<i>16</i>	<i>27</i>	<i>35</i>	<i>55</i>
<i>aktuell</i>	<i>0</i>	<i>10</i>	<i>18</i>	<i>38</i>



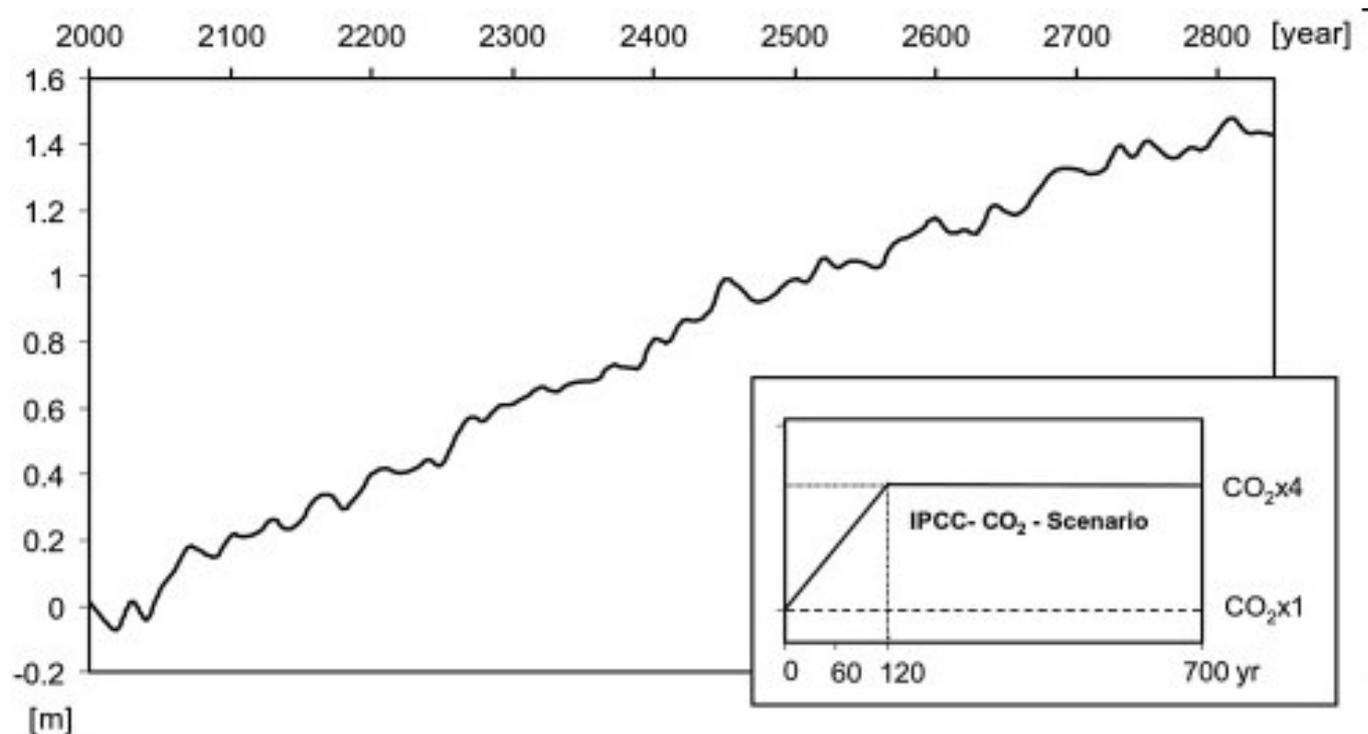
Greifswald

Usedom

Peenemündung –
Kummerower See:
84 km, 24 cm Gefälle

wachsender Rückstau in den Flußunterläufen

Kein Ende des Meeresspiegelanstiegs mit dem Ende des CO₂-Anstiegs



nach Voß et al. 1997

Als Folge der verzögerten Anpassung der Teilsysteme des Klimasystem ist mit einem Ende des Meeresspiegelanstiegs auf lange Sicht nicht zu rechnen.

Chancen / Empfehlungen

- Verstärkung der **Aufklärung** der Bevölkerung über relevante Gefahren wie Stürme, Sturmfluten, Überflutungen und Küstenrückgang
- **Anpassung** der Küstenschutzanlagen an die veränderten Bedingungen, selektiver Rückbau bei unverhältnismäßig hohem Aufwand
- **Risikominderung**: keine Baugenehmigungen im Bereich potenzieller Gefährdungsräume
- **Strategieentwicklung** zur Nutzung gepolderter Flächen unter veränderten hydrologischen Bedingungen, eventl. Ausdeichung
- Fortsetzung und Förderung eines wissenschaftlichen **Küstenmonitorings** mit dem Ziel, Gefahrenpotenziale zu erkennen

A scenic view of a rocky beach. In the foreground, a wide expanse of grey and white pebbles leads to a sandy shore. Large, smooth, moss-covered rocks of various colors (red, grey, green) are scattered along the water's edge. The ocean is a deep blue-green, with white foam from waves crashing against the rocks. In the background, tall, white chalk cliffs rise from the beach, topped with a dense forest of bare trees. The sky is a pale blue with soft, white clouds. The overall atmosphere is serene and natural.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Quellen:

- AG Ostsee/Küste (2008): Bericht zum Aktionsplan Klimaschutz Mecklenburg-Vorpommern, Abschnitt Klimafolgenforschung. Studie aufgrund des Landtagsbeschlusses vom 29.03.2007: Klimaschutz und Folgen des Klimawandels in Mecklenburg-Vorpommern (Drs. 5/352).
- DARSOW, A., SCHAFMEISTER, M.-T., LAMPE, R., MEYER, T.: Risk Assessment of the Sea-Level Rise on the Southern Baltic Sea. A Local Vulnerability Assessment of Holocene Peat Lowland on the Northeast German Baltic Sea Coast. - In: Cheng, Q., Bonham-Carter, G. [eds.], GIS and Spatial Analysis, Proceedings of IAMG 05-The Annual Conference of the International Association for Mathematical Geology, Toronto, Canada.
- DIETRICH, R., LIEBSCH, G. (2000): Zur Variabilität des Meeresspiegels an der Küste von Mecklenburg-Vorpommern. - Zeitschrift f. Geologische Wissenschaften, **28**(6): 615 - 624.
- GARETSKY, R. G., LUDWIG, A. O., SCHWAB, G., STACKEBRANDT, W. (2001): Neogeodynamics of the Baltic Sea depression and adjacent areas – Results of IGCP project 346. - Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge(1): 47 pp.
- IPCC (2007): Working Group II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report.
- LAMPE, R., JANKE, W. (2004): The Holocene sea-level rise in the Southern Baltic as reflected in coastal peat sequences. – Polish Geological Institute Special Papers 11, 19-30.
- LAMPE, R., MEYER, R., ZIEKUR, R., JANKE, W., ENDTMANN, E., (2009): Holocene evolution of the irregularly sinking southern Baltic Sea coast and the interactions of sea-level rise, accumulation space and sediment supply. - Berichte der Römisch-Germanischen Kommission, Bd. 56, im Druck.
- RICHTER, A., DIETRICH, R., GOHS, A. (2009): Modelling of load-induced height changes in the southern Baltic for the last 8000 a and its validation with geodetic observations. SINCOS II final meeting report, 15.5.2009, Warnemünde
- SCHNICK, H. (2006): Zur Morphogenese der Steilufer Ost-Jasmunds (Insel Rügen) - eine landschaftsgeschichtliche Betrachtung. - Zeitschrift für geologische Wissenschaften 34(1-2), 73-97.
- VOß, M., MIKOLAJEWICZ, U. & CUBASCH, U. (1997): Langfristige Klimaänderungen durch den Anstieg der CO₂-Konzentration in einem gekoppelten Atmosphäre-Ozean-Modell. - Annalen der Meteorologie, **34**: 3-4.

T- und Meeresspiegelanstieg bis 2100 nach IPCC FAR

Case	Temperature Change (°C at 2090-2099 relative to 1980-1999) ^a		Sea Level Rise (m at 2090-2099 relative to 1980-1999)
	Best estimate	Likely range	Model-based range excluding future rapid dynamical changes in ice flow
Constant Year 2000 concentrations ^b	0.6	0.3 – 0.9	NA
B1 scenario	1.8	1.1 – 2.9	0.18 – 0.38
A1T scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.45
B2 scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.43
A1B scenario	2.8	1.7 – 4.4	0.21 – 0.48
A2 scenario	3.4	2.0 – 5.4	0.23 – 0.51
A1FI scenario	4.0	2.4 – 6.4	0.26 – 0.59