

Zukünftige Veränderungen klimatischer Kenngrößen in den Naturräumen Niedersachsens

Das „Weiter-wie-bisher“-Klimaszenario RCP8.5



Herausgeber:
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz (NLWKN)
Direktion
Am Sportplatz 23
26506 Norden

Autor:
Uwe Petry
NLWKN Betriebsstelle Hannover-Hildesheim
An der Scharlake 39
31135 Hildesheim

Bildnachweis (Titelseite):
NLWKN Betriebsstelle Hannover-Hildesheim
Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN)

2. Auflage: Juli, 2017

Online verfügbar unter:
http://www.nlwkn.niedersachsen.de/service/veroeffentlichungen_webshop/

Inhaltsverzeichnis

1	Begriffserklärung	4
2	Einleitung.....	5
3	Datengrundlagen	6
4	Methoden.....	8
5	Zusammenfassung	9
6	Klimagrößen-Steckbriefe	10
6.1	Klimagröße: Niederschlagssumme (Gesamtjahr)	12
6.2	Klimagröße: Niederschlagssumme (Sommer)	14
6.3	Klimagröße: Niederschlagssumme (Winter).....	16
6.4	Klimagröße: maximaler 5-Tages-Niederschlag (Gesamtjahr)	18
6.5	Klimagröße: Anzahl Starkregentage (Gesamtjahr)	20
6.6	Klimagröße: maximale Dauer von Trockenperioden (Gesamtjahr)	22
6.7	Klimagröße: Klimatische Wasserbilanz (Gesamtjahr)	24
6.8	Klimagröße: Mittlere Temperatur (Gesamtjahr).....	26
6.9	Klimagröße: Mittlere Temperatur (Sommer).....	28
6.10	Klimagröße: Mittlere Temperatur (Winter).....	30
6.11	Klimagröße: Anzahl Frosttage (Gesamtjahr).....	32
6.12	Klimagröße: Anzahl Spätfrosttage (Gesamtjahr).....	34
6.13	Klimagröße: Länge thermische Vegetationsperiode (Gesamtjahr).....	36
6.14	Klimagröße: Länge maximale Wärmeperiodendauer (Gesamtjahr)	38
7	Literaturverzeichnis	40

1 Begriffserklärung

Frosttage:

Anzahl der Tage mit einer Tagesminimumtemperatur $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Klimatische Wasserbilanz:

Ergibt sich aus der Differenz von Niederschlag und potentieller Evapotranspiration (ermittelt nach einem Verfahren von Penman, vereinfacht nach Wendling; DVWK, 1996)

Max. 5-Tages-Niederschlagssumme:

Maximale Niederschlagssumme von 5 aufeinander folgenden Tagen

Max. Dauer von Trockenperioden:

Maximale Dauer von aufeinander folgenden Tagen mit einem Niederschlag $< 1\text{ mm/d}$

Max. Wärmeperiodendauer:

Maximale Anzahl aufeinander folgender Tage mit einer Tagesmaximumtemperatur $> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$

Mitteltemperatur:

Arithmetisches Mittel der Tagestemperatur

Niederschlagssumme:

Summe des Niederschlages von Tagen mit einem Niederschlag $> 0\text{ mm/d}$

Quantil:

Das Quantil bezeichnet einen Wert innerhalb einer (der Größe nach sortierten) Wertemenge, der diese Menge in zwei Teile unterteilt. Ein bestimmter Anteil der Werte ist kleiner als das Quantil, der andere Anteil ist größer. So beschreibt z.B. das 75%-Quantil denjenigen Wert innerhalb der Wertemenge, der von 75% aller Werte unterschritten wird (bzw. von 25% überschritten wird).

Referenzzeitraum:

Als Referenzzeitraum (auch 20C-Zeitraum, engl. 20th Century) wird in diesem Bericht der Zeitraum von 1971-2000 bezeichnet. Dieser stellt die klimatischen Verhältnisse der jüngeren Vergangenheit dar und wird mit 30jährigen Zeiträumen in der Zukunft ins Verhältnis gesetzt, um das zukünftige Änderungssignal zu ermitteln.

Robustheit:

Die Änderung einer klimatischen Kenngröße (ermittelt aus dem mittleren Änderungssignal eines Ensembles von Klimamodellen) wird in diesem Bericht als robust bezeichnet, wenn mindestens ein bestimmter Anteil der zugrundeliegenden Klimamodelle diesen Änderungswert für die Zukunft bzgl. des Vorzeichens stützt (Zu- oder Abnahme) und sich ein bestimmter Anteil der Änderungssignale der Modelle zusätzlich statistisch signifikant von deren Werten des Referenzzeitraumes abhebt. Ein robustes Klimasignal hebt sich somit (ausreichend) deutlich von der Variabilität des Klimas der vergangenen Jahrzehnte ab.

Spätfrosttage:

Anzahl der Tage mit einer Tagesminimumtemperatur $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ab dem 1. April bis zum 31. Juli eines Jahres

Starkregentage:

Tage mit einer Niederschlagsmenge von $\geq 20\text{ mm/d}$

Thermische Vegetationsperiode:

Anzahl der Tage zwischen dem ersten Auftreten von mind. 6 aufeinander folgenden Tagen mit einer Tagesmitteltemperatur $> 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ und dem ersten Auftreten von mind. 6 aufeinander folgenden Tagen der zweiten Jahreshälfte mit einer Tagesmitteltemperatur $< 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

2 Einleitung

Nach den Erkenntnissen des 5. Sachstandsberichtes des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen der Vereinten Nationen (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013) gibt es eine eindeutige Erwärmung des globalen Klimasystems, deren wesentliche Ursache seit Mitte des 20. Jahrhunderts der menschliche Einfluss ist. Dieser Einfluss macht sich weltweit u.a. in deutlichen Veränderungen der Temperaturen und der Niederschlagsverhältnisse regional differenziert bemerkbar. Um diese Auswirkungen im Handlungsfeld der Wasserwirtschaft quantifizierbar zu machen, wurde in Niedersachsen 2008 u.a. das Projekt KliBiW (Globaler Klimawandel – Wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung für das Binnenland) ins Leben gerufen. Im Zuge dieses Projektes werden verschiedene wasserwirtschaftlich relevante Klimagrößen hinsichtlich ihrer Entwicklung in der Vergangenheit und der möglichen zukünftigen Veränderung für Niedersachsen untersucht (NLWKN 2012; NLWKN 2015). Diese Analysen wurden aufgegriffen und losgelöst von der Wasserwirtschaft auch auf andere klimatische Kenngrößen angewendet.

Der vorliegende Bericht zeigt die Ergebnisse dieser erweiterten Analysen von ausgewählten Klimagrößen für die Naturräume in Niedersachsen. Es werden Betrachtungen dargestellt sowohl für die Vergangenheit der letzten Jahrzehnte, die auf Messdaten des Deutschen Wetterdienstes beruhen, als auch für mögliche Entwicklungen in der Zukunft auf Basis von Daten internationaler Klimamodelle aus dem 5. Sachstandsbericht des IPCC. Die zukünftigen Entwicklungen basieren dabei auf einem Klimaszenario, in dem weltweit praktisch keinerlei Maßnahmen zum Klimaschutz unternommen werden und die Verbrennung fossiler Energieträger weiter voranschreitet wie bisher. Dieses Szenario, das in der Fachsprache als RCP8.5 bezeichnet wird, kann daher auch als „Weiter-wie-bisher“-Szenario (engl. business-as-usual) gesehen werden.

Es ist vorgesehen diesen Bericht zur Analyse der möglichen Wirkungen des Klimawandels fortzuführen und bei Bedarf die Datengrundlage der Klimaszenarien, der Klimamodelle sowie der analysierten klimatischen Kenngrößen zu erweitern. Mit der 2. Auflage erfolgte eine Korrektur der Definition und Neuberechnung der Spätfrosttage.

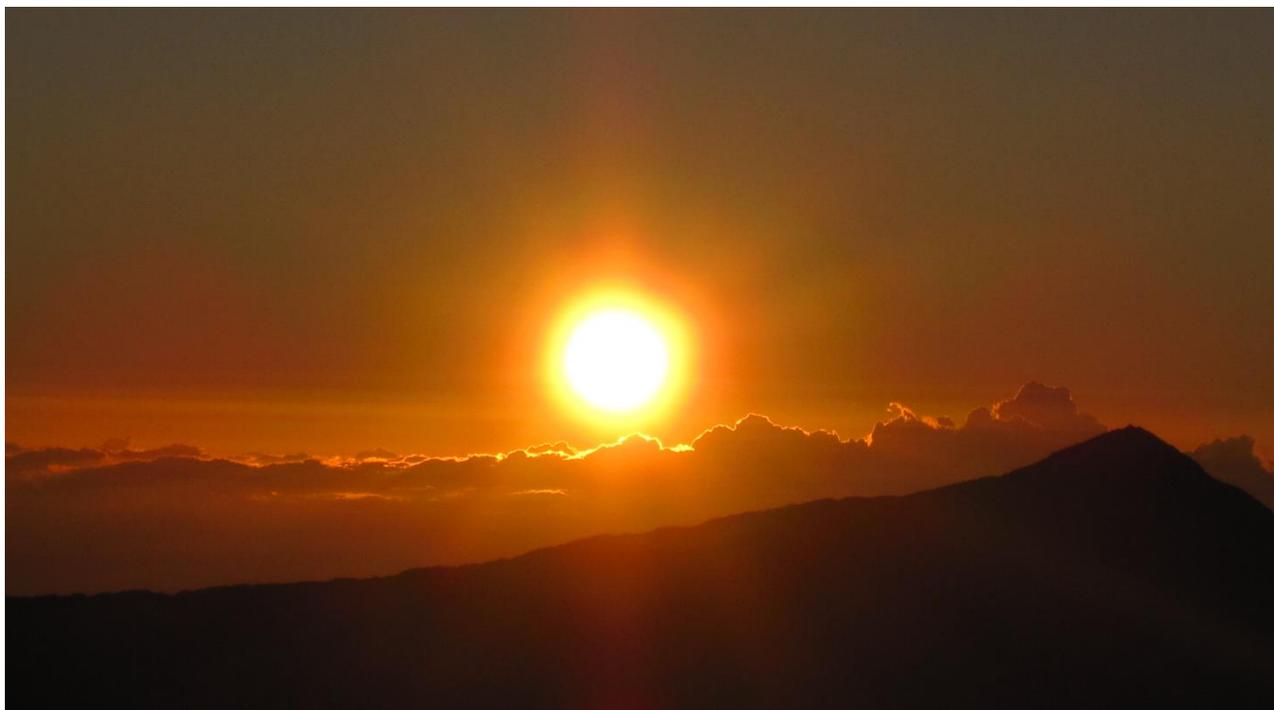


Abbildung 2-1: Die Sonne stellt die treibende Kraft unseres Klimas dar. Treibhausgase in der Atmosphäre verstärken diesen Effekt und bewirken eine zusätzliche Erwärmung.

3 Datengrundlagen

Für die Analysen der gegenwärtigen klimatischen Verhältnisse standen für Niedersachsen und daran angrenzende Regionen Stationsdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zur Verfügung (Abbildung 3-1). Hierbei handelt es sich um Niederschlagsdaten (an insgesamt 924 Stationen) und verschiedene Klimagrößen (an insgesamt 165 Stationen), u.a. Temperatur, Windgeschwindigkeit und Sonnenscheindauer. Die Daten liegen in einer zeitlichen Auflösung von Tageswerten vor und umfassen einen Zeitraum, je nach Station, von etwa 1950 bis 2015. Die punktuell vorliegenden Stationsdaten wurden im Zuge des KliBiW-Projektes regionalisiert, um flächenhafte Informationen für die Modellierung der Abflussverhältnisse in einem Wasserhaushaltsmodell vorliegen zu haben. Die Regionalisierung erfolgte je nach Klimagröße anhand unterschiedlicher geostatistischer Verfahren auf ein Raster von 1x1 km. Eine genauere Vorstellung der Methode erfolgt in Haberlandt et al. (2013). Da im Bereich der Nordseeküste nur wenige Stationen (mit ausreichend Daten) vorliegen, endet das interpolierte Raster der Beobachtungsdaten bei der Darstellung der Ergebnisse bereits vor der Küstenlinie (siehe Kapitel 6). Daher werden die gegenwärtigen Verhältnisse (Referenzzeitraum 1971-2000) für die Naturräume 1.1 (Deutsche Bucht) und 1.2 (Watten und Marschen) in diesem Bericht nicht ausgewertet.

Für die Analyse der zukünftigen klimatischen Verhältnisse (unter dem „Weiter-wie-bisher“-Szenario RCP8.5) wurde ein Ensemble von ausgewählten Klimamodellen herangezogen. Diese Modelldaten entstammen dem Projekt EURO-CORDEX, welches die Daten der globalen Klimamodelle aus dem 5. Sachstandsbericht des IPCC mit Hilfe von regionalen Klimamodellen von einer Auflösung von ca. 200x200 km auf 12,5x12,5 km umrechnet, in der Fachsprache „downscaling“ genannt (Abbildung 3-2). Zum Zeitpunkt dieses Berichtes lagen für das Szenario RCP8.5 rund 30 Klimamodellläufe aus EURO-CORDEX vor. Aufgrund des relativ großen Aufwandes zur Aufbereitung der Daten wurden zunächst 8 dieser Läufe ausgewählt und analysiert. Zu den ausgewählten Modellketten zählen (Global- / Regionalmodell):

- CNRM-CM5 / RCA4
- EC-EARTH / HIRHAM5
- EC-EARTH / RACMO22E
- EC-EARTH / RCA4
- HadGEM2-ES / RCA4
- IPSL-CM5A-MR / RCA4
- MPI-ESM-LR / CCLM4-8-17
- MPI-ESM-LR / RCA4

Ein Vergleich der Modelldaten mit den Beobachtungsdaten anhand verschiedener Temperatur- und Niederschlagskenngrößen zeigte, dass die Modelle die gemessenen Daten (also die „Realität“) häufig nicht ausreichend gut repräsentieren. Dies kann gerade bei der Analyse von Kenngrößen mit Schwellenwerten (z.B. Hitze- oder Trockentage) dazu führen, dass die ermittelten zukünftigen Veränderungen in Bezug auf die gegenwärtigen Verhältnisse nicht korrekt sind (sofern die Messungen die gegenwärtigen Verhältnisse korrekt abbilden). Um diese Abweichungen zu minimieren, wurden die Modelldaten an die Messungen im Beobachtungszeitraum mittels Faktorisierung systematisch angepasst (auch Bias-Korrektur bzw. Bias-Adjustierung genannt), so dass sie die Beobachtung im Mittel über längere Zeiträume ausreichend gut wiedergeben. Als Verfahren wurde dabei das „linear scaling“ über Monatsfaktoren angewendet (NLWKN 2017). Die ermittelten Anpassungsfaktoren wurden anschließend auch auf die Daten der Zukunft angewendet, unter der Annahme, dass sich die Abweichungen von der „Realität“ in der Zukunft in gleichem Maße fortsetzen wie die Abweichungen von der beobachteten Gegenwart.

Anschließend wurden auch diese korrigierten Modelldaten regionalisiert. Die Auflösung der Modelldatenraster betrug anschließend 10x10 km. Im Gegensatz zur aufwändigen geostatistischen Methode bei den Messdaten wurden die Modelldaten mittels eines einfachen Ansatzes (Inverse Distanz in Form des Quadrantenverfahrens) interpoliert, da sie bereits als Rasterdaten (mit einer Auflösung von 12,5x12,5 km) vorlagen.

Das Untersuchungsgebiet der Analysen umfasst die Naturräume von Niedersachsen (Abbildung 3-3). Für jeden Naturraum wird als Ergebnis ein mittleres Änderungssignal sowie dessen Bandbreite auf Basis des Modell-Ensembles als Gebietsmittel dargestellt (vgl. Kapitel 6).

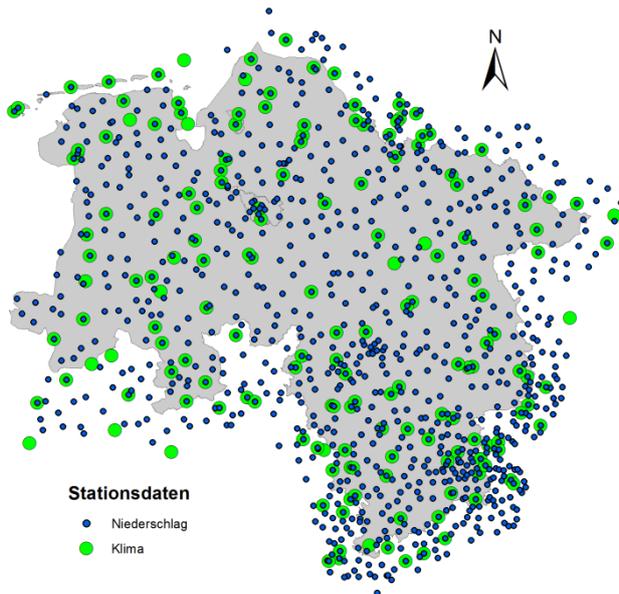


Abbildung 3-1: Lage der Stationen des Deutschen Wetterdienstes mit Tageswerten des Niederschlages und verschiedener klimatischer Größen

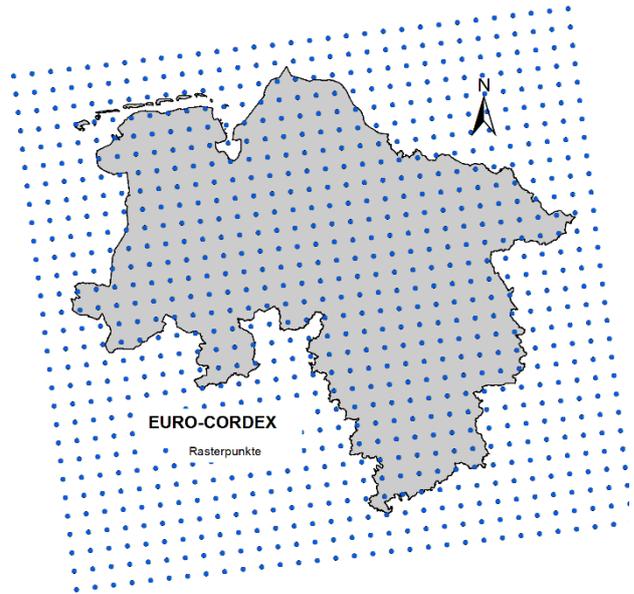
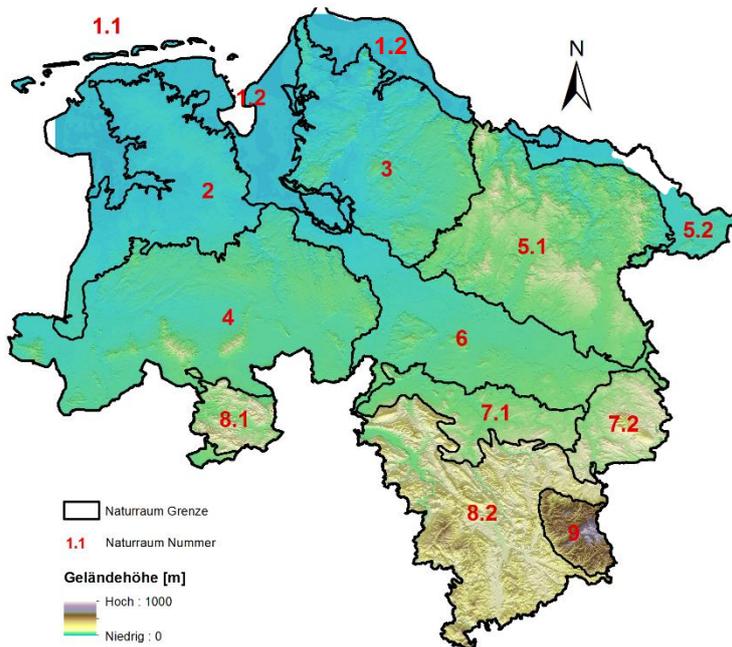


Abbildung 3-2: Lage der Rasterpunkte der EURO-CORDEX Daten der Regionalen Klimamodelle mit einer Auflösung von 12,5x12,5 km



- 1.1 Deutsche Bucht
- 1.2 Watten und Marschen
- 2 Ostfriesisch-Oldenburgische Geest
- 3 Stader Geest
- 4 Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung
- 5.1 Lüneburger Heide
- 5.2 Wendland, Untere Mittelbeniederung
- 6 Weser-Aller-Flachland
- 7.1 Börden (Westteil)
- 7.2 Ostbraunschweigisches Hügelland
- 8.1 Osnabrücker Hügelland
- 8.2 Weser- und Weser-Leine Bergland
- 9 Harz

Abbildung 3-3: Übersicht über die Naturräumlichen Regionen in Niedersachsen

4 Methoden

Die Analyse der Änderungssignale erfolgte anhand von 30jährigen Mittelwerten, die jeweils für die Vergangenheit und die Zukunft berechnet wurden. Als Referenzzeitraum in der Vergangenheit wurde hierbei die Periode von 1971-2000 herangezogen. Die Veränderungen in der Zukunft gegenüber dieser Referenzperiode wurden für zwei Zeitabschnitte ermittelt: einmal für die nahe Zukunft (2021-2050) und einmal für die ferne Zukunft (2071-2100). Aufgrund der in Kapitel 3 beschriebenen Abweichungen der Klimamodelldaten gegenüber der Beobachtung im Gegenwartszeitraum und in Anlehnung an die Leitlinien zur Interpretation von Klimamodelldaten (Linke et al., 2015) erfolgte die Berechnung des Änderungssignales in der nahen bzw. fernen Zukunft auf Basis der Klimamodelldaten für den Referenzzeitraum und nicht auf Basis der beobachteten Messdaten. Die Beobachtungsdaten wurden ausschließlich für die Darstellung der gegenwärtigen Verhältnisse verwendet (vgl. Kapitel 6, Abbildung 6-1, oben links).

Es wurden verschiedene ausgewählte klimatische Kenngrößen analysiert (Erläuterungen hierzu vgl. Kapitel 1). Dazu zählen

- die Niederschlagssumme
- die maximale 5-Tages-Niederschlagssumme
- die Anzahl der Starkregentage
- die maximale Dauer von Trockenperioden
- die Klimatische Wasserbilanz
- die Tagesmitteltemperatur
- die Anzahl der Frosttage
- die Anzahl der Spätfrosttage
- die Länge der thermischen Vegetationsperiode
- die Länge der maximalen Wärmeperiodendauer

Für alle Kenngrößen erfolgt die Betrachtung der Veränderungen bezogen auf das Gesamtjahr. Die Größen der Tagesmitteltemperatur und die Niederschlagssummen wurden zusätzlich auch getrennt nach Sommer- (Juni, Juli, August) und Wintermonaten (Dezember, Januar, Februar) analysiert.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in Form sog. Klimagrößen-Steckbriefen (siehe Kapitel 6). Diese enthalten Karten, sog. Box-Plots und Tabellen. Die Karten der gegenwärtigen Verhältnisse basieren auf dem 1x1 km Raster der Beobachtungsdaten und zeigen den Mittelwert für den Zeitraum 1971-2000. Die Karten der Änderungssignale für die nahe und ferne Zukunft basieren auf dem 10x10 km Raster der Klimamodelldaten, die als Gebietsmittel dargestellt werden. In diesen Karten kann zusätzlich eine Schraffur erscheinen, die symbolisiert, in welchen Gebieten das mittlere Änderungssignal des Ensembles als „nicht robust“, d.h. „nicht verlässlich“ bzw. „unsicher“ einzustufen ist. Hierbei wird ein Signal in Anlehnung an Pfeifer et al. (2015) als robust angesehen, wenn dieses zum einen bei wenigstens 5 von 8 Modellen statistisch signifikant ist. Die Signifikanz wurde über einen mehrstufigen Prozess mittels verschiedener statistischer Testverfahren ermittelt (Linke et al., 2015). Zum anderen müssen wenigstens 5 von 8 Modellen das gleiche Vorzeichen bzgl. des Änderungssignals aufweisen. Robuste Klimasignale (d.h. Regionen ohne Schraffur) weisen also eine Entwicklung der betrachteten Klimagröße auf, die sich von den natürlichen Schwankungen der vergangenen Jahrzehnte deutlich unterscheidet und als Indiz für ein sich wandelndes Klima gesehen werden kann. Die Boxplots zeigen das mittlere Änderungssignal des Ensembles sowie die Bandbreite der möglichen Entwicklung über alle Ensemble-Mitglieder je Naturraum, sowohl für das 25%- / 75%-Quantil als auch für den minimalen bzw. maximalen Wert aus dem Ensemble. In der Tabelle werden abschließend sowohl die gegenwärtigen Verhältnisse basierend auf Messdaten als auch die Änderungssignale und Bandbreiten basierend auf den Modelldaten des Ensembles als Zahlenwerte aufgeführt. Bei allen Darstellungen der Änderungssignale ergibt sich das mittlere Signal aus dem Median des Modell-Ensembles.

5 Zusammenfassung

Insgesamt konnten folgende wesentlichen Erkenntnisse aus den Analysen der Klimakenngrößen auf Ebene der Naturräume in Niedersachsen bzgl. der möglichen Klimaänderungen im Falle des „Weiter-wie-bisher“-Klimaszenarios RCP8.5 gewonnen werden:

Niederschlag(-Kenngrößen)

- Es käme tendenziell zu einer Zunahme der Niederschläge. Diese lägen im Mittel bei ca. +5% (+1% im Sommer, +6% im Winter) bis 2050 und bei ca. +11% (-2% im Sommer, +16% im Winter) bis 2100.
- Im schlimmsten Fall lägen die größten Zunahmen (im Winter) bei ca. +20% (bis 2050) bzw. ca. +35% (bis 2100).
- Die Signale der Niederschlag-Kenngrößen sind insgesamt wenig robust. Ausnahmen hiervon bilden vereinzelte Signale für die ferne Zukunft sowie in den Wintermonaten, die gleichzeitig zumeist auch stärker ausgeprägt sind.
- Eine Zunahme der Niederschlagsextreme (sowohl was die Niederschlagsmengen als auch die Anzahl der Ereignisse betrifft) würde in der 2. Hälfte des 21. Jahrhunderts deutlicher und robuster in Erscheinung treten.
- Die Bandbreiten und damit Unsicherheiten in den Aussagen nehmen in der fernen Zukunft grundsätzlich zu, lassen aber weiterhin (Richtungs-)Tendenzen erkennen, mit Ausnahme der Sommermonate und bei Trockenindizes.
- Besondere regionale Schwerpunkte der möglichen Entwicklungen sind kaum zu erkennen. Insgesamt scheint das zentrale Niedersachsen von den zunehmenden Tendenzen der Niederschläge etwas weniger betroffen zu sein.

Temperatur(-Kenngrößen)

- Es käme zu einer kontinuierlichen, flächenhaften Zunahme der mittleren Temperaturen. Diese lägen im Mittel im Jahr bei ca. +1,3 °C (+1,0 °C im Sommer, +1,2 °C im Winter) bis 2050 und bei ca. +3,3 °C (+3,2 °C im Sommer, +3,7 °C im Winter) bis 2100.
- Im schlimmsten Fall müsste man in einigen Regionen je nach Saison mit Zunahmen bis ca. 2,2 °C (bis 2050) bzw. ca. +4,5 °C (bis 2100) rechnen.
- Die mögliche Entwicklung der Temperatur-Kenngrößen ist geprägt durch eine Zunahme der wärmespezifischen Kenntage sowie eine Abnahme der kältespezifischen Kenntage.
- Die Signale der Temperatur-Kenngrößen sind fast durchweg robust.
- Die Signale sind in der fernen Zukunft (2071-2100) grundsätzlich stärker ausgeprägt als in der nahen Zukunft (2021-2050).
- Es gibt praktisch keine regionalen Muster bei den Änderungssignalen. Einige Größen sind im Bereich des Harzes, des östlichen Niedersachsens bzw. der Küstenregion etwas stärker ausgeprägt.

Es wird betont, dass die Erkenntnisse nur für das betrachtete Klimaszenario (RCP8.5), die analysierten Zeiträume (2021-2050 bzw. 2071-2100 gegenüber 1971-2000) sowie das benutzte Modell-Ensemble gültig sind. Andere Szenarien, Zeiträume oder Ensembles können zu anderen Ergebnissen führen. Detaillierte Darstellungen der Auswertungen der einzelnen Klima-Kenngrößen können den Klimagrößen-Steckbriefen im folgenden Kapitel 6 entnommen werden.

6 Klimagrößen-Steckbriefe



**Bezeichnung der natur-
räumlichen Regionen**



**Band-
breiten
nahe
Zukunft**



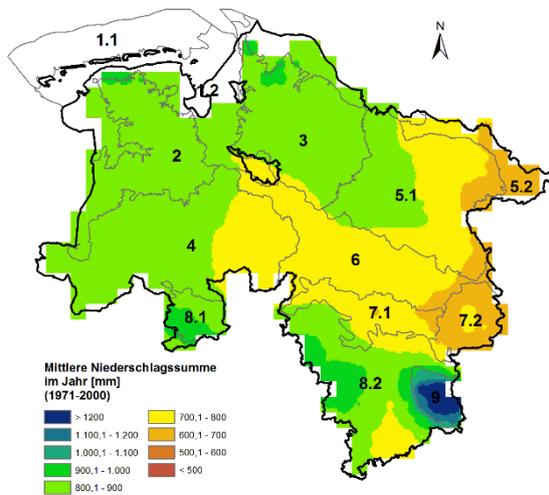
**Band-
breiten
ferne
Zukunft**

Abbildung 6-1: Aufbau und Inhalte der Klimagrößen-Steckbriefe (Teil 1)

Tabellarische Darstellung der		
Naturräume	Absolutwerte der Beobachtung (1971-2000)	minimalen, mittleren und maximalen Änderungssignale für die nahe (2021-2050) und ferne (2071-2100) Zukunft

Abbildung 6-2: Aufbau und Inhalte der Klimagrößen-Steckbriefe (Teil 2)

6.1 Klimagröße: Niederschlagssumme (Gesamtjahr)



Naturräumliche Region:

- 1.1 Deutsche Bucht
- 1.2 Watten und Marschen
- 2 Ostfriesisch-Oldenburgische Geest
- 3 Stader Geest
- 4 Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung
- 5.1 Lüneburger Heide
- 5.2 Wendland, Untere Mittelelbeniederung
- 6 Weser-Aller-Flachland
- 7.1 Börden (Westteil)
- 7.2 Ostbraunschweigisches Hügelland
- 8.1 Osnabrücker Hügelland
- 8.2 Weser- und Weser-Leinebergland
- 9 Harz

Abb. 1: Gegenwärtige Verhältnisse (Mittel 1971-2000 = 20C)

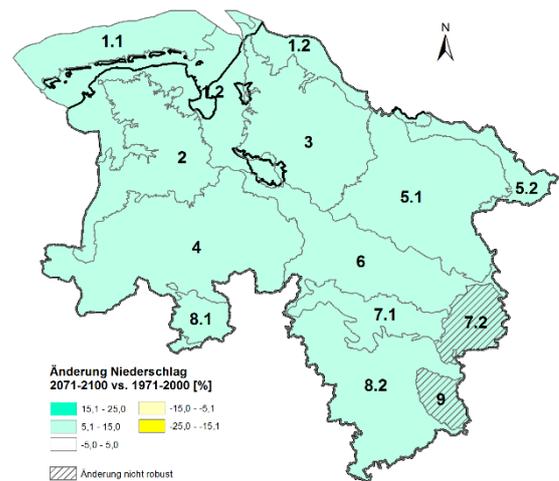
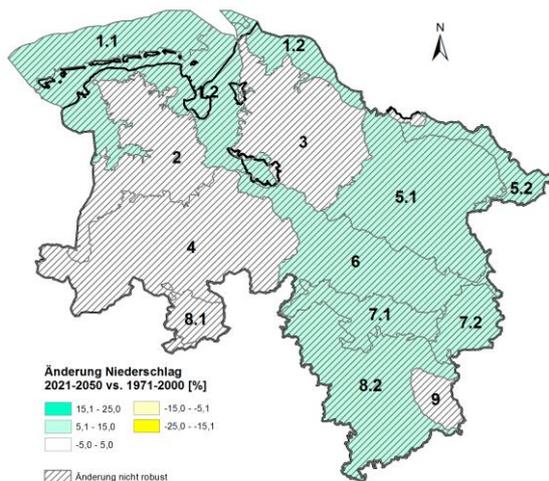


Abb. 2: Zukünftige Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

Abb. 3: Zukünftige Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

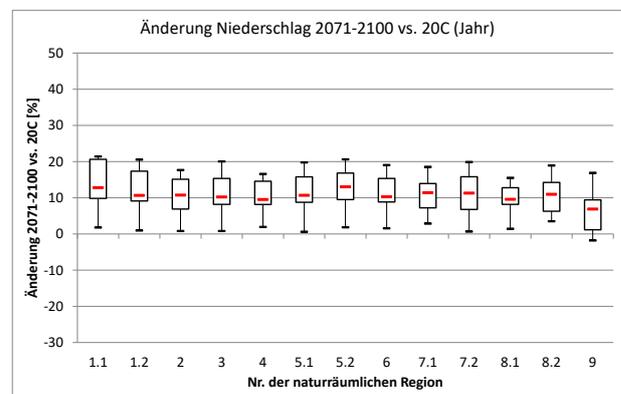
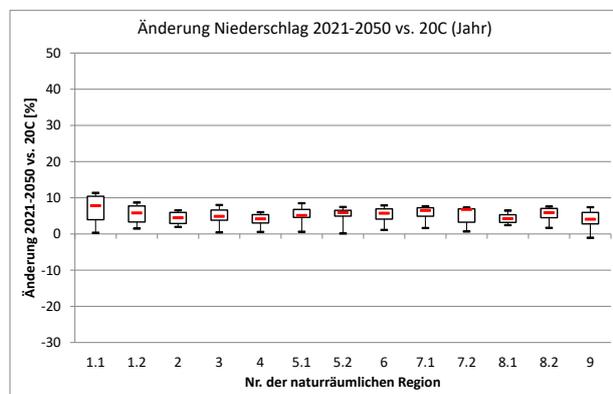


Abb. 4: Bandbreiten der Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

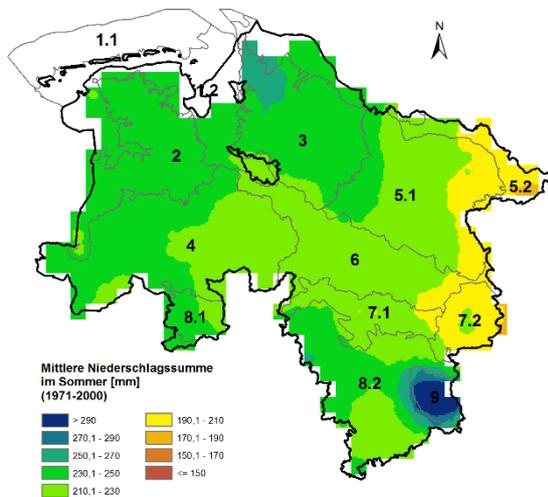
Abb. 5: Bandbreiten der Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Tab. 1: Mittelwert der Beobachtung (1971-2000) und mittlere Änderungssignale mit Bandbreiten für die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) nach dem Modell-Ensemble für das Szenario RCP8.5

	1971-2000 [mm]	Änderung 2021-2050 [%]			Änderung 2071-2100 [%]		
	Mittel ¹⁾	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum
Deutsche Bucht	---	0	+8	+11	+2	+13	+21
Watten und Marschen	---	+1	+6	+9	+1	+11	+21
Ostfriesisch-Oldenburgische Geest	861	+2	+5	+7	+1	+11	+18
Stader Geest	848	0	+5	+8	+1	+10	+20
Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung	829	+1	+4	+6	+2	+10	+17
Lüneburger Heide	776	+1	+5	+9	+1	+11	+20
Wendland, Untere Mittelelbeniederung	670	0	+6	+8	+2	+13	+21
Weser-Aller-Flachland	746	+1	+6	+8	+2	+10	+19
Börden (Westteil)	734	+2	+7	+8	+3	+11	+19
Ostbraunschweigisches Hügelland	684	+1	+7	+7	+1	+11	+20
Osnabrücker Hügelland	896	+2	+4	+6	+1	+10	+16
Weser- und Weser-Leinebergland	854	+2	+6	+8	+4	+11	+19
Harz	1274	-1	+4	+7	+2	+7	+17

¹⁾ basierend auf Messwerten des Niederschlags mit Richter-Korrektur

6.2 Klimagröße: Niederschlagssumme (Sommer)



Naturräumliche Region:

- 1.1 Deutsche Bucht
- 1.2 Watten und Marschen
- 2 Ostfriesisch-Oldenburgische Geest
- 3 Stader Geest
- 4 Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung
- 5.1 Lüneburger Heide
- 5.2 Wendland, Untere Mittelelbeniederung
- 6 Weser-Aller-Flachland
- 7.1 Börden (Westteil)
- 7.2 Ostbraunschweigisches Hügelland
- 8.1 Osnabrücker Hügelland
- 8.2 Weser- und Weser-Leinebergland
- 9 Harz

Abb. 1: Gegenwärtige Verhältnisse (Mittel 1971-2000 = 20C)

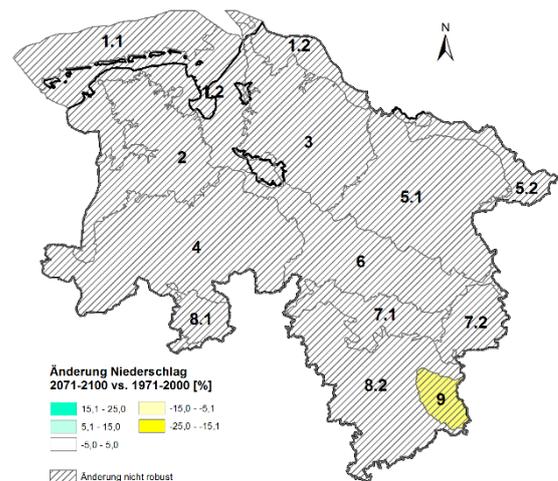
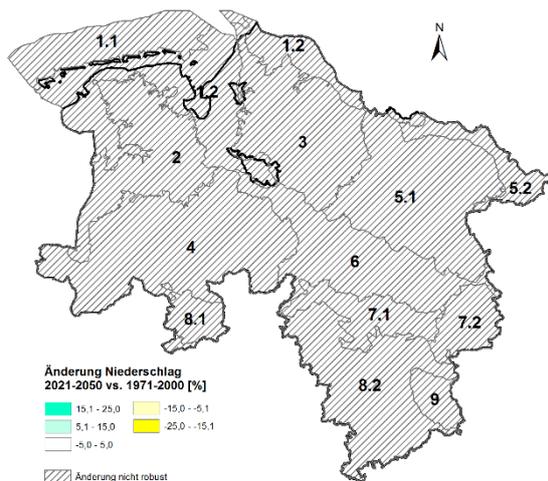


Abb. 2: Zukünftige Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

Abb. 3: Zukünftige Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

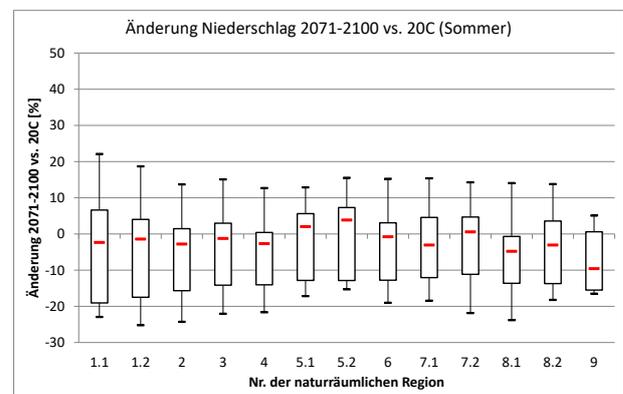
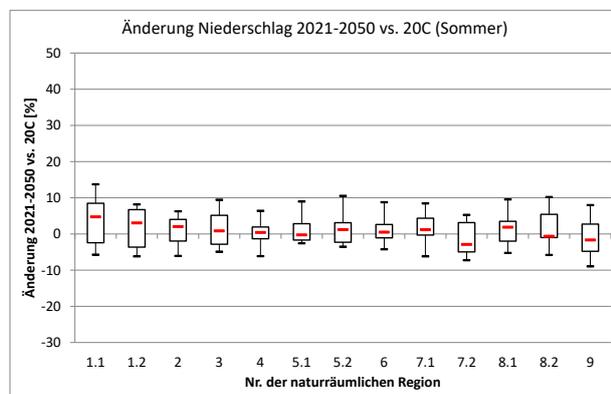


Abb. 4: Bandbreiten der Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

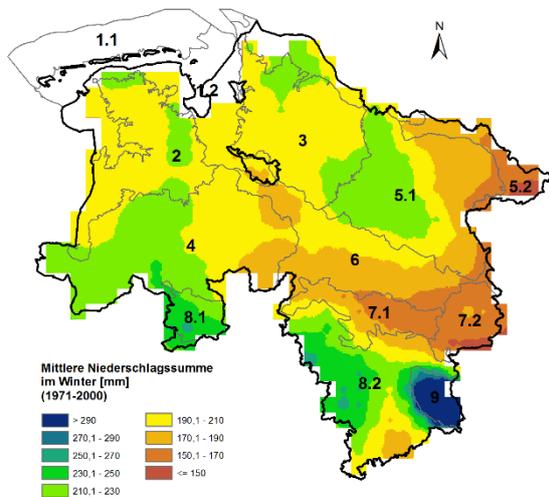
Abb. 5: Bandbreiten der Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Tab. 1: Mittelwert der Beobachtung (1971-2000) und mittlere Änderungssignale mit Bandbreiten für die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) nach dem Modell-Ensemble für das Szenario RCP8.5

	1971-2000 [mm]	Änderung 2021-2050 [%]			Änderung 2071-2100 [%]		
	Mittel ¹⁾	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum
Deutsche Bucht	---	-6	+5	+14	-23	-2	+22
Watten und Marschen	---	-6	+3	+8	-25	-1	+19
Ostfriesisch-Oldenburgische Geest	239	-6	+2	+6	-24	-3	+14
Stader Geest	237	-5	+1	+9	-22	-1	+15
Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung	229	-6	0	+6	-22	-3	+13
Lüneburger Heide	218	-3	0	+9	-17	+2	+13
Wendland, Untere Mittelelbeniederung	201	-4	+1	+11	-15	+4	+16
Weser-Aller-Flachland	217	-4	+1	+9	-19	-1	+15
Börden (Westteil)	217	-6	+1	+8	-19	-3	+15
Ostbraunschweigisches Hügelland	205	-7	-3	+5	-22	+1	+14
Osnabrücker Hügelland	233	-5	+2	+10	-24	-5	+14
Weser- und Weser-Leinebergland	234	-6	-1	+10	-18	-3	+14
Harz	295	-9	-2	+8	-17	-10	+5

¹⁾ basierend auf Messwerten des Niederschlags mit Richter-Korrektur

6.3 Klimagröße: Niederschlagssumme (Winter)



Naturräumliche Region:

- 1.1 Deutsche Bucht
- 1.2 Watten und Marschen
- 2 Ostfriesisch-Oldenburgische Geest
- 3 Stader Geest
- 4 Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung
- 5.1 Lüneburger Heide
- 5.2 Wendland, Untere Mittelelbeniederung
- 6 Weser-Aller-Flachland
- 7.1 Börden (Westteil)
- 7.2 Ostbraunschweigisches Hügelland
- 8.1 Osnabrücker Hügelland
- 8.2 Weser- und Weser-Leinebergland
- 9 Harz

Abb. 1: Gegenwärtige Verhältnisse (Mittel 1971-2000 = 20C)

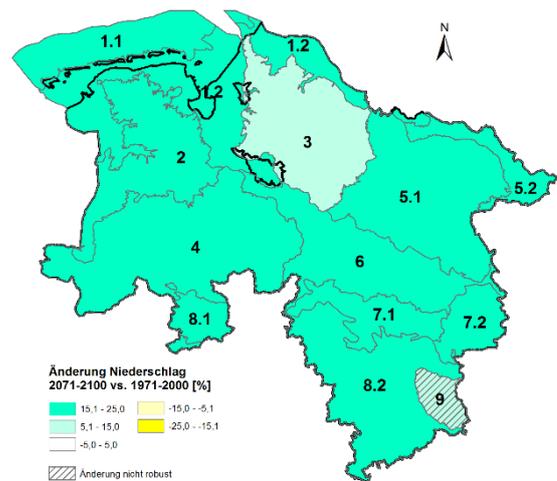
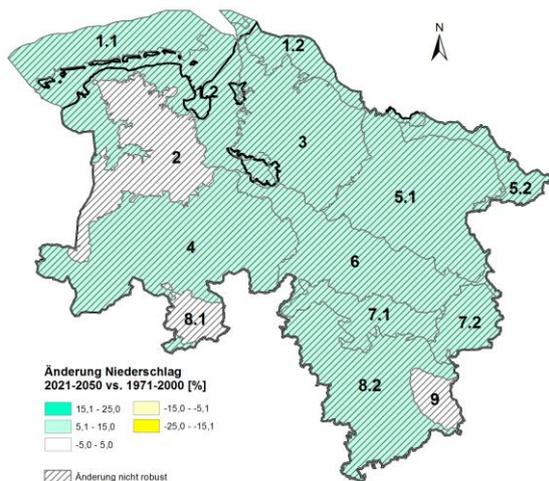


Abb. 2: Zukünftige Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

Abb. 3: Zukünftige Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

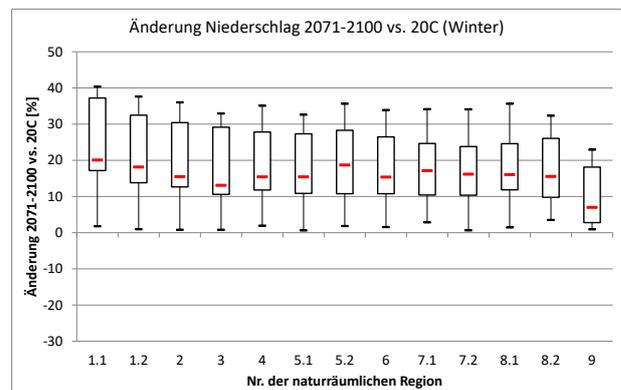
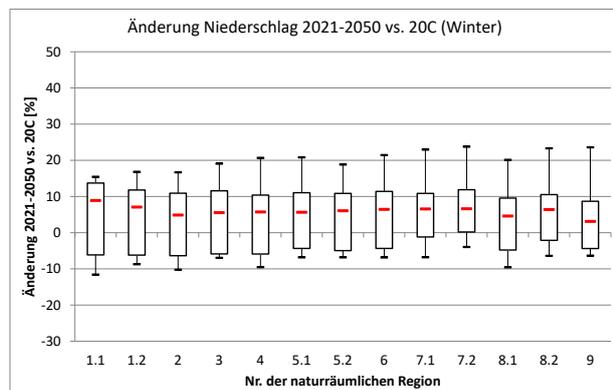


Abb. 4: Bandbreiten der Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

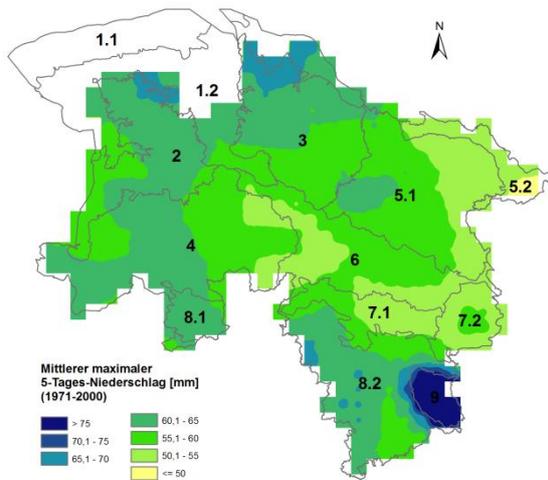
Abb. 5: Bandbreiten der Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Tab. 1: Mittelwert der Beobachtung (1971-2000) und mittlere Änderungssignale mit Bandbreiten für die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) nach dem Modell-Ensemble für das Szenario RCP8.5

	1971-2000 [mm]	Änderung 2021-2050 [%]			Änderung 2071-2100 [%]		
	Mittel ¹⁾	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum
Deutsche Bucht	---	-12	+9	+15	+2	+20	+40
Watten und Marschen	---	-9	+7	+17	+1	+18	+38
Ostfriesisch-Oldenburgische Geest	206	-10	+5	+17	+1	+16	+36
Stader Geest	205	-7	+6	+19	+1	+13	+33
Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung	335	-10	+6	+21	+2	+15	+35
Lüneburger Heide	199	-7	+6	+21	+1	+15	+33
Wendland, Untere Mittelelbeniederung	165	-7	+6	+19	+2	+19	+36
Weser-Aller-Flachland	185	-7	+6	+21	+2	+15	+34
Börden (Westteil)	177	-7	+7	+23	+3	+17	+34
Ostbraunschweigisches Hügelland	161	-4	+7	+24	+1	+16	+34
Osnabrücker Hügelland	236	-10	+5	+20	+1	+16	+36
Weser- und Weser-Leinebergland	220	-6	+6	+23	+4	+16	+32
Harz	335	-6	+3	+24	+1	+7	+23

¹⁾ basierend auf Messwerten des Niederschlags mit Richter-Korrektur

6.4 Klimagröße: maximaler 5-Tages-Niederschlag (Gesamtjahr)



Naturräumliche Region:

- 1.1 Deutsche Bucht
- 1.2 Watten und Marschen
- 2 Ostfriesisch-Oldenburgische Geest
- 3 Stader Geest
- 4 Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung
- 5.1 Lüneburger Heide
- 5.2 Wendland. Untere Mittelelbeniederung
- 6 Weser-Aller-Flachland
- 7.1 Börden (Westteil)
- 7.2 Ostbraunschweigisches Hügelland
- 8.1 Osnabrücker Hügelland
- 8.2 Weser- und Weser-Leinebergland
- 9 Harz

Abb. 1: Gegenwärtige Verhältnisse (Mittel 1971-2000 = 20C)

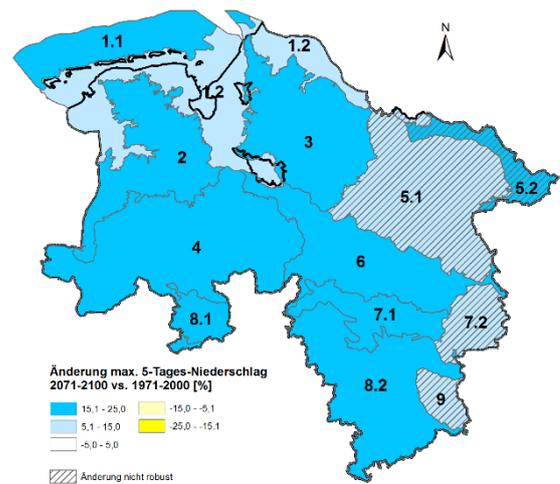
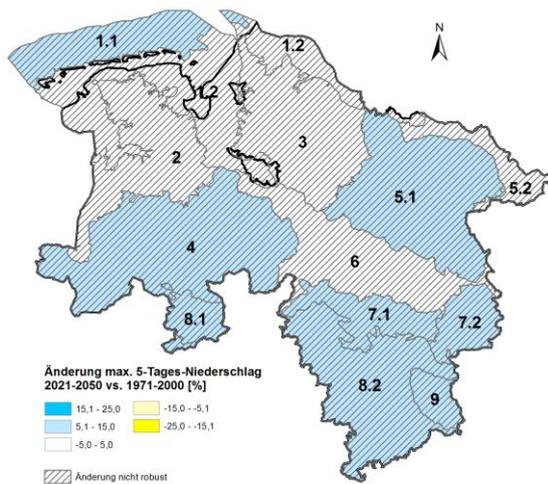


Abb. 2: Zukünftige Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

Abb. 3: Zukünftige Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

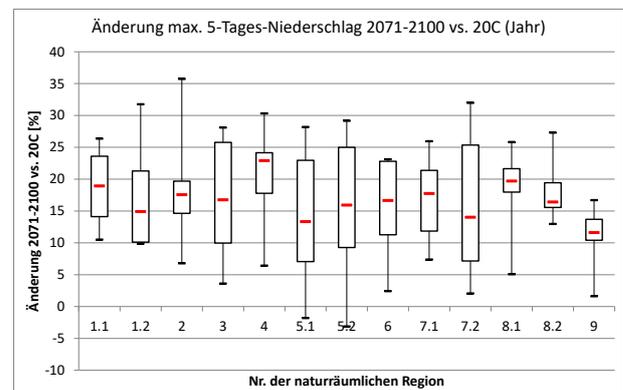
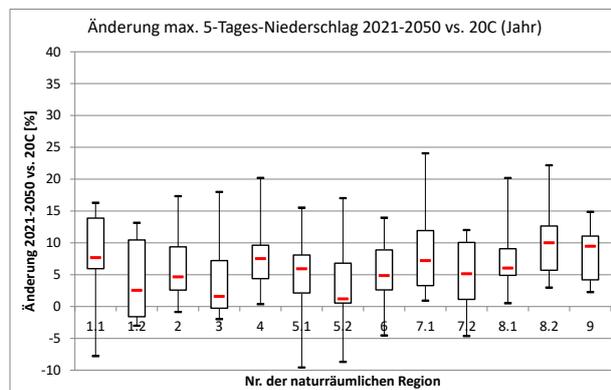


Abb. 4: Bandbreiten der Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

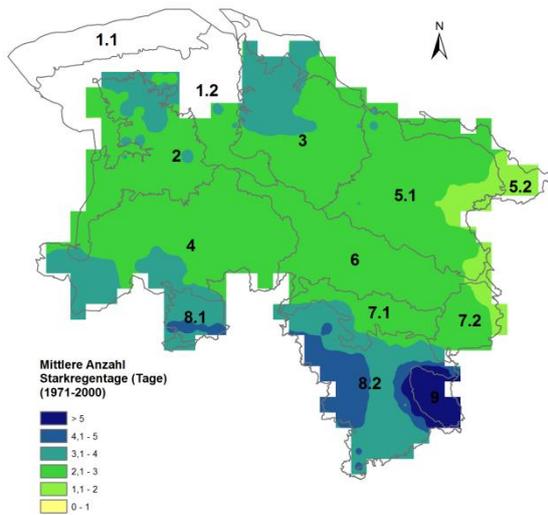
Abb. 5: Bandbreiten der Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Tab. 1: Mittelwert der Beobachtung (1971-2000) und mittlere Änderungssignale mit Bandbreiten für die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) nach dem Modell-Ensemble für das Szenario RCP8.5

	1971-2000 [mm]	Änderung 2021-2050 [%]			Änderung 2071-2100 [%]		
	Mittel ¹⁾	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum
Deutsche Bucht	---	-8	+8	+16	+11	+19	+26
Watten und Marschen	---	-3	+3	+13	+10	+15	+32
Ostfriesisch-Oldenburgische Geest	61	-1	+5	+17	+7	+18	+36
Stader Geest	61	-2	+2	+18	+4	+17	+28
Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung	59	0	+8	+20	+6	+23	+30
Lüneburger Heide	57	-10	+6	+16	-2	+13	+28
Wendland, Untere Mittelelbeniederung	52	-9	+1	+17	-3	+16	+29
Weser-Aller-Flachland	55	-5	+5	+14	+2	+17	+23
Börden (Westteil)	55	+1	+7	+24	+7	+18	+26
Ostbraunschweigisches Hügelland	54	-5	+5	+12	+2	+14	+32
Osnabrücker Hügelland	62	+1	+6	+20	+5	+20	+26
Weser- und Weser-Leinebergland	62	+3	+10	+22	+13	+16	+27
Harz	87	+2	+10	+15	+2	+12	+17

¹⁾ basierend auf Messwerten des Niederschlags mit Richter-Korrektur

6.5 Klimagröße: Anzahl Starkregentage (Gesamtjahr)



Naturräumliche Region:

- 1.1 Deutsche Bucht
- 1.2 Watten und Marschen
- 2 Ostfriesisch-Oldenburgische Geest
- 3 Stader Geest
- 4 Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung
- 5.1 Lüneburger Heide
- 5.2 Wendland. Untere Mittelelbeniederung
- 6 Weser-Aller-Flachland
- 7.1 Börden (Westteil)
- 7.2 Ostbraunschweigisches Hügelland
- 8.1 Osnabrücker Hügelland
- 8.2 Weser- und Weser-Leinebergland
- 9 Harz

Abb. 1: Gegenwärtige Verhältnisse (Mittel 1971-2000 = 20C)

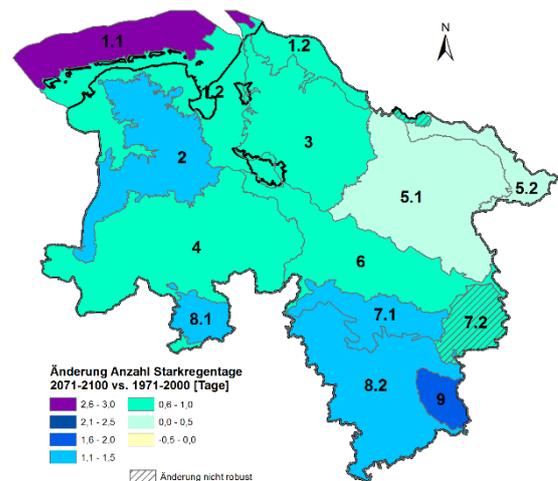
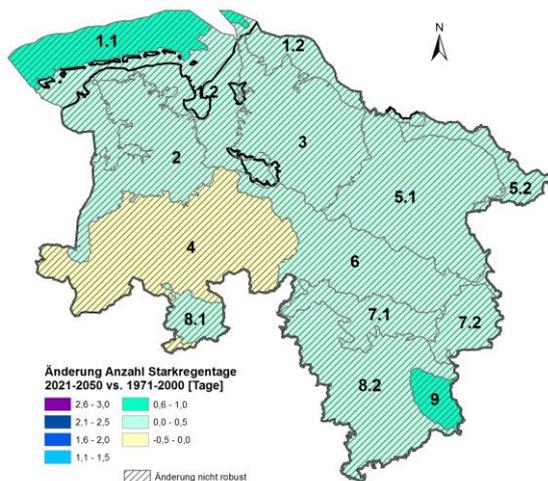


Abb. 2: Zukünftige Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

Abb. 3: Zukünftige Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

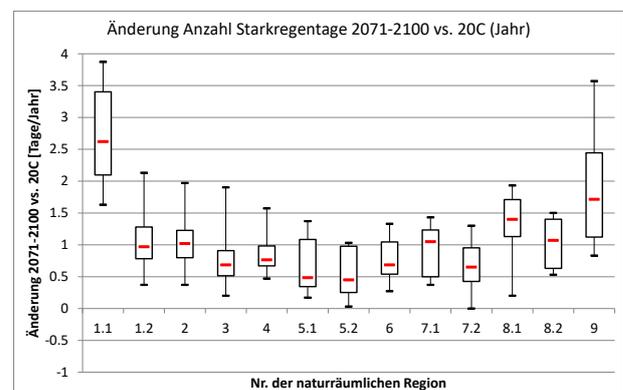
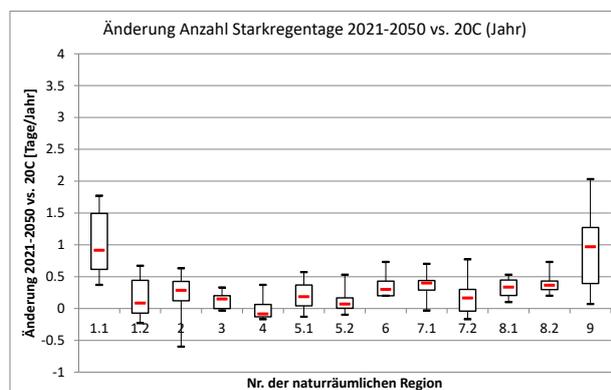


Abb. 4: Bandbreiten der Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

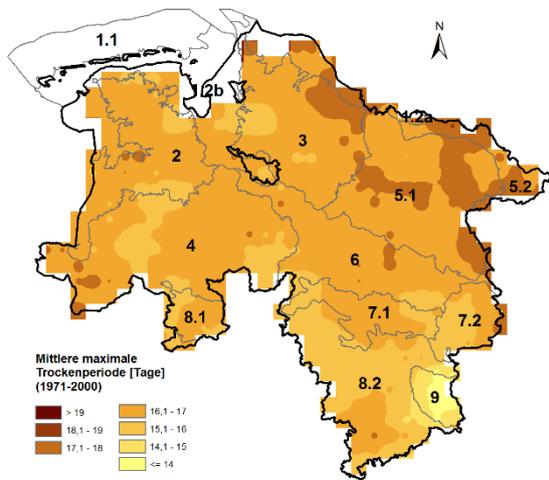
Abb. 5: Bandbreiten der Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Tab. 1: Mittelwert der Beobachtung (1971-2000) und mittlere Änderungssignale mit Bandbreiten für die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) nach dem Modell-Ensemble für das Szenario RCP8.5

	1971-2000 [Tage]	Änderung 2021-2050 [Tage]			Änderung 2071-2100 [Tage]		
	Mittel ¹⁾	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum
Deutsche Bucht	---	+0,4	+0,9	+1,8	+1,6	+2,6	+3,9
Watten und Marschen	---	-0,2	+0,1	+0,7	+0,4	+1,0	+2,1
Ostfriesisch-Oldenburgische Geest	2,8	-0,6	+0,3	+0,6	+0,4	+1,0	+2,0
Stader Geest	2,9	0,0	+0,2	+0,3	+0,2	+0,7	+1,9
Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung	2,8	-0,2	-0,1	+0,4	+0,5	+0,8	+1,6
Lüneburger Heide	2,4	-0,1	+0,2	+0,6	+0,2	+0,5	+1,4
Wendland, Untere Mittelelbeniederung	2,0	-0,1	+0,1	+0,5	0,0	+0,5	+1,0
Weser-Aller-Flachland	2,4	+0,2	+0,3	+0,7	+0,3	+0,7	+1,3
Börden (Westteil)	2,8	0,0	+0,4	+0,7	+0,4	+1,1	+1,4
Ostbraunschweigisches Hügelland	2,3	-0,2	+0,2	+0,8	0,0	+0,7	+1,3
Osnabrücker Hügelland	3,8	+0,1	+0,3	+0,5	+0,2	+1,4	+1,9
Weser- und Weser-Leinebergland	3,9	+0,2	+0,4	+0,7	+0,5	+1,1	+1,5
Harz	9,0	+0,1	+1,0	+2,0	+0,8	+1,7	+3,6

¹⁾ basierend auf Messwerten des Niederschlags mit Richter-Korrektur

6.6 Klimagröße: maximale Dauer von Trockenperioden (Gesamtjahr)



Naturräumliche Region:

- 1.1 Deutsche Bucht
- 1.2 Watten und Marschen
- 2 Ostfriesisch-Oldenburgische Geest
- 3 Stader Geest
- 4 Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung
- 5.1 Lüneburger Heide
- 5.2 Wendland. Untere Mittelelbeniederung
- 6 Weser-Aller-Flachland
- 7.1 Börden (Westteil)
- 7.2 Ostbraunschweigisches Hügelland
- 8.1 Osnabrücker Hügelland
- 8.2 Weser- und Weser-Leinebergland
- 9 Harz

Abb. 1: Gegenwärtige Verhältnisse (Mittel 1971-2000 = 20C)

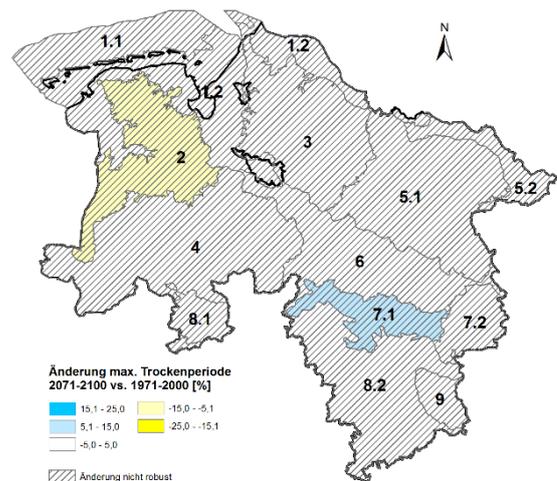
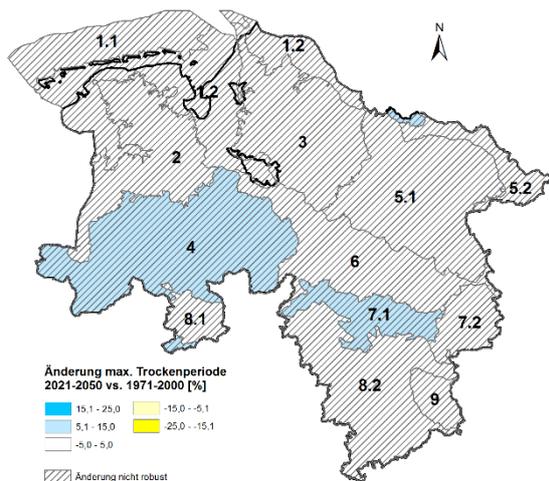


Abb. 2: Zukünftige Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

Abb. 3: Zukünftige Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

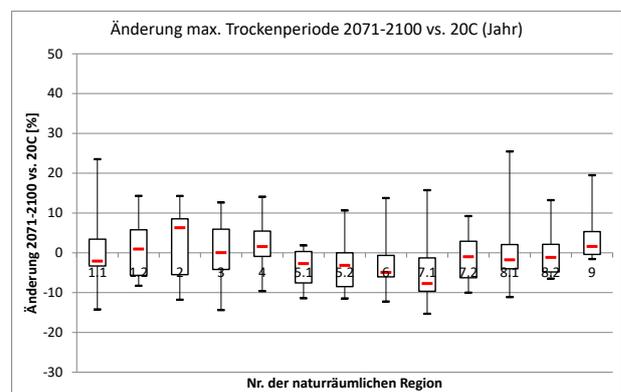
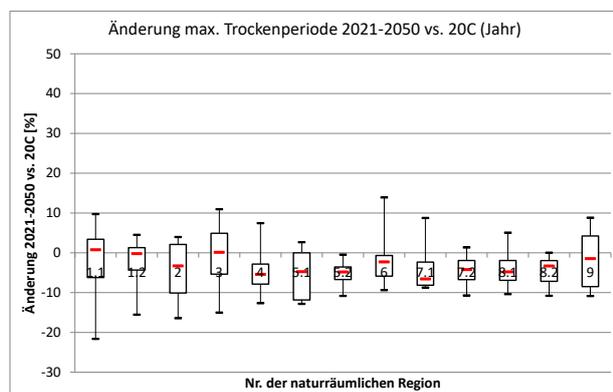


Abb. 4: Bandbreiten der Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

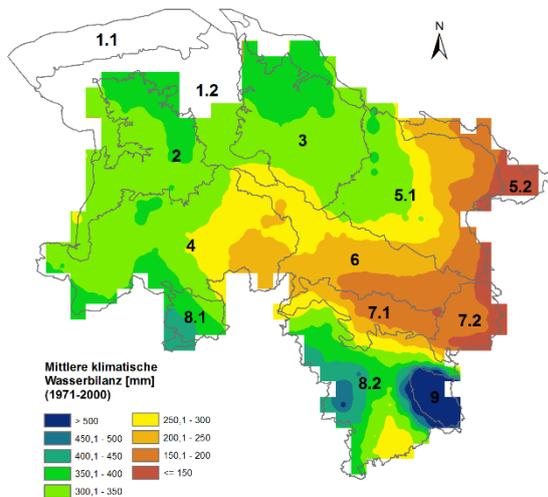
Abb. 5: Bandbreiten der Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Tab. 1: Mittelwert der Beobachtung (1971-2000) und mittlere Änderungssignale mit Bandbreiten für die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) nach dem Modell-Ensemble für das Szenario RCP8.5

	1971-2000 [Tage]	Änderung 2021-2050 [%]			Änderung 2071-2100 [%]		
	Mittel ¹⁾	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum
Deutsche Bucht	---	-22	+1	+10	-14	-2	+24
Watten und Marschen	---	-16	0	+5	-8	+1	+14
Ostfriesisch-Oldenburgische Geest	16,4	-17	-3	+4	-12	+6	+14
Stader Geest	16,9	-15	0	+11	-14	0	+13
Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung	16,3	-13	-5	+7	-10	+2	+14
Lüneburger Heide	16,8	-13	-5	+3	-12	-3	+2
Wendland, Untere Mittelelbeniederung	17,1	-11	-5	-1	-12	-3	+11
Weser-Aller-Flachland	16,5	-9	-2	+14	-12	-5	+14
Börden (Westteil)	16,1	-9	-7	+9	-15	-8	+16
Ostbraunschweigisches Hügelland	16,0	-11	-4	+1	-10	-1	+9
Osnabrücker Hügelland	16,1	-10	-5	+5	-11	-2	+25
Weser- und Weser-Leinebergland	15,7	-11	-3	0	-7	-1	+13
Harz	14,2	-11	-2	+9	-2	+2	+20

¹⁾ basierend auf Messwerten des Niederschlags mit Richter-Korrektur

6.7 Klimagröße: Klimatische Wasserbilanz (Gesamtjahr)



Naturräumliche Region:

- 1.1 Deutsche Bucht
- 1.2 Watten und Marschen
- 2 Ostfriesisch-Oldenburgische Geest
- 3 Stader Geest
- 4 Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung
- 5.1 Lüneburger Heide
- 5.2 Wendland. Untere Mittelelbeniederung
- 6 Weser-Aller-Flachland
- 7.1 Börden (Westteil)
- 7.2 Ostbraunschweigisches Hügelland
- 8.1 Osnabrücker Hügelland
- 8.2 Weser- und Weser-Leinebergland
- 9 Harz

Abb. 1: Gegenwärtige Verhältnisse (Mittel 1971-2000 = 20C)

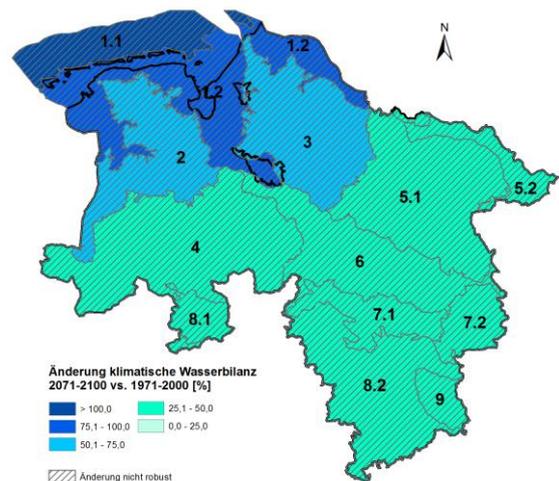
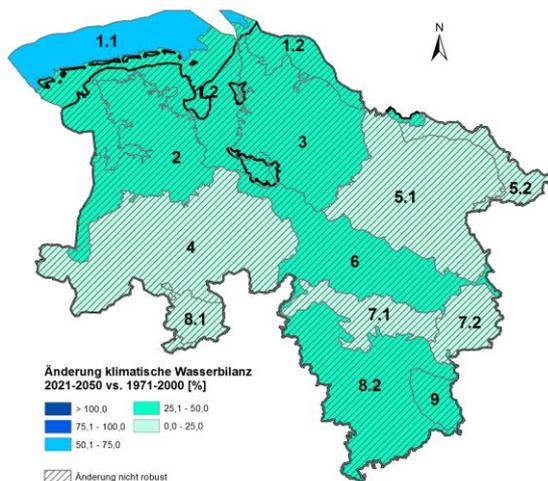


Abb. 2: Zukünftige Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

Abb. 3: Zukünftige Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

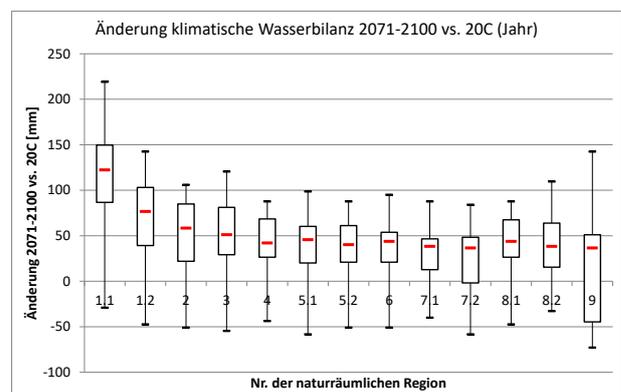
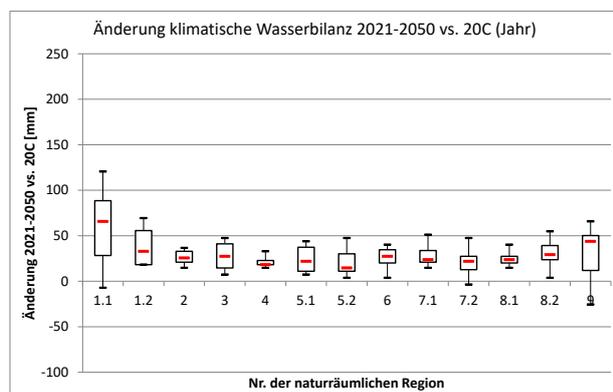


Abb. 4: Bandbreiten der Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

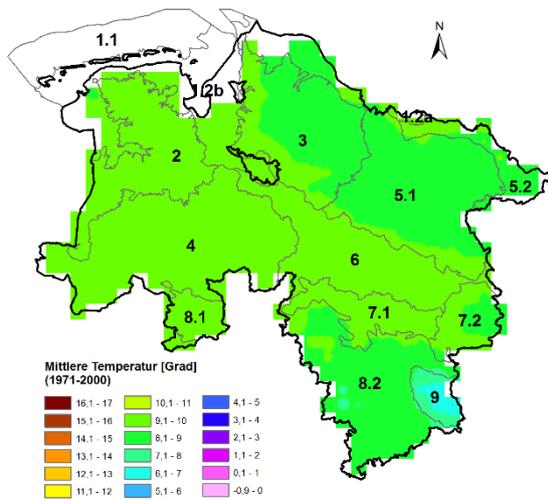
Abb. 5: Bandbreiten der Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Tab. 1: Mittelwert der Beobachtung (1971-2000) und mittlere Änderungssignale mit Bandbreiten für die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) nach dem Modell-Ensemble für das Szenario RCP8.5

	1971-2000 [mm]	Änderung 2021-2050 [mm]			Änderung 2071-2100 [mm]		
	Mittel ¹⁾	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum
Deutsche Bucht	---	-7	+66	+121	-29	+122	+219
Watten und Marschen	---	+18	+33	+69	-48	+77	+142
Ostfriesisch-Oldenburgische Geest	339	+15	+26	+37	-51	+58	+106
Stader Geest	335	+7	+27	+48	-55	+51	+121
Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung	311	+15	+18	+33	-44	+42	+88
Lüneburger Heide	260	+7	+22	+44	-58	+46	+99
Wendland, Untere Mittelelbeniederung	155	+4	+15	+48	-51	+40	+88
Weser-Aller-Flachland	223	+4	+27	+40	-51	+44	+95
Börden (Westteil)	215	+15	+24	+51	-40	+38	+88
Ostbraunschweigisches Hügelland	157	-4	+22	+48	-58	+37	+84
Osnabrücker Hügelland	377	+15	+24	+40	-48	+44	+88
Weser- und Weser-Leinebergland	365	+4	+29	+55	-33	+38	+110
Harz	722	-26	+44	+66	-73	+37	+142

¹⁾ basierend auf Messwerten des Niederschlags mit Richter-Korrektur

6.8 Klimagröße: Mittlere Temperatur (Gesamtjahr)



Naturräumliche Region:

- 1.1 Deutsche Bucht
- 1.2 Watten und Marschen
- 2 Ostfriesisch-Oldenburgische Geest
- 3 Stader Geest
- 4 Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung
- 5.1 Lüneburger Heide
- 5.2 Wendland. Untere Mittelelbeniederung
- 6 Weser-Aller-Flachland
- 7.1 Börden (Westteil)
- 7.2 Ostbraunschweigisches Hügelland
- 8.1 Osnabrücker Hügelland
- 8.2 Weser- und Weser-Leinebergland
- 9 Harz

Abb. 1: Gegenwärtige Verhältnisse (Mittel 1971-2000 = 20C)

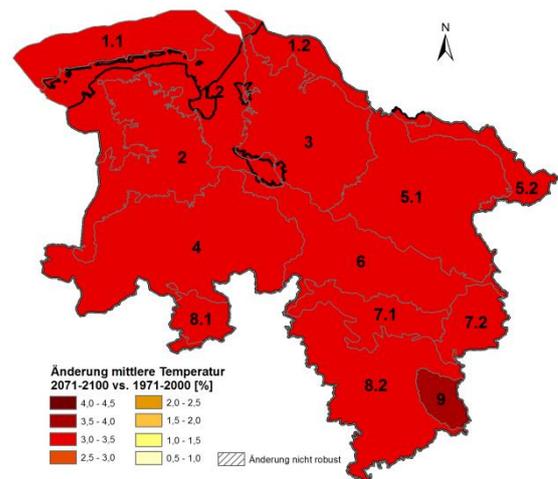
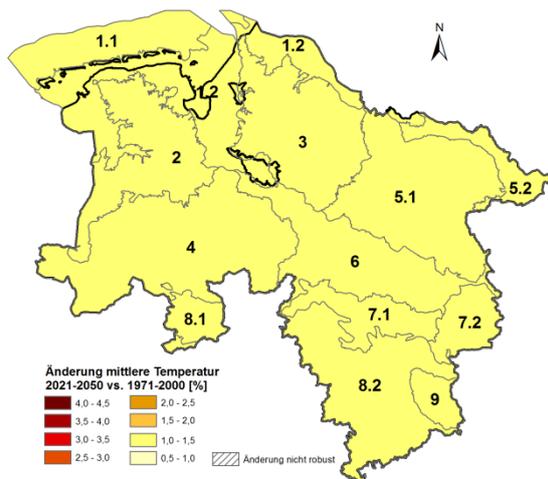


Abb. 2: Zukünftige Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

Abb. 3: Zukünftige Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

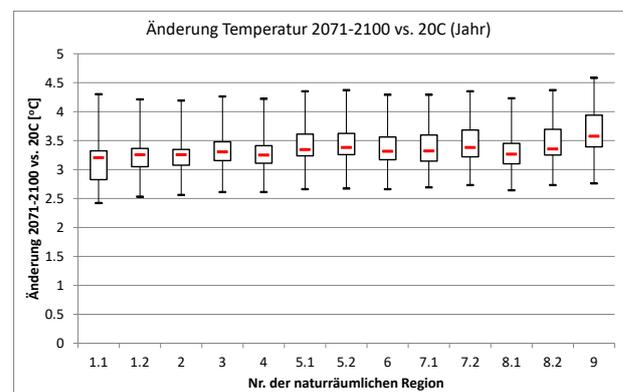
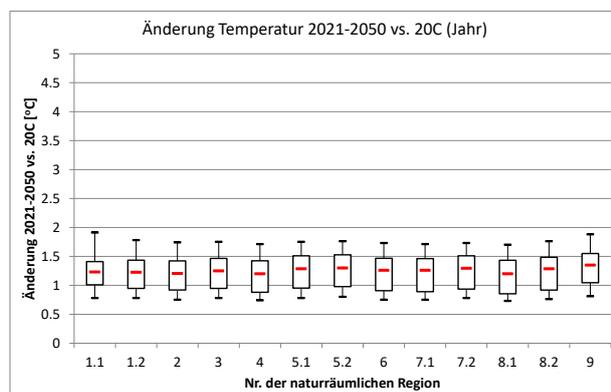


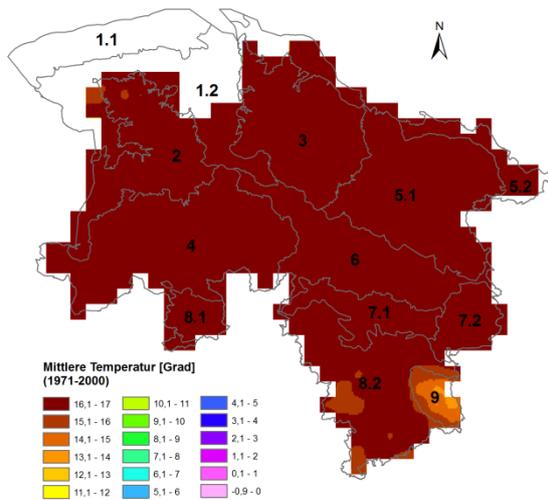
Abb. 4: Bandbreiten der Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Abb. 5: Bandbreiten der Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Tab. 1: Mittelwert der Beobachtung (1971-2000) und mittlere Änderungssignale mit Bandbreiten für die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) nach dem Modell-Ensemble für das Szenario RCP8.5

	1971-2000 [°C]	Änderung 2021-2050 [°C]			Änderung 2071-2100 [°C]		
	Mittel	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum
Deutsche Bucht	---	+0,8	+1,2	+1,9	+2,4	+3,2	+4,3
Watten und Marschen	---	+0,8	+1,2	+1,8	+2,5	+3,3	+4,2
Ostfriesisch-Oldenburgische Geest	9,2	+0,8	+1,2	+1,7	+2,6	+3,3	+4,2
Stader Geest	8,9	+0,8	+1,3	+1,8	+2,6	+3,3	+4,3
Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung	9,4	+0,7	+1,2	+1,7	+2,6	+3,3	+4,2
Lüneburger Heide	8,8	+0,8	+1,3	+1,8	+2,7	+3,3	+4,4
Wendland, Untere Mittelelbeniederung	9,0	+0,8	+1,3	+1,8	+2,7	+3,4	+4,4
Weser-Aller-Flachland	9,3	+0,8	+1,3	+1,7	+2,7	+3,3	+4,3
Börden (Westteil)	9,3	+0,8	+1,3	+1,7	+2,7	+3,3	+4,3
Ostbraunschweiges Hügelland	9,1	+0,8	+1,3	+1,7	+2,7	+3,4	+4,4
Osnabrücker Hügelland	9,4	+0,7	+1,2	+1,7	+2,6	+3,3	+4,2
Weser- und Weser-Leinebergland	8,6	+0,8	+1,3	+1,8	+2,7	+3,4	+4,4
Harz	7,1	+0,8	+1,4	+1,9	+2,8	+3,6	+4,6

6.9 Klimagröße: Mittlere Temperatur (Sommer)



Naturräumliche Region:

- 1.1 Deutsche Bucht
- 1.2 Watten und Marschen
- 2 Ostfriesisch-Oldenburgische Geest
- 3 Stader Geest
- 4 Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung
- 5.1 Lüneburger Heide
- 5.2 Wendland. Untere Mittelelbeniederung
- 6 Weser-Aller-Flachland
- 7.1 Börden (Westteil)
- 7.2 Ostbraunschweigisches Hügelland
- 8.1 Osnabrücker Hügelland
- 8.2 Weser- und Weser-Leinebergland
- 9 Harz

Abb. 1: Gegenwärtige Verhältnisse (Mittel 1971-2000 = 20C)

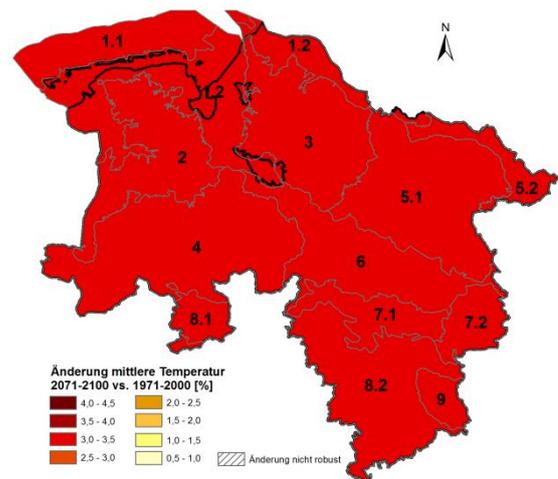
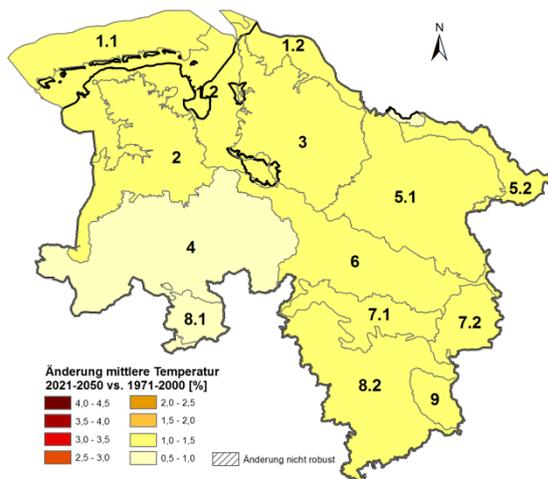


Abb. 2: Zukünftige Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

Abb. 3: Zukünftige Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

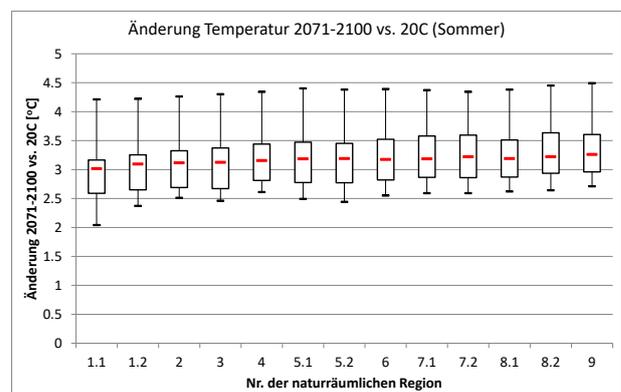
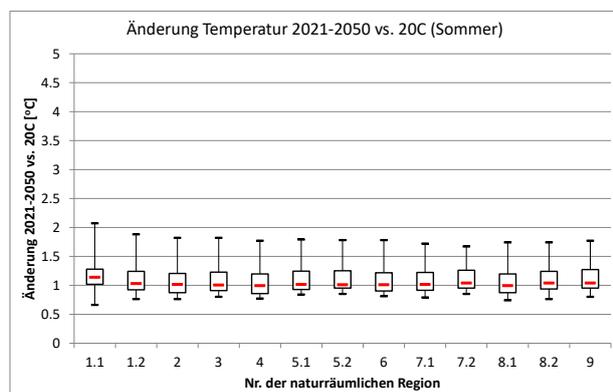


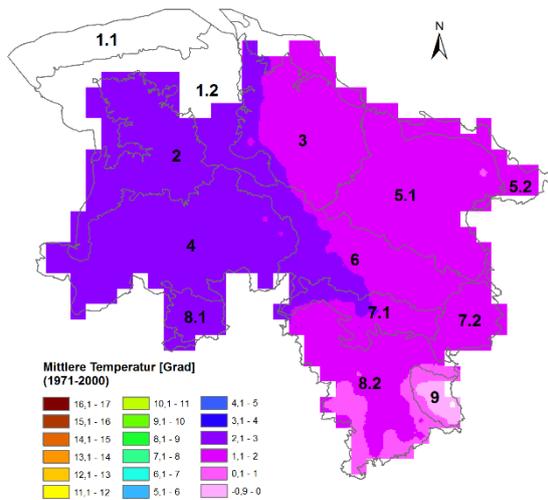
Abb. 4: Bandbreiten der Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Abb. 5: Bandbreiten der Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Tab. 1: Mittelwert der Beobachtung (1971-2000) und mittlere Änderungssignale mit Bandbreiten für die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) nach dem Modell-Ensemble für das Szenario RCP8.5

	1971-2000 [°C]	Änderung 2021-2050 [°C]			Änderung 2071-2100 [°C]		
	Mittel	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum
Deutsche Bucht	---	+0,7	+1,1	+2,1	+2,0	+3,0	+4,2
Watten und Marschen	---	+0,8	+1,0	+1,9	+2,4	+3,1	+4,2
Ostfriesisch-Oldenburgische Geest	16,3	+0,8	+1,0	+1,8	+2,5	+3,1	+4,3
Stader Geest	16,3	+0,8	+1,0	+1,8	+2,5	+3,1	+4,3
Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung	16,7	+0,8	+1,0	+1,8	+2,6	+3,2	+4,3
Lüneburger Heide	16,6	+0,8	+1,0	+1,8	+2,5	+3,2	+4,4
Wendland, Untere Mittelelbeniederung	16,9	+0,9	+1,0	+1,8	+2,4	+3,2	+4,4
Weser-Aller-Flachland	17,0	+0,8	+1,0	+1,8	+2,6	+3,2	+4,4
Börden (Westteil)	16,9	+0,8	+1,0	+1,7	+2,6	+3,2	+4,4
Ostbraunschweigisches Hügelland	17,0	+0,9	+1,0	+1,7	+2,6	+3,2	+4,3
Osnabrücker Hügelland	16,8	+0,7	+1,0	+1,7	+2,6	+3,2	+4,4
Weser- und Weser-Leinebergland	16,3	+0,8	+1,0	+1,7	+2,6	+3,2	+4,5
Harz	14,8	+0,8	+1,0	+1,8	+2,7	+3,3	+4,5

6.10 Klimagröße: Mittlere Temperatur (Winter)



Naturräumliche Region:

- 1.1 Deutsche Bucht
- 1.2 Watten und Marschen
- 2 Ostfriesisch-Oldenburgische Geest
- 3 Stader Geest
- 4 Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung
- 5.1 Lüneburger Heide
- 5.2 Wendland. Untere Mittelelbeniederung
- 6 Weser-Aller-Flachland
- 7.1 Börden (Westteil)
- 7.2 Ostbraunschweigisches Hügelland
- 8.1 Osnabrücker Hügelland
- 8.2 Weser- und Weser-Leinebergland
- 9 Harz

Abb. 1: Gegenwärtige Verhältnisse (Mittel 1971-2000 = 20C)

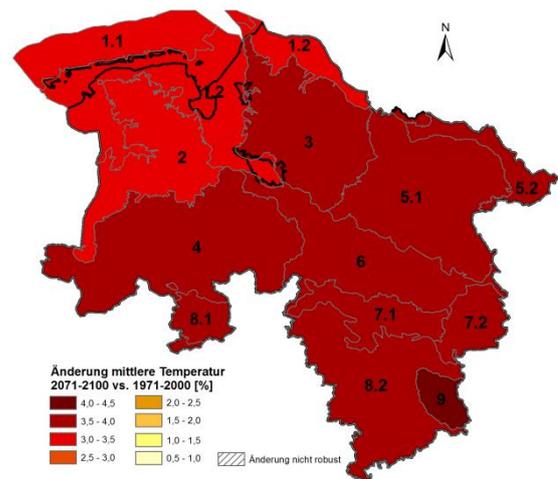
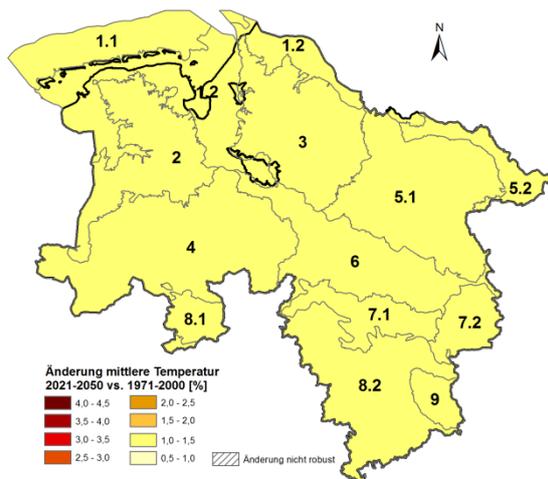


Abb. 2: Zukünftige Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

Abb. 3: Zukünftige Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

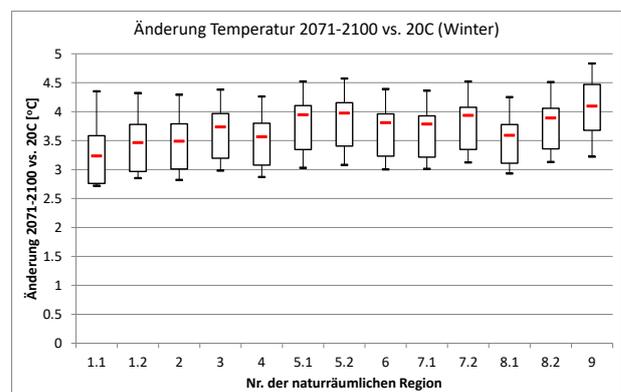
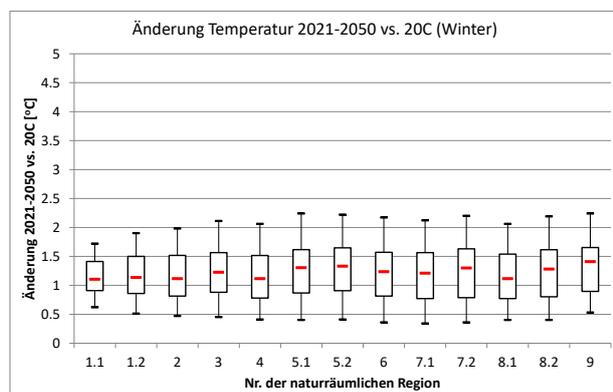


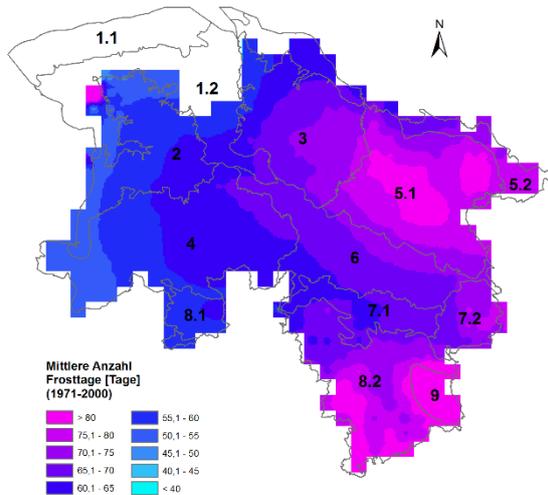
Abb. 4: Bandbreiten der Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Abb. 5: Bandbreiten der Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Tab. 1: Mittelwert der Beobachtung (1971-2000) und mittlere Änderungssignale mit Bandbreiten für die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) nach dem Modell-Ensemble für das Szenario RCP8.5

	1971-2000 [°C]	Änderung 2021-2050 [°C]			Änderung 2071-2100 [°C]		
	Mittel	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum
Deutsche Bucht	---	+0,6	+1,1	+1,7	+2,7	+3,2	+4,4
Watten und Marschen	---	+0,5	+1,1	+1,9	+2,9	+3,5	+4,3
Ostfriesisch-Oldenburgische Geest	2,4	+0,5	+1,1	+2,0	+2,8	+3,5	+4,3
Stader Geest	1,8	+0,5	+1,2	+2,1	+3,0	+3,7	+4,4
Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung	2,4	+0,4	+1,1	+2,1	+2,9	+3,6	+4,3
Lüneburger Heide	1,4	+0,4	+1,3	+2,2	+3,0	+3,9	+4,5
Wendland, Untere Mittelelbeniederung	1,5	+0,4	+1,3	+2,2	+3,1	+4,0	+4,6
Weser-Aller-Flachland	1,9	+0,4	+1,2	+2,2	+3,0	+3,8	+4,4
Börden (Westteil)	1,9	+0,3	+1,2	+2,1	+3,0	+3,8	+4,4
Ostbraunschweigisches Hügelland	1,5	+0,4	+1,3	+2,2	+3,1	+3,9	+4,5
Osnabrücker Hügelland	2,3	+0,4	+1,1	+2,1	+2,9	+3,6	+4,3
Weser- und Weser-Leinebergland	1,2	+0,4	+1,3	+2,2	+3,1	+3,9	+4,5
Harz	-0,2	+0,5	+1,4	+2,2	+3,2	+4,1	+4,8

6.11 Klimagröße: Anzahl Frosttage (Gesamtjahr)



Naturräumliche Region:

- 1.1 Deutsche Bucht
- 1.2 Watten und Marschen
- 2 Ostfriesisch-Oldenburgische Geest
- 3 Stader Geest
- 4 Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung
- 5.1 Lüneburger Heide
- 5.2 Wendland. Untere Mittelelbeniederung
- 6 Weser-Aller-Flachland
- 7.1 Börden (Westteil)
- 7.2 Ostbraunschweigisches Hügelland
- 8.1 Osnabrücker Hügelland
- 8.2 Weser- und Weser-Leinebergland
- 9 Harz

Abb. 1: Gegenwärtige Verhältnisse (Mittel 1971-2000 = 20C)

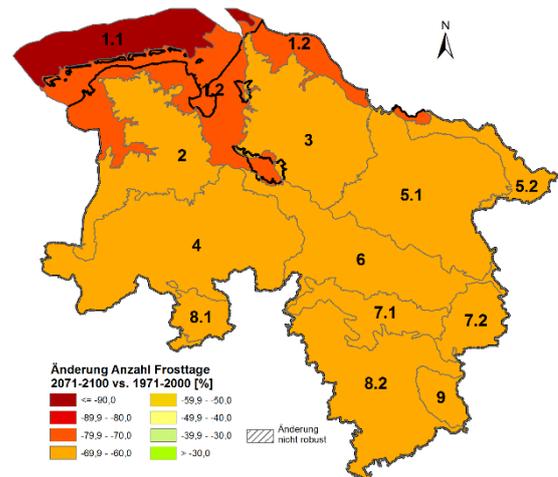
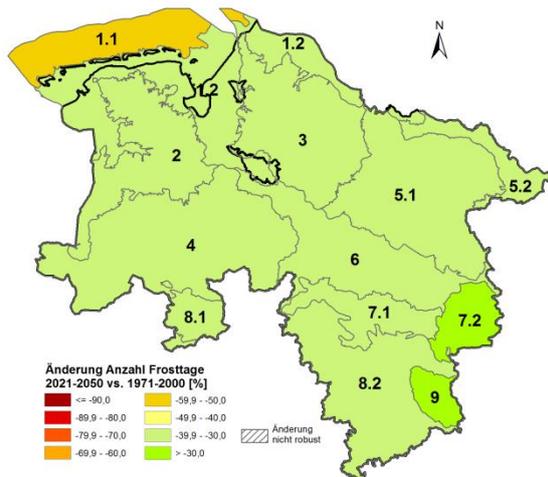


Abb. 2: Zukünftige Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

Abb. 3: Zukünftige Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

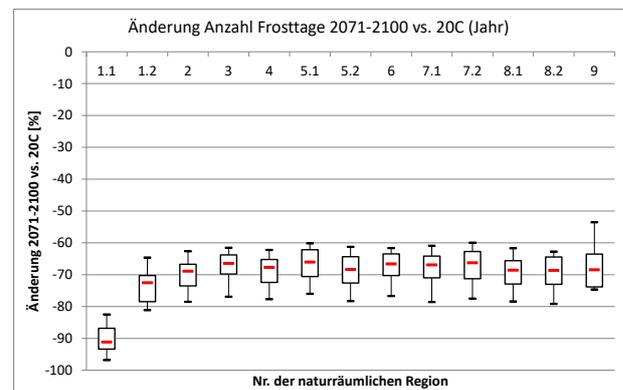
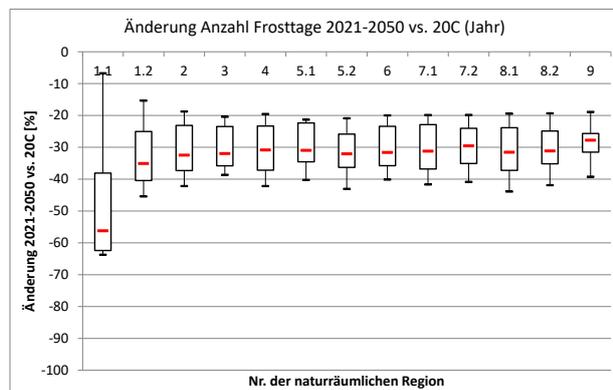


Abb. 4: Bandbreiten der Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

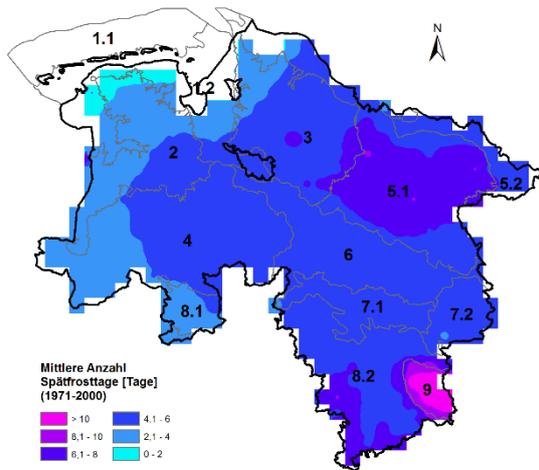
Abb. 5: Bandbreiten der Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Tab. 1: Mittelwert der Beobachtung (1971-2000) und mittlere Änderungssignale mit Bandbreiten für die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) nach dem Modell-Ensemble für das Szenario RCP8.5

	1971-2000 [Tage]	Änderung 2021-2050 [%]			Änderung 2071-2100 [%]		
	Mittel	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum
Deutsche Bucht	---	-64	-56	-7	-97	-91	-83
Watten und Marschen	---	-46	-35	-15	-81	-73	-65
Ostfriesisch-Oldenburgische Geest	57,7	-42	-33	-19	-79	-69	-63
Stader Geest	57,7	-39	-32	-21	-77	-67	-62
Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung	59,9	-42	-31	-20	-78	-68	-62
Lüneburger Heide	77,4	-40	-31	-21	-76	-66	-60
Wendland, Untere Mittelelbeniederung	73,9	-43	-32	-21	-78	-68	-61
Weser-Aller-Flachland	67,7	-40	-32	-20	-77	-67	-62
Börden (Westteil)	65,4	-42	-31	-20	-79	-67	-61
Ostbraunschweigisches Hügelland	71,9	-41	-30	-20	-78	-66	-60
Osnabrücker Hügelland	59,2	-44	-32	-20	-78	-69	-62
Weser- und Weser-Leinebergland	75,3	-42	-31	-19	-79	-69	-63
Harz	104,5	-39	-28	-19	-75	-69	-54

6.12 Klimagröße: Anzahl Spätfrosttage (Gesamtjahr)

Naturräumliche Region:



- 1.1 Deutsche Bucht
- 1.2 Watten und Marschen
- 2 Ostfriesisch-Oldenburgische Geest
- 3 Stader Geest
- 4 Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung
- 5.1 Lüneburger Heide
- 5.2 Wendland. Untere Mittelelbeniederung
- 6 Weser-Aller-Flachland
- 7.1 Börden (Westteil)
- 7.2 Ostbraunschweigisches Hügelland
- 8.1 Osnabrücker Hügelland
- 8.2 Weser- und Weser-Leinebergland
- 9 Harz

Abb. 1: Gegenwärtige Verhältnisse (Mittel 1971-2000 = 20C)

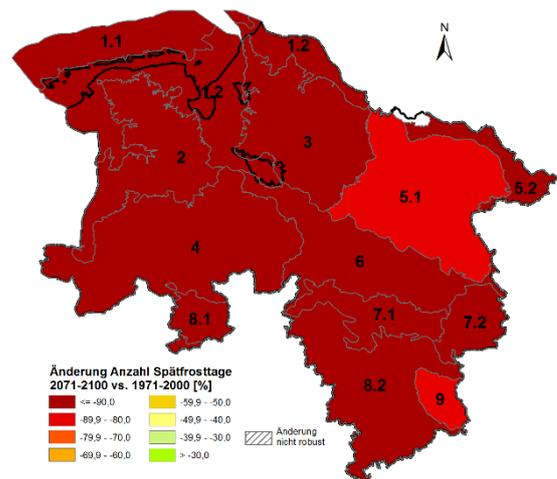
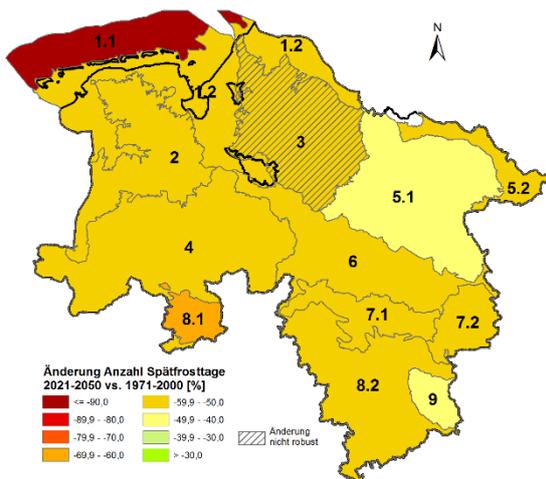


Abb. 2: Zukünftige Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

Abb. 3: Zukünftige Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

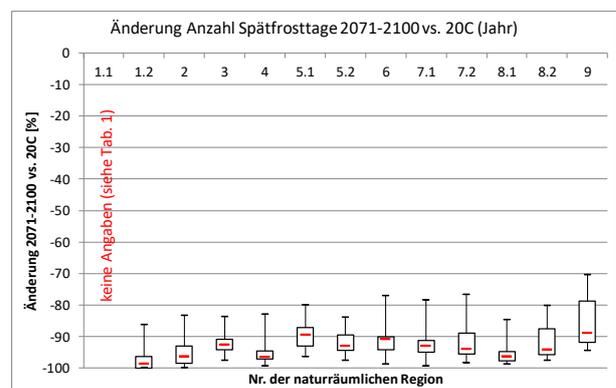
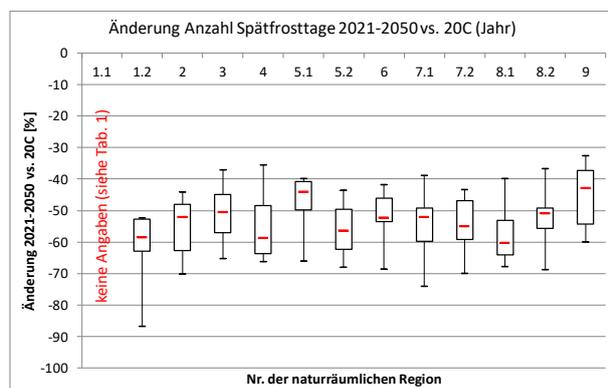


Abb. 4: Bandbreiten der Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

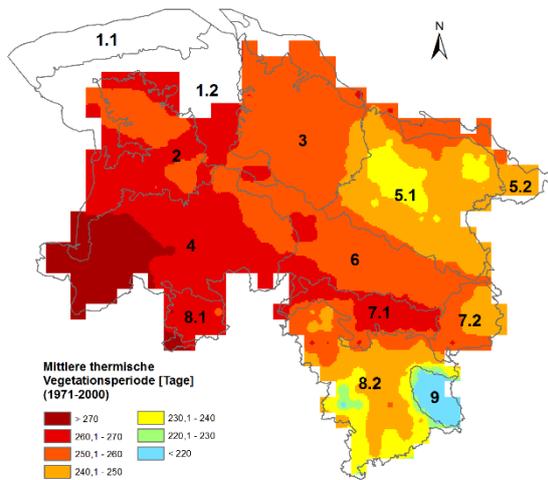
Abb. 5: Bandbreiten der Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Tab. 1: Mittelwert der Beobachtung (1971-2000) und mittlere Änderungssignale mit Bandbreiten für die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) nach dem Modell-Ensemble für das Szenario RCP8.5

	1971-2000 [Tage]	Änderung 2021-2050 [%]			Änderung 2071-2100 [%]		
	Mittel	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum
Deutsche Bucht	---	--- ¹⁾	-98 ¹⁾	--- ¹⁾	--- ¹⁾	-100 ¹⁾	--- ¹⁾
Watten und Marschen	---	-87	-59	-52	-100	-99	-86
Ostfriesisch-Oldenburgische Geest	2,6	-70	-52	-44	-100	-96	-83
Stader Geest	2,3	-65	-51	-37	-98	-93	-84
Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung	4,2	-66	-59	-36	-99	-97	-83
Lüneburger Heide	6,4	-66	-44	-40	-96	-90	-80
Wendland, Untere Mittelelbeniederung	5,5	-68	-56	-44	-98	-93	-84
Weser-Aller-Flachland	4,8	-69	-52	-42	-99	-91	-77
Börden (Westteil)	4,3	-74	-52	-39	-99	-93	-78
Ostbraunschweigisches Hügelland	4,5	-70	-55	-43	-98	-94	-76
Osnabrücker Hügelland	3,8	-68	-60	-40	-99	-96	-85
Weser- und Weser-Leinebergland	5,6	-69	-51	-37	-98	-94	-80
Harz	10,8	-60	-43	-33	-94	-89	-70

¹⁾ Aufgrund der z.T. sehr geringen Anzahl von Spätfrosttagen bei Einzelnen Ensemble-Mitgliedern, ergaben sich für die Zukunft extreme prozentuale Veränderungen, die die Darstellung der Ergebnisse verzerrt hätten. Daher wurde auf eine Abbildung dieser Werte verzichtet.

6.13 Klimagröße: Länge thermische Vegetationsperiode (Gesamtjahr)



Naturräumliche Region:

- 1.1 Deutsche Bucht
- 1.2 Watten und Marschen
- 2 Ostfriesisch-Oldenburgische Geest
- 3 Stader Geest
- 4 Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung
- 5.1 Lüneburger Heide
- 5.2 Wendland. Untere Mittelelbeniederung
- 6 Weser-Aller-Flachland
- 7.1 Börden (Westteil)
- 7.2 Ostbraunschweigisches Hügelland
- 8.1 Osnabrücker Hügelland
- 8.2 Weser- und Weser-Leinebergland
- 9 Harz

Abb. 1: Gegenwärtige Verhältnisse (Mittel 1971-2000 = 20C)

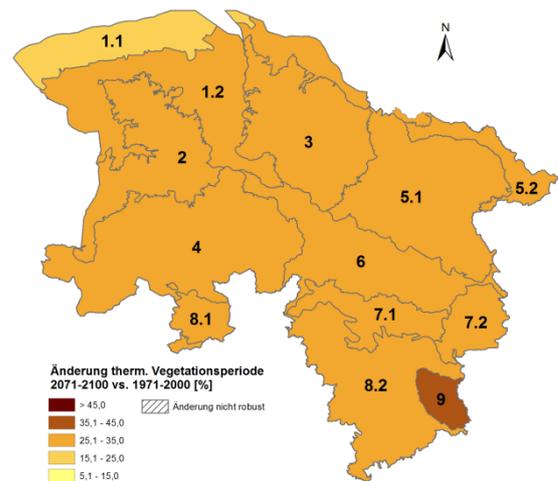
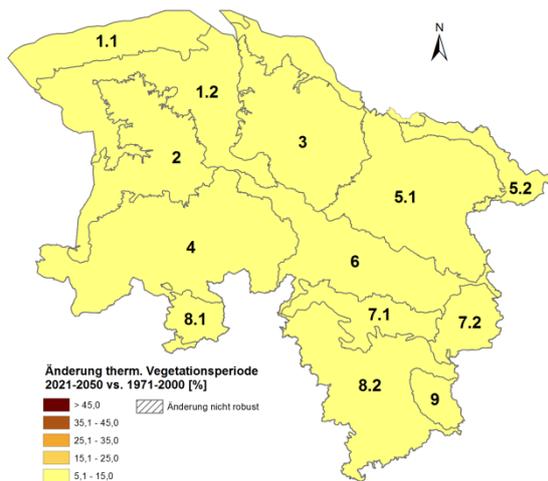


Abb. 2: Zukünftige Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

Abb. 3: Zukünftige Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

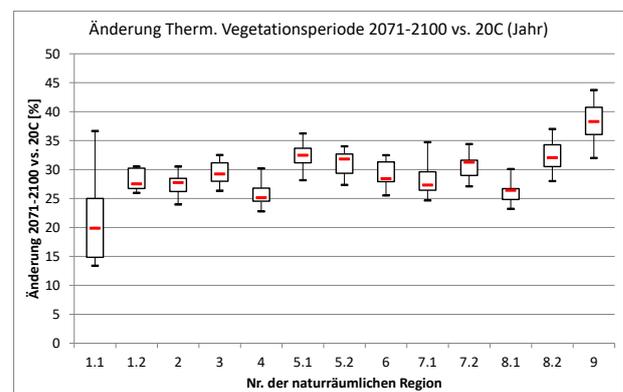
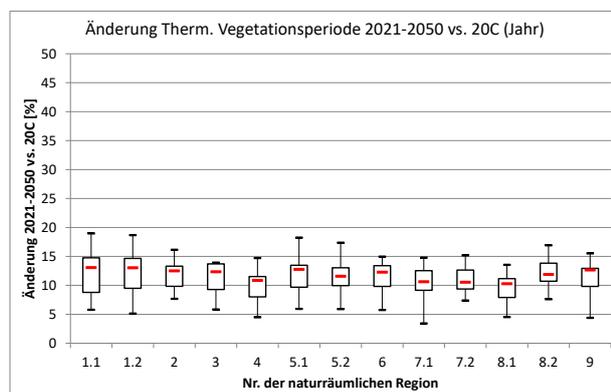


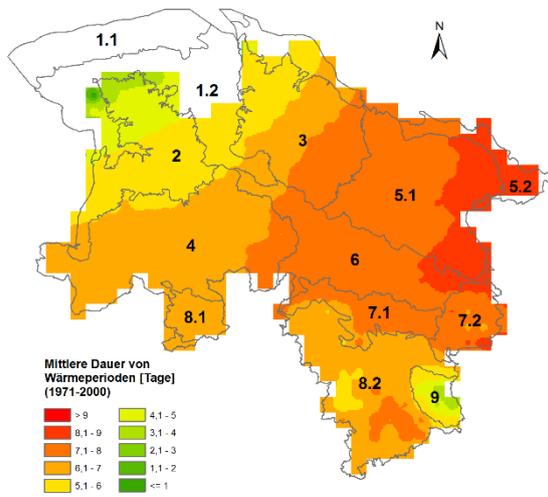
Abb. 4: Bandbreiten der Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Abb. 5: Bandbreiten der Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Tab. 1: Mittelwert der Beobachtung (1971-2000) und mittlere Änderungssignale mit Bandbreiten für die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) nach dem Modell-Ensemble für das Szenario RCP8.5

	1971-2000 [Tage]	Änderung 2021-2050 [%]			Änderung 2071-2100 [%]		
	Mittel	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum
Deutsche Bucht	---	+6	+13	+19	+13	+20	+37
Watten und Marschen	---	+5	+13	+19	+26	+28	+31
Ostfriesisch-Oldenburgische Geest	261	+8	+13	+16	+24	+28	+31
Stader Geest	254	+6	+12	+14	+26	+29	+33
Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung	268	+5	+11	+15	+23	+25	+30
Lüneburger Heide	245	+6	+13	+18	+28	+33	+36
Wendland, Untere Mittelelbeniederung	256	+6	+12	+17	+27	+32	+34
Weser-Aller-Flachland	258	+6	+12	+15	+26	+28	+33
Börden (Westteil)	261	+3	+11	+15	+25	+27	+35
Ostbraunschweigisches Hügelland	250	+7	+11	+15	+27	+31	+34
Osnabrücker Hügelland	263	+5	+10	+14	+23	+26	+30
Weser- und Weser-Leinebergland	245	+8	+12	+17	+28	+32	+37
Harz	201	+4	+13	+16	+32	+38	+44

6.14 Klimagröße: Länge maximale Wärmeperiodendauer (Gesamtjahr)



Naturräumliche Region:

- 1.1 Deutsche Bucht
- 1.2 Watten und Marschen
- 2 Ostfriesisch-Oldenburgische Geest
- 3 Stader Geest
- 4 Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung
- 5.1 Lüneburger Heide
- 5.2 Wendland. Untere Mittelelbeniederung
- 6 Weser-Aller-Flachland
- 7.1 Börden (Westteil)
- 7.2 Ostbraunschweigisches Hügelland
- 8.1 Osnabrücker Hügelland
- 8.2 Weser- und Weser-Leinebergland
- 9 Harz

Abb. 1: Gegenwärtige Verhältnisse (Mittel 1971-2000 = 20C)

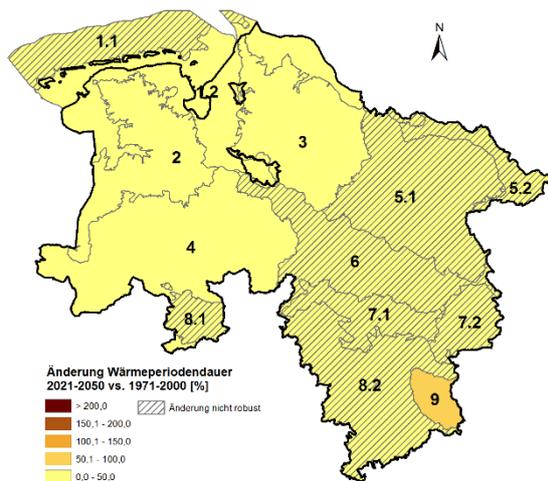


Abb. 2: Zukünftige Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

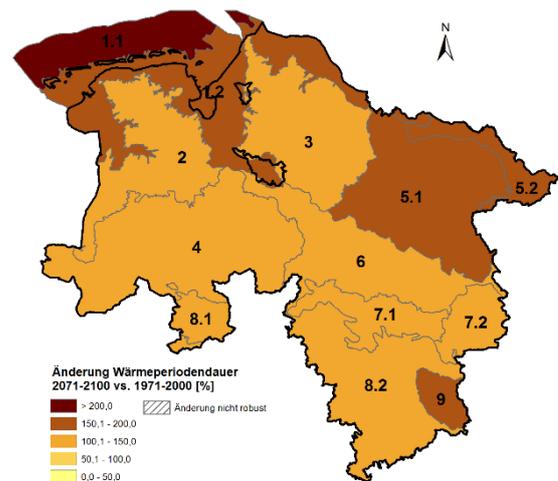


Abb. 3: Zukünftige Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach Szenario RCP8.5 (Median des Modell-Ensembles)

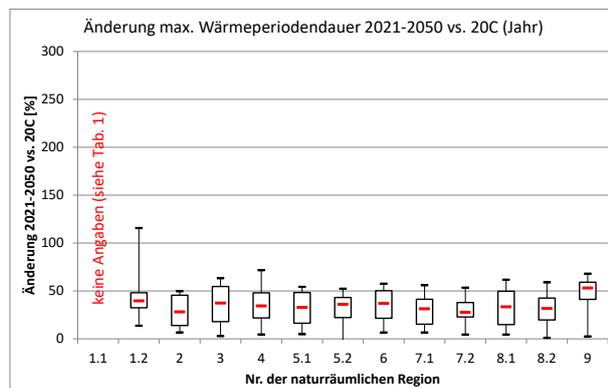


Abb. 4: Bandbreiten der Änderungssignale, 2021-2050 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

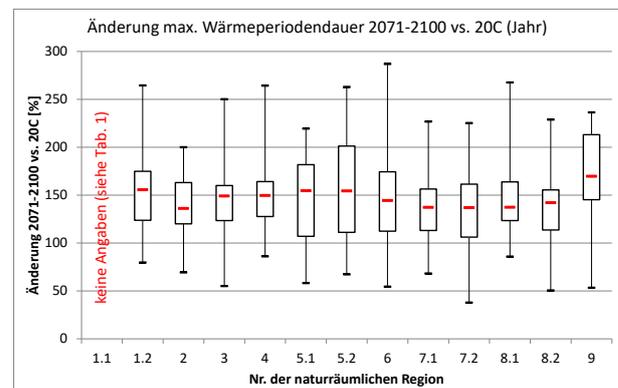


Abb. 5: Bandbreiten der Änderungssignale, 2071-2100 vs. 20C nach dem Modell-Ensemble für Szenario RCP8.5

Tab. 1: Mittelwert der Beobachtung (1971-2000) und mittlere Änderungssignale mit Bandbreiten für die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) nach dem Modell-Ensemble für das Szenario RCP8.5

	1971-2000 [Tage]	Änderung 2021-2050 [%]			Änderung 2071-2100 [%]		
	Mittel	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum
Deutsche Bucht	---	--- ¹⁾	+11 ¹⁾	--- ¹⁾	--- ¹⁾	+305 ¹⁾	--- ¹⁾
Watten und Marschen	---	+14	+40	+116	+80	+156	+264
Ostfriesisch-Oldenburgische Geest	5,1	+7	+28	+50	+69	+136	+200
Stader Geest	6,6	+3	+37	+63	+55	+149	+250
Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung	6,5	+5	+34	+72	+86	+150	+264
Lüneburger Heide	7,9	+5	+33	+54	+58	+155	+219
Wendland, Untere Mittelelbeniederung	8,6	-1	+36	+52	+67	+154	+263
Weser-Aller-Flachland	7,6	+7	+37	+58	+54	+144	+287
Börden (Westteil)	7,4	+7	+31	+56	+68	+137	+227
Ostbraunschweigisches Hügelland	7,7	+4	+28	+53	+38	+137	+225
Osnabrücker Hügelland	6,3	+4	+33	+62	+86	+137	+268
Weser- und Weser-Leinebergland	6,6	+1	+32	+59	+51	+142	+229
Harz	4,2	+3	+53	+68	+53	+170	+236

¹⁾ Aufgrund z.T. sehr geringer mittlerer Wärmeperiodendauern bei Einzelnen Ensemble-Mitgliedern, ergaben sich für die Zukunft extreme prozentuale Steigerungen im Maximum, die die Darstellung der Ergebnisse verzerrt hätten. Daher wurde auf eine Abbildung dieser Werte verzichtet.

7 Literaturverzeichnis

Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (1996): DVWK-Merkblatt 238/1996: Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen. Offenbach a. M.

Haberlandt, U., van der Heijden, S., Verworn, A., Berndt, C., Dietrich, J., Wallner, M., Krause, F. (2013): Regionalisierung von Klimabeobachtungsdaten und Klimavariablen der WETTREG und REMO-Szenarien für Niedersachsen als Grundlage für mittel- bis großskalige Modellierungen. Bericht zu den Forschungsprojekten KliBiW und KLIF.

IPCC (2013): Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Klimaänderung 2013: Wissenschaftliche Grundlagen. Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC), Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (Hrsg.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 Seiten. Deutsche Übersetzung durch ProClim, Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Österreichisches Umweltbundesamt, Bern/Bonn/Wien, 2014.

Linke, C. et al (2015): Leitlinien zur Interpretation regionaler Klimamodelldaten des Bund-Länder-Fachgespräches „Interpretation regionaler Klimamodelldaten“, Hannover Okt. 2015

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2012): Globaler Klimawandel – Wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung für das Binnenland. Phase 1 + 2. NLWKN-Schriftenreihe „Oberirdische Gewässer“, Bd. 33, Hildesheim.

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2015): Globaler Klimawandel – Wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung für das Binnenland. Phase 3 Niedrigwasser. NLWKN-Schriftenreihe „Oberirdische Gewässer“, Bd. 36, Hildesheim.

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2017): Globaler Klimawandel – Wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung für das Binnenland. Phase 4 Hochwasser. (in Vorbereitung)

Pfeifer, S., Bülow, K., Gobiet, A., Hänsler, A., Mudelsee, M., Otto, J., Rechid, D., Teichmann, C., Jacob, D. (2015): Robustness of Ensemble Climate Projections Analyzed with Climate Signal Maps: Seasonal and Extreme Precipitation for Germany. Atmosphere, 6, 677-698. Doi: 10.3390/atmos6050677