

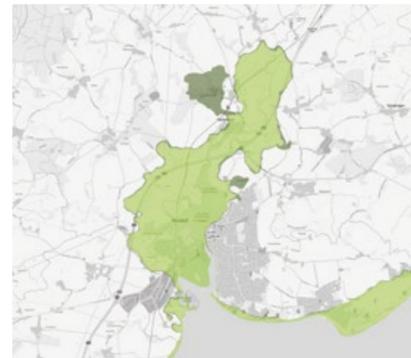
## Beispiel Küstenschutz

→ Alle Klimaszenarien weisen darauf hin, dass der Meeresspiegel auch künftig weiter ansteigt. Im letzten Jahrhundert ist der Meeresspiegel im weltweiten Durchschnitt etwa ein bis zwei Dezimeter angestiegen. Diese Anstiegsrate findet sich auch in langjährigen Pegelmessungen an der deutschen Ostseeküste wieder. In den letzten Jahrzehnten ist der globale Meeresspiegel durchschnittlich bereits stärker angestiegen als zu Beginn des letzten Jahrhunderts. Würde man die derzeitige Anstiegsrate auf 100 Jahre linear fortschreiben, läge der Meeresspiegelanstieg bei etwa drei Dezimetern. Anders als im globalen Durchschnitt konnte an der deutschen Ostseeküste bisher jedoch kein beschleunigter Anstieg aus den Messdaten abgeleitet werden.

Der UN Klimarat IPCC erwartet bis Ende des 21. Jahrhunderts einen Meeresspiegelanstieg von etwa zwei bis acht Dezimetern. Das bedeutet, dass sich die durchschnittliche bisherige Anstiegsrate des letzten Jahrhunderts (zwei Dezimeter) im nächsten Jahrhundert verdreifachen kann, mindestens aber gleich bleibt. Bis 2030 könnte der Meeresspiegel im weltweiten Durchschnitt verglichen zu heute etwa ein bis zwei Dezimeter ansteigen.

Ein Beispiel dafür, wie Klimaszenarien in der Praxis genutzt werden können, bietet das Internetangebot [www.kuestenschutzbedarf.de](http://www.kuestenschutzbedarf.de). Hier

wurde der bis zum Ende dieses Jahrhunderts mögliche Meeresspiegelanstieg von bis zu 80 cm exemplarisch auf die Höhe der Ostseesturmflut vom 12. und 13. November 1872 aufaddiert. Anhand von Karten wird ersichtlich, welche Bereiche im Falle einer solchen Sturmflut voraussichtlich zusätzlich geschützt werden müssen. Für die deutsche Ostsee gibt es noch keine abschließenden Szenarien zum regionalen Meeresspiegelanstieg, aber es ist davon auszugehen, dass der Meeresspiegel hier auch künftig ähnlich stark ansteigen wird wie im globalen Mittel. Deshalb müssen Küstenschutzmaßnahmen an der deutschen Ostseeküste bis Ende des 21. Jahrhunderts angepasst werden. Für diese Planung wurde in der Vergangenheit häufig eine „konkrete Zahl“, d. h. eine Vorhersage, gefordert, wie sich der Meeresspiegel in Zukunft ändern wird, damit der Küstenschutz entsprechend angepasst werden kann. Inzwischen werden flexible Ansätze erarbeitet, die sich je nach zukünftiger Entwicklung leichter an veränderte Bedingungen anpassen lassen.



Dieser Ausschnitt zeigt in Dunkelgrün die Bereiche in der Neustädter Bucht, die aufgrund des Meeresspiegelanstiegs in Zukunft voraussichtlich zusätzlich geschützt werden müssen. *Quelle: [www.kuestenschutzbedarf.de](http://www.kuestenschutzbedarf.de)*



### Herausgeber:

Norddeutsches Küsten- und Klimabüro  
Institut für Küstenforschung  
Helmholtz-Zentrum Geesthacht  
Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH  
Max-Planck-Straße 1  
21502 Geesthacht  
Telefon: 04152 87-1868  
Telefax: 04152 87-41868  
[www.norddeutsches-klimabuero.de](http://www.norddeutsches-klimabuero.de)  
[insa.meinke@hzg.de](mailto:insa.meinke@hzg.de)

### Verantwortlich:

Dr. Insa Meinke  
Leiterin des Norddeutschen Küsten- und Klimabüros

Dr. Ralf Weiße  
Leiter der Abteilung Küstenklima

### Gestaltung:

Michael Fritz Kommunikationsdesign, Hamburg

Stand: Juni 2017

Gefördert durch:

**HELMHOLTZ**  
SPITZENFORSCHUNG FÜR  
GROSSE HERAUSFORDERUNGEN

# Regionale Klimaszenarien in der Praxis

Beispiel deutsche Ostseeküste



Norddeutsches  
**Küsten- und  
Klimabüro**

**HELMHOLTZ**  
**Geesthacht**  
Zentrum für Material- und Küstenforschung

Der Klimawandel findet statt und Szenarien zeigen, dass er sich künftig verstärken kann. // Weltweite Messungen lassen erkennen, dass sich die Erde im letzten Jahrhundert etwa um 0,8 °C erwärmt hat. Auch an der deutschen Ostseeküste hat diese Erwärmung stattgefunden. Die zukünftige Entwicklung unserer Gesellschaft lässt sich nicht vorhersagen. Deshalb ist auch ungewiss, wie viel Treibhausgas wir künftig emittieren werden. Informationen über den möglichen zukünftigen anthropogenen Klimawandel können wir nur ableiten, indem wir Szenarien einsetzen. Weil sich der Klimawandel regional unterschiedlich ausprägt, bilden regionale Klimaszenarien die Basis für Anpassungsstrategien an den Klimawandel. Doch sind Szenarien anders zu deuten als Vorhersagen:

## Was wäre, wenn...? – Szenarien für das Klima

→ Anders als bei Vorhersagen geht es bei Szenarien nicht um Eintrittswahrscheinlichkeiten, sondern um Zusammenhänge, die eine Entwicklung beeinflussen.

Szenarien beantworten Fragen der Art: Was wäre, wenn...? Wir verwenden Szenarien oft für Planungen im täglichen Leben:

- Was wäre, wenn die Baufirma während der Bauphase insolvent wird?
- Was wäre, wenn es zur Grillparty regnet?
- Was wäre, wenn wir im Urlaub krank werden?

Szenarien sind plausibel, aber nicht unbedingt wahrscheinlich. Durch Szenarien werden Entwicklungen planbar. Klimaszenarien zeigen, wie der Mensch das Wettergeschehen einer Region langfristig beeinflussen kann. Basis der Klimaszenarien sind Emissionsszenarien. Dabei handelt es sich um angenommene Entwicklungen der zukünftigen Treibhausgasemissionen. Diese können künftig – je nach sozioökonomischem Wandel – einen eher moderaten oder eher starken Anstieg, auf längere Sicht sogar eine Verminderung, erfahren.

Klimaszenarien beantworten demnach die Frage: Welche Klimaänderung wäre zu erwarten, wenn Treibhausgasemissionen künftig entweder stark oder moderat ansteigen, oder wenn es gelingt, sie zu vermindern? Alle Emissionsszenarien sind aus heutiger Sicht plausibel, in sich stimmig und möglich. Sie hängen von komplexen gesellschaftlichen Entwicklungen ab, die nicht mit Wahrscheinlichkeiten versehen werden können. Deshalb können auch den Klimaszenarien keine Wahrscheinlichkeiten zugewiesen werden. Der Weltklimarat IPCC empfiehlt daher, Klimaszenarien nicht einzeln, sondern im Kontext eines Ensembles unterschiedlicher Szenarien auszuwerten.

### Mögliche künftige Klimaänderungen an der deutschen Ostseeküste

→ Für den Norddeutschen Klimaatlas ([www.norddeutscher-klimaatlas.de](http://www.norddeutscher-klimaatlas.de)) wurden die Ergebnisse von über 120 regionalen Klimaszenarien analysiert. Die regionalen Szenarien beruhen wiederum auf einer Vielzahl von globalen Klimaszenarien basierend auf verschiedenen Treibhausgasszenarien. Alle Klimarechnungen gingen gleichwertig in die Auswertungen ein. Die resultierenden Klimaänderungen werden in Form von Spannbreiten dargestellt.

### Mögliche Änderungen an der deutschen Ostseeküste bis Mitte des 21. Jahrhunderts (2036–2065) im Vergleich zu heute (1961–1990)

Klimaelemente und abgeleitete Größen	Jahresdurchschnitt	Sommer	Winter
<b>→ Temperatur</b>			
Durchschnittliche Temperatur	+1 bis +3 °C	+0,7 bis +3,6 °C	+1,1 bis +3,6 °C
Heiße Tage (Tage, an denen die Maximumtemperatur mindestens einmal am Tag über 30 °C steigt)	0 bis +18 Tage	0 bis +15 Tage	keine Änderung
Tropische Nächte (Tage, an denen die Minimumtemperatur nicht unter 20 °C sinkt)	0 bis +20 Nächte	0 bis +19 Nächte	keine Änderung
Frosttage (Tage, an denen die Minimumtemperatur unter 0 °C sinkt)	-14 bis -46 Tage	keine Änderung	-7 bis -27 Tage
<b>→ Niederschlag</b>			
Niederschlagsmenge (absolute Niederschlagssumme: Regen und Schnee)	-5 bis +20 %	-26 bis +30 %	-2 bis +27 %
Regentage (Tage mit mehr als 1 mm Niederschlag)	-11 bis +13 Tage	-6 bis +5 Tage	-3 bis +6 Tage
<b>→ Wind</b>			
Mittlere Windgeschwindigkeit	-2 bis +5 %	-5 bis +5 %	-4 bis +6 %
Sturmintensität (maximaler Betrag des Windvektors in 10 Meter Höhe)	-2 bis +5 %	-6 bis +4 %	-4 bis +11 %
Sturmtage (Tage, an denen die maximale Windgeschwindigkeit 62 km/h, Beaufort-Skala 8 = stürmischer Wind, überschreitet)	-6 bis +12 Tage	-3 bis +1 Tag	-3 bis +6 Tage



Wärmer scheint es künftig auf jeden Fall zu werden. Selbst wenn wir seit dem Jahr 2000 keine Treibhausgase mehr emittiert hätten, müssten wir bis Ende des Jahrhunderts weltweit mit einer Erwärmung von etwa 0,6 °C rechnen.

### Bewertung der Szenarien

→ Regionale Klimamodelle unterliegen einer Qualitätskontrolle. Diese liegt in der Verantwortung der Einrichtung, die öffentlich nutzbare Klimarechnungen durchführt.

Für einzelne Klimaszenarien können jedoch keine Qualitätsbewertungen zur „Richtigkeit“ durchgeführt werden. Laut IPCC beschreibt kein Szenario eine erwartete zukünftige „zentrale Tendenz“. Deshalb sollte weder ein Ensemblemittel noch ein bestimmtes Szenario auf diese Weise interpretiert oder als „wahrscheinlichste Zukunft“ angenommen werden. Liefert ein Szenario deutlich größere oder kleinere Klimaänderungen als andere, sind dies keine statistischen „Ausreißer“. Minimale und maximale Werte des Szenarien-Ensembles beschreiben die mögliche Spannbreite zukünftiger Entwicklungen. Weisen alle Szenarien des Ensembles Änderungen mit gleichen Vorzeichen auf, deutet dies auf ein

robustes Signal einer Klimaänderung hin. Dies ist beispielsweise bei der Änderung des Winterniederschlags an der deutschen Ostseeküste der Fall. Bis Ende des Jahrhunderts liegt der minimale Wert der möglichen Änderungen bei +4% und der maximale Wert bei +44%. Sie stellen weder Ausreißer dar, noch hat einer der Werte eine höhere Eintrittswahrscheinlichkeit als ein anderer Wert innerhalb der Spannbreite. Vielmehr deuten diese Werte auf ein robustes Signal einer Niederschlagszunahme im Winter hin. Alle Niederschlagszunahmen innerhalb der Spannbreite von +4 bis +44% sind gleich plausibel, möglich und bei der Planung von Anpassungsstrategien zu berücksichtigen.

### Mögliche Änderungen an der deutschen Ostseeküste bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071–2100) im Vergleich zu heute (1961–1990)

Klimaelemente und abgeleitete Größen	Jahresdurchschnitt	Sommer	Winter
<b>→ Temperatur</b>			
Durchschnittliche Temperatur	+1 bis +5,2 °C	+0,8 bis +6 °C	+1 bis +5,3 °C
Heiße Tage (Tage, an denen die Maximumtemperatur mindestens einmal am Tag über 30 °C steigt)	0 bis +32 Tage	0 bis +25 Tage	keine Änderung
Tropische Nächte (Tage, an denen die Minimumtemperatur nicht unter 20 °C sinkt)	0 bis +45 Nächte	0 bis +36 Nächte	keine Änderung
Frosttage (Tage, an denen die Minimumtemperatur unter 0 °C sinkt)	-15 bis -66 Tage	keine Änderung	-7 bis -39 Tage
<b>→ Niederschlag</b>			
Niederschlagsmenge (absolute Niederschlagssumme: Regen und Schnee)	-7 bis +30 %	-44 bis +55 %	+4 bis +44 %
Regentage (Tage mit mehr als 1 mm Niederschlag)	-20 bis +18 Tage	-17 bis +7 Tage	-3 bis +11 Tage
<b>→ Wind</b>			
Mittlere Windgeschwindigkeit	-5 bis +7 %	-10 bis +7 %	-8 bis +15 %
Sturmintensität (maximaler Betrag des Windvektors in 10 Meter Höhe)	-4 bis +5 %	-7 bis +3 %	-8 bis +10 %
Sturmtage (Tage, an denen die maximale Windgeschwindigkeit 62 km/h, Beaufort-Skala 8 = stürmischer Wind, überschreitet)	-7 bis +14 Tage	-3 bis +1 Tag	-4 bis +9 Tage

Die Erwärmung scheint sich an der deutschen Ostseeküste auch künftig weiter fortzusetzen. Bis Mitte des 21. Jahrhunderts wird die Lufttemperatur an der deutschen Ostseeküste im Jahresmittel voraussichtlich um 1 bis 3 °C ansteigen. Verglichen mit der Erwärmung von 0,8 °C innerhalb der letzten 100 Jahre ist also bereits in den nächsten Jahrzehnten mit einer deutlich beschleunigten Erwärmung zu rechnen. Bis Ende des 21. Jahrhunderts kann es an der deutschen Ostseeküste im Mittel sogar

etwa 1 bis 5,2 °C wärmer werden. Ein weiteres deutliches Signal in den regionalen Klimaszenarien ist die starke Niederschlagszunahme in den Wintermonaten. Bereits bis Mitte des Jahrhunderts kann es im Winter an der deutschen Ostseeküste bis 27% mehr regnen. Dieser Trend scheint sich bis zum Ende des Jahrhunderts weiter zu verstärken. Bis 2100 kann der Winterniederschlag im Vergleich zu heute (1961–1990) dann etwa 4 bis 44% zunehmen.

WEITERE INFORMATIONEN UNTER [WWW.NORDEUTSCHER-KLIMAAATLAS.DE](http://WWW.NORDEUTSCHER-KLIMAAATLAS.DE)

### Planen mit Szenarien und Monitoring

→ Obwohl Klimaszenarien keine konkrete Zahl für Klimaänderungen liefern, zeichnen sich Entwicklungskorridore ab. Diese beschreiben, was sich zukünftig wie stark ändern kann und wann dies plausibel ist. Entscheidungsträger können auf Basis dieser Entwicklungskorridore Handlungsoptionen für Wirtschaft, Politik und Privathaushalte bestimmen und bewerten. Diese dienen als Basis für Anpassungsstrategien an den Klimawandel.

Liefere die einzelnen Szenarien Klimaänderungen mit unterschiedlichen Vorzeichen, sollten für jedes Szenario Chancen und Risiken gegenübergestellt und Maßnahmen für die einzelnen Szenarien entwickelt werden. Dabei sollten Strategien entwickelt werden, die in möglichst vielen Szenarien zum Erfolg führen. In diesen Fällen kommt dem Monitoring bisheriger Klimaänderungen eine wichtige Funktion zu. Das Norddeutsche Küsten- und Klimabüro des Helmholtz-Zentrums Geesthacht hat zusam-

men mit dem Regionalen Klimabüro Hamburg des Deutschen Wetterdienstes ein Klimamonitorsystem für Norddeutschland entwickelt, das unter [www.norddeutscher-klimamonitor.de](http://www.norddeutscher-klimamonitor.de) öffentlich verfügbar ist. Sofern bisherige Entwicklungen konsistent mit einzelnen Klimaszenarien für die Zukunft sind, sollte die gegenwärtige Strategie hinsichtlich dieser Entwicklung überprüft bzw. überarbeitet werden. Zeigen die bisherigen Entwicklungen größere Änderungen als die künftigen Entwicklungskorridore der Klimaszenarien, müssen auch natürliche Klimaschwankungen verstärkt in den Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

