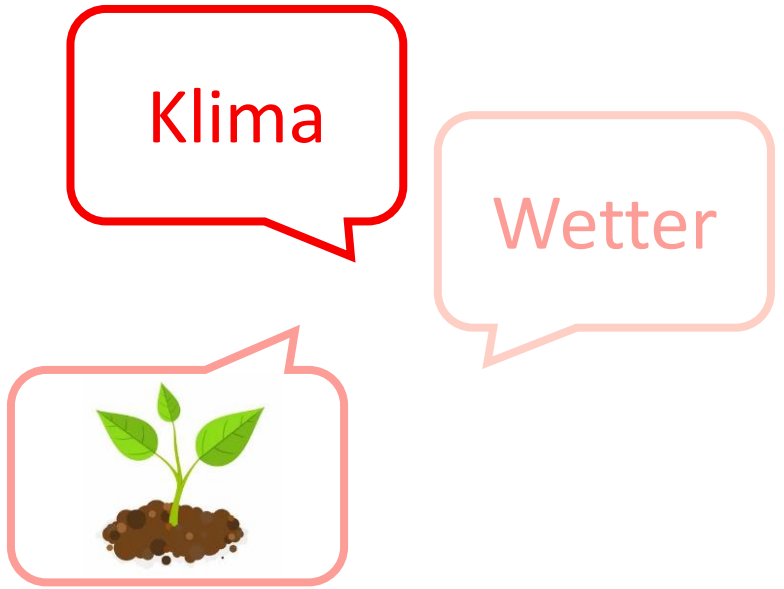
Wie funktioniert Klimawandel und was sind seine Auswirkungen hinsichtlich der Beregnung landwirtschaftlicher Kulturen?

Ergebnisse des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie
im DAS-Projekt *Netzwerke Wasser 2.0*

„Regionale Stakeholder-Netzwerke zur effektiven Anpassung
an zunehmende Trockenheit in ländlichen Räumen unter Berücksichtigung
von Vulnerabilitäts- und Adaptionsanalysen“

Christina Scharun
Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG)



Was ist Wetter?

Wetter ist der stets wechselnde atmosphärische Zustand, den wir tagtäglich beobachten.

Das Wetter wird mit Werten der Temperatur, Wind, Niederschlag, Luftfeuchtigkeit, Wolkenbedeckung und anderen Merkmalen beschrieben. Wetter ist nur begrenzt, d.h. nicht über einige Tage hinaus, vorhersagbar.

Was ist Klima?

Klima ist das durchschnittliche Wetter an einem bestimmten Ort über einen längeren Zeitraum einschließlich typischer Aufeinanderfolgen sowie tages- und jahreszeitlichen Schwankungen.

Klima ist eine Statistik vieler Messungen und wird durch Mittelwerte und Häufigkeiten beschrieben.

In der Praxis werden zur Beschreibung des Klimas an einem Ort die sogenannten Normalperioden verwendet. Sie umfassen immer einen Zeitraum von 30 Jahren:

- 1961-1990
- 1971-2000
- usw.

Die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) hat als zur Zeit gültige internationale Klimatologische Standard-Referenzperiode den Zeitraum 1961 bis 1990 festgelegt.

Wie funktioniert das Klimasystem?

Der natürliche Treibhauseffekt macht das Leben auf der Erde erst möglich.

Kohlenstoffdioxid (CO_2) und andere Treibhausgase sind entsprechend wichtige Komponenten des Klimasystems. Kohlenstoff ist in Reservoiren gespeichert – sogenannten Kohlenstoffsenken.

Die wichtigsten Kohlenstoffsenken sind Wälder, Ozeane, Böden und Moore.

Mit dem CO_2 steigt auch die Temperatur der Erdatmosphäre.

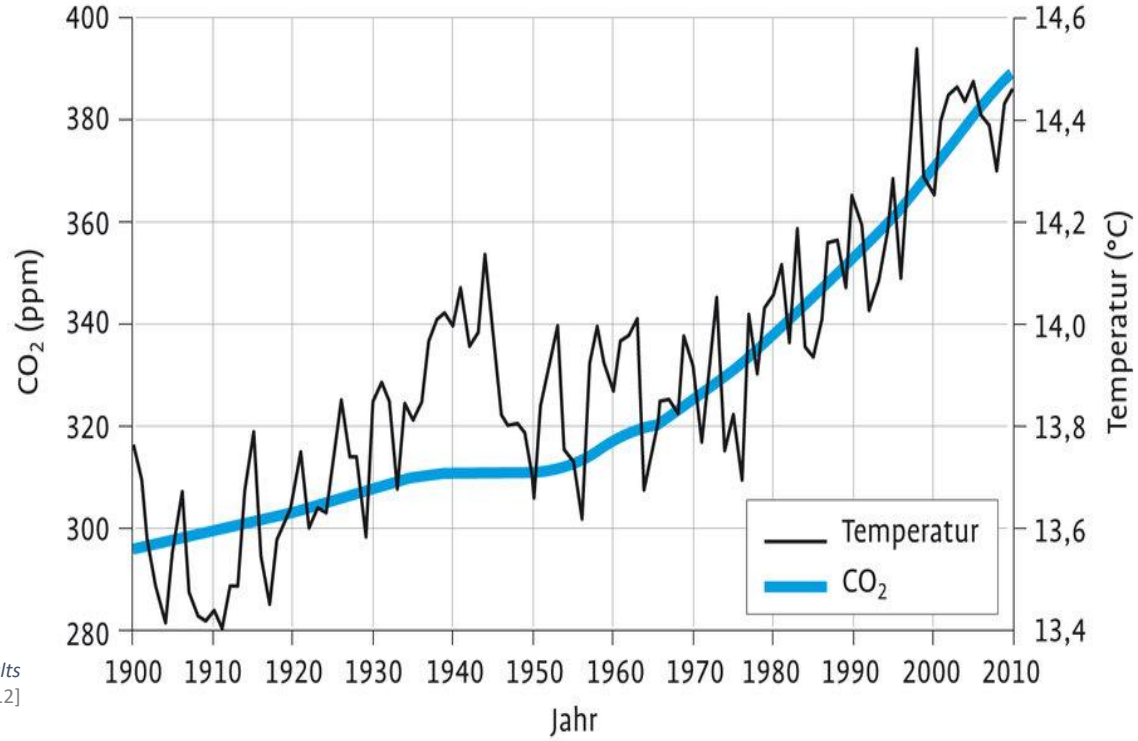


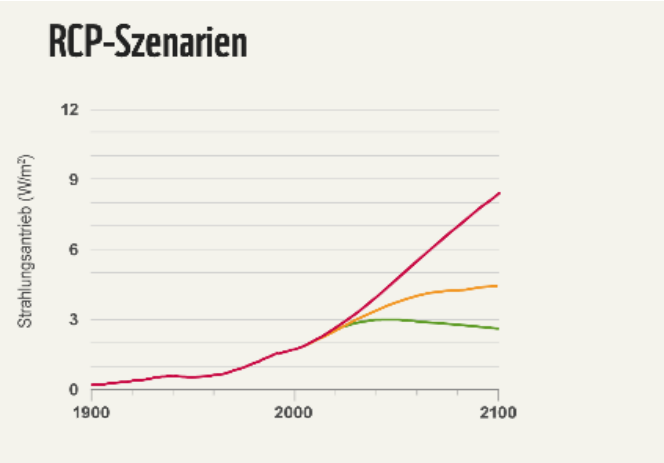
Abb. 1: *Darstellung des Anstiegs der globalen Temperatur und des Gehalts an Kohlenstoffdioxid seit Beginn des 20. Jahrhunderts* [Latif 2012]

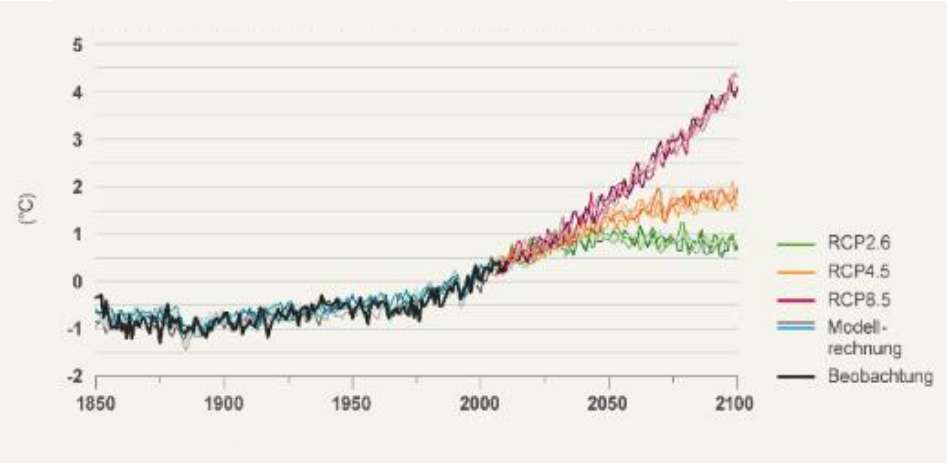
Was ist ein Klimaszenario?

Ein Klimaszenario ist eine Annahme über die zukünftige Entwicklung der Einflussfaktoren des Klimasystem. Das betrifft Entwicklungen des Wirtschaftswachstums, der Größe der Weltbevölkerung, der Emission und Konzentration von Treibhausgases, der Klimaschutzaktivitäten usw.

Der Weltklimarat nennt sie RCP (representative concentration pathway / repräsentative Konzentrationspfade).

RCPs werden gesteuert durch den Strahlungsantrieb, also dem Effekt der Zunahme von Treibhausgasen und Aerosolen auf die Energiebilanz der Erdatmosphäre. Das RCP 8.5 ist das Kein-Klimaschutz-Szenario, auf dessen Verlauf wir uns aktuell befinden.



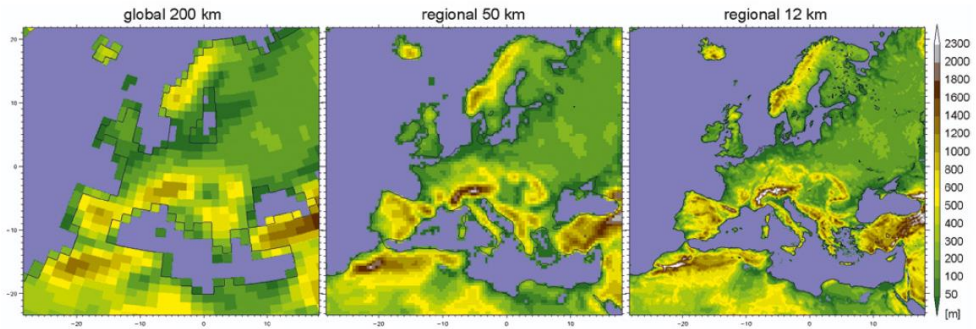


LINKS: Abb. 2: *Verläufe der RCP-Szenarien 2.6, 4.5 und 8.5* [nach van Vuuren et al. 2011, © Hervorhebungen WWF/DKK]
RECHTS: Abb. 3: *Darstellung der Änderung der globalen Oberflächentemperatur* [© MPI-M/DKRZ]

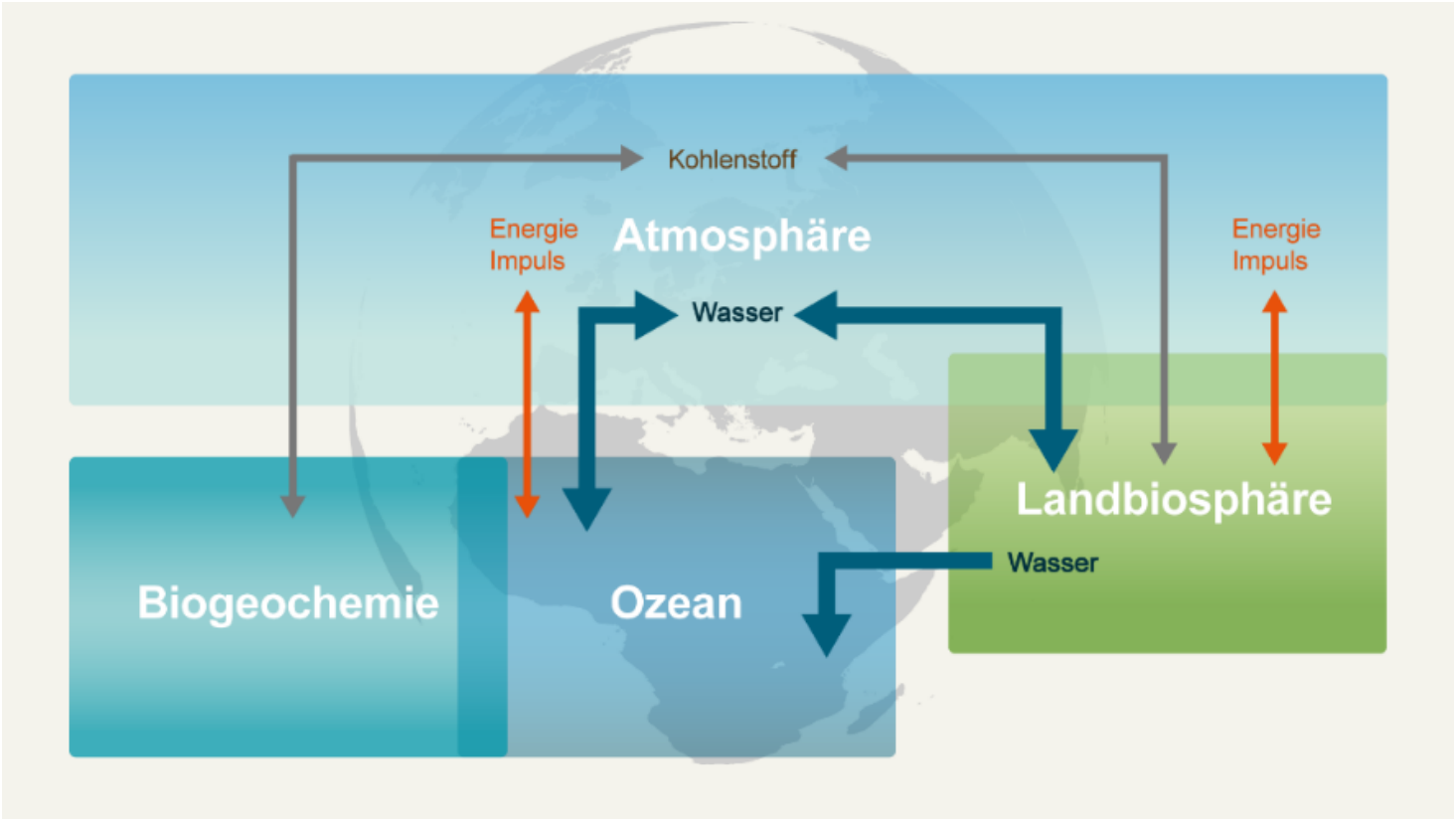
Was ist ein Klimamodell?

Ein Modell ist ein vereinfachtes Abbild der Wirklichkeit – in diesem Fall des Klimasystems.

Klimamodelle simulieren das Klima.



Globales Klimamodell | Regionales Klimamodell (grob) | Regionales Klimamodell (fein)



OBEN: Abb. 5: *Gitterdarstellung von Global- und Regionalmodellen im Raum Europa* [DWD 2017: 33]

RECHTS: Abb. 4: *Vereinfachte Darstellung der Komponenten eines Klimamodells* [Marotzke 2014, © Hervorhebungen DKK/WWF]

Wie hängen Klimaszenarien und -modelle zusammen?

Szenario → Globalmodell → **Regionalmodell** → **Zeitraum** → Ergebnis: Bandbreite möglicher Klimaänderungen (Temperatur, Niederschlag, …)

RCP 8.5
represent. concentration pathway

Klimaszenario

6 GCMs
global circulation models

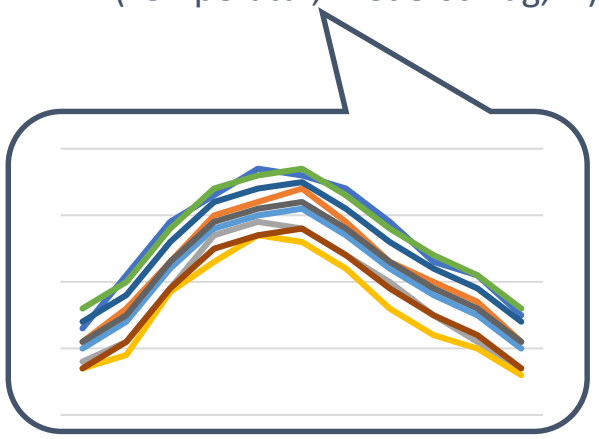
Globale Klimamodelle

5 RCMs
regional circulation models

Regionale Klimamodelle

3 Projektionszeiträume

Referenzperiode: 1971-2000
Nahe Zukunft: 2021-2050
Ferne Zukunft: 2071-2100



Klimaszenarien treiben Modelle an und bilden Bandbreite der Annahmen ab. Klimamodelle simulieren das Klima. Globale Klimamodelle (GCM) treiben regionale Klimamodelle (RCM) an. Regionale Klimamodelle (RCM) verfeinern globale Klimamodelle (GCM).

Um Klimaänderungen zu projizieren werden idealerweise mehrere GCM-RCM-Kombinationen pro Szenario und Zeitraum gerechnet. Die Zusammenstellung dieser Vielzahl an GCM-RCM-Kombinationen nennt man Ensemble. Unser Ensemble enthält neun GCM-RCM-Kombinationen.

Abb. 6: Vereinfachte Darstellung der Klimaprojektionsmethodik in Kombination mit der Auswertungsmethode „Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit“ [Bug et al. 2020, Müller et al. 2012; geändert]

Wie hängen Klima und Beregnungsbedarf zusammen?

Klimatische Wasserbilanz im Sommer: Defizit nimmt zu!

1971-2000

2021-2050

2071-2100

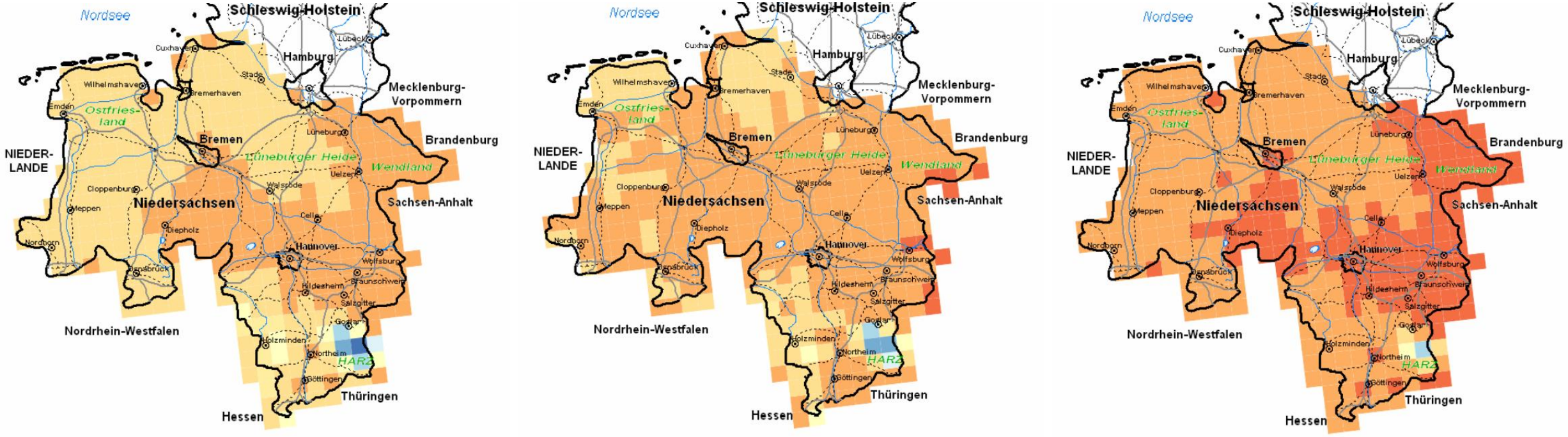


Abb. 7: Kartographische Darstellung der projizierten Klimatischen Wasserbilanz im Sommer in Niedersachsen im Vergleichszeitraum (links), der nahen Zukunft (Mitte) und der fernen Zukunft (rechts) (30-jährige Mittel) [NIBIS® Kartenserver]

Wie hängen Klima und Beregnungsbedarf zusammen?

Szenario → Globalmodell → **Regionalmodell** → **Zeitraum** → Bodenkundliche Auswertungs-methode

Ergänzung:

RCP 8.5
represent. concentration pathway

Klimaszenario

6 GCMs
global circulation models

Globale Klimamodelle

5 RCMs
regional circulation models

Regionale Klimamodelle

3 Projektionszeiträume

Referenzperiode: 1971-2000
Nahe Zukunft: 2021-2050
Ferne Zukunft: 2071-2100

Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit

Ergebnis: Bandbreite möglicher Änderungen der pot. Beregnungsbedürftigkeit

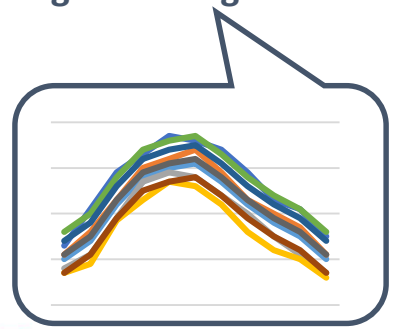


Abb. 8: Vereinfachte Darstellung der Klimaprojektionsmethodik in Kombination mit der Auswertungsmethode „Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit“ [Bug et al. 2020, Müller et al. 2012, geändert]

Wie wird die potenzielle Beregnungsbedürftigkeit berechnet?

Abb. 9: Beispielhafte Darstellung eines Bodens unter Zuckerrübe
[eigene Darstellung; gem. Renger & Strebel 1982]

Grundannahme: 40 % nutzbare Feldkapazität (nFK) im Boden für optimale Erträge

Die nutzbare Feldkapazität ist die Wassermenge, die ein wassergesättigter Boden gegen die Schwerkraft halten kann und die für Pflanzen nutzbar ist.

Zur Aufrechterhaltung der Grundannahme benötigt das System Zusatzwasser zur Versorgung landwirtschaftlicher Kulturen (= Beregnungsbedarf).

Dieses Zusatzwasser stammt zum Teil aus Niederschlägen. Zum anderen Teil wird der Bedarf nicht ausreichend von ihnen abgedeckt und stellt damit die Wassermenge des Beregnungsbedarfes dar.

Aufgrund von pflanzenphysiologischen Unterschieden und unterschiedlichen Klima- und Bodenverhältnissen ergeben sich Differenzierungen des potenziellen Beregnungsbedarfs.

Wie wird die potenzielle Beregnungsbedürftigkeit berechnet?

Klimadaten

Klimatische Wasserbilanz im Vegetationszeitraum

= Differenz der projizierten mittleren jährlichen Niederschläge und der mittleren jährlichen projizierten FAO-Referenzverdunstung

Grundlage: Ensemble aus neun Klimamodellen

Bodendaten

Pflanzenverfügbares Bodenwasser

= Eigenschaft eines Bodens Wasser pflanzverfügbar bereitzustellen (Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum und Menge des kapillaren Aufstieges aus dem Grundwasser)

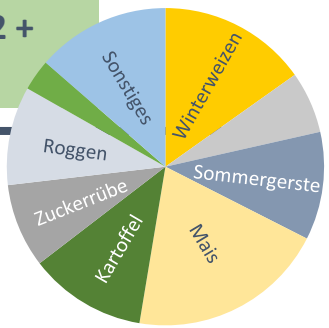
Grundlage: übersetzte Bodenschätzung

Landnutzungs-daten

Fruchtart

Zusatzwasserbedarf der Kulturen Winterweizen, Wintergerste, Sommergerste, Mais, Kartoffel, Zuckerrübe, Roggen und Triticale gewichtet anhand der aktuellen Anbaustatistik

Grundlage: Renger & Strebel 1982 + Agrarstrukturerhebung 2016



= Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit [mm]

Abb. 10: Vereinfachte Darstellung der Auswertungsmethode „Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit“ [Bug et al. 2020, Müller et al. 2012]

Keine	0 – 20 mm/v
Gering	> 20 – 60 mm/v
Mittel	> 60 – 100 mm/v
Hoch	> 100 – 140 mm/v
Sehr hoch	> 140 – 180 mm/v
Extrem hoch	> 180 mm/v

Wie wird die potenzielle Beregnungsbedürftigkeit für die Zukunft projiziert?

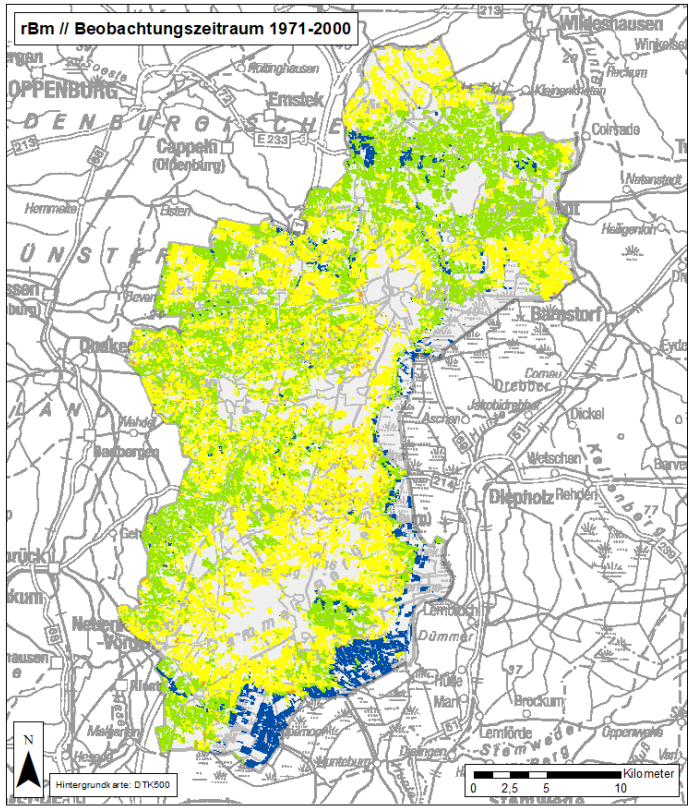
Landkreis Vechta

Beobachtungszeitraum 1971-2000

Gebietsmittel (LK) der pot. regionsspez. Beregnungsbedürftigkeit

Ø 63 mm/v

20. Perzentil: 44 mm/v // 80. Perzentil: 84 mm/v

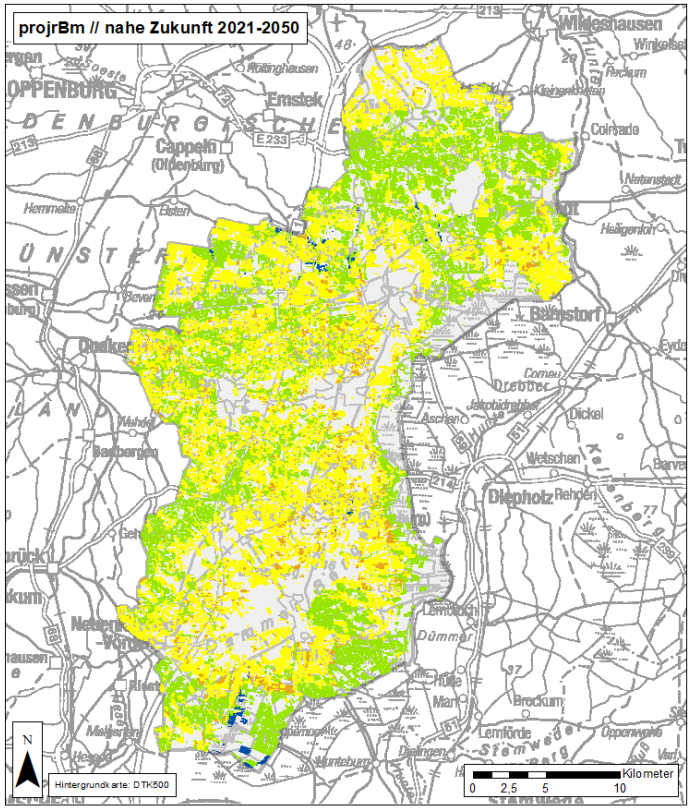


Nahe Zukunft 2021-2050

Gebietsmittel (LK) der proj. pot. regionsspez. Beregnungsbedürftigkeit

Ø 71 mm/v

Min: 53 mm/v // Max: 91 mm/v



Ferne Zukunft 2071-2100

Gebietsmittel (LK) der proj. pot. regionsspez. Beregnungsbedürftigkeit

Ø 83 mm/v

Min: 62 mm/v // Max: 113 mm/v

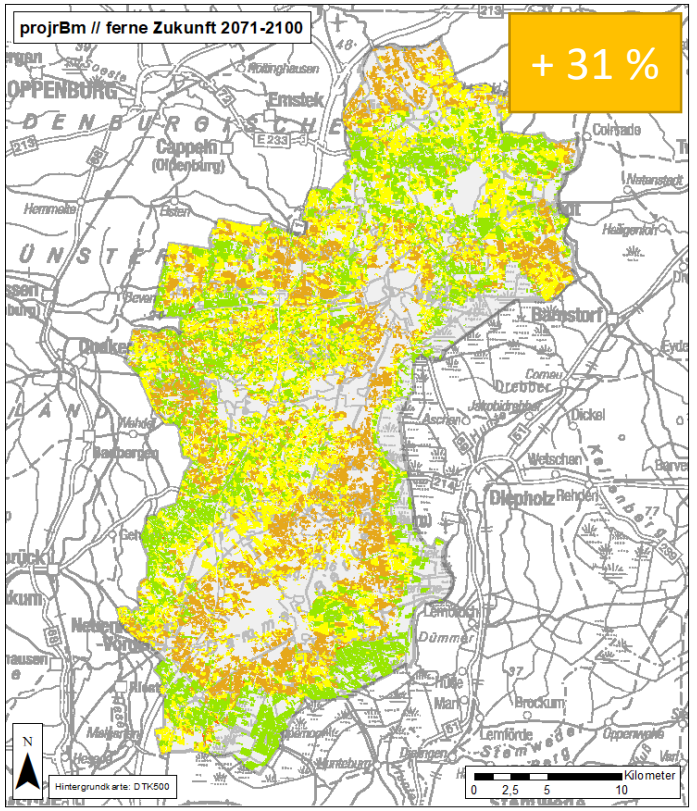


Abb. 12-14: Kartographische Darstellung der potenziellen und der projizierten potenziellen Beregnungsbedürftigkeit im Landkreis Vechta

Neutral/kein Änderungssignal < - 10 mm bis + 10 mm
Leichte Zunahme > + 10 mm bis + 20 mm
Mittlere Zunahme > + 20 mm bis + 30 mm
Deutliche Zunahme > + 30 mm

Wie wird die potenzielle Beregnungsbedürftigkeit für die Zukunft projiziert?

Landkreis Vechta

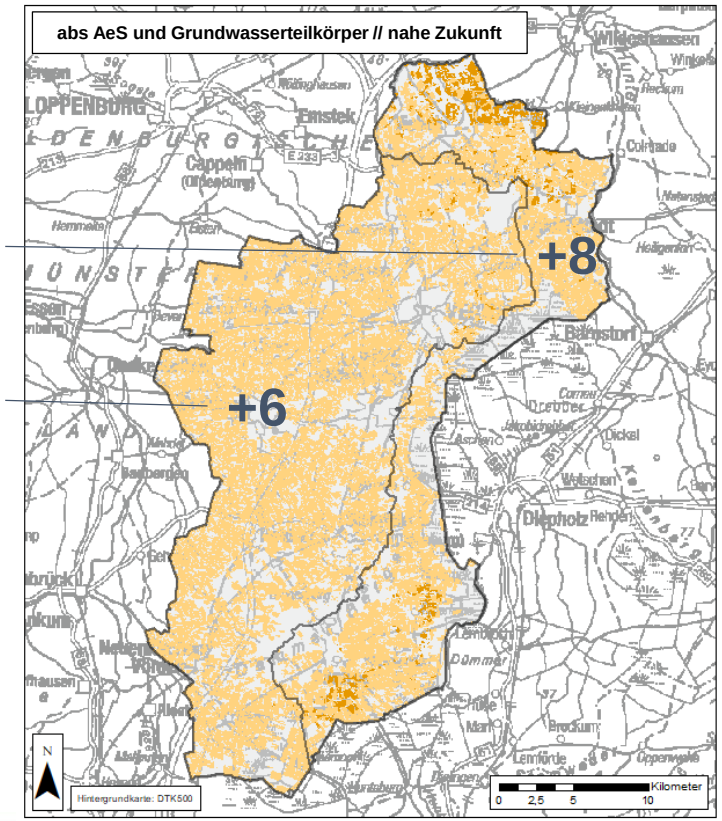
Auswertung der Grundwasserteil-körper (Angaben in mm)

Nahe Zukunft 2021-2050

Gebietsmittel (LK) des absoluten Änderungssignals

Ø + 7 mm

Min: - 11 mm // Max: + 28 mm



Ferne Zukunft 2071-2100

Gebietsmittel (LK) des absoluten Änderungssignals

Ø + 19 mm

Min: - 2 mm // Max: + 49 mm

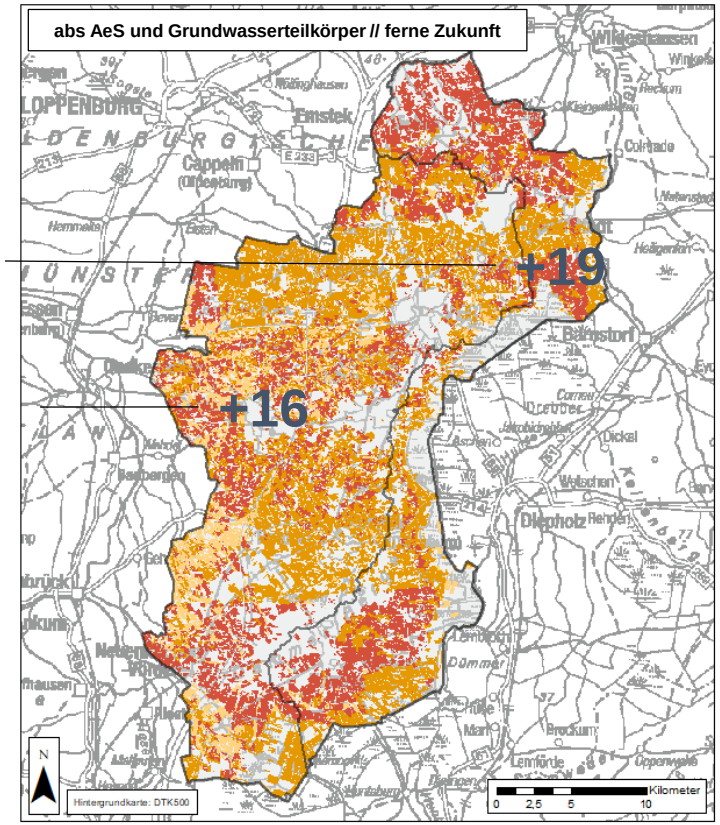


Abb. 15-16: Kartographische Darstellung des absoluten Änderungssignals der projizierten potenziellen Beregnungsbedürftigkeit im Landkreis Vechta auf der Ebene der Grundwasserteilkörper

Keine	0 – 20 mm/v
Gering	> 20 – 60 mm/v
Mittel	> 60 – 100 mm/v
Hoch	> 100 – 140 mm/v
Sehr hoch	> 140 – 180 mm/v
Extrem hoch	> 180 mm/v

Wie wird die potenzielle Beregnungsbedürftigkeit für die Zukunft projiziert?

Landkreis Oldenburg

Beobachtungszeitraum 1971-2000

Gebietsmittel (LK) der pot. regionsspez. Beregnungsbedürftigkeit

Ø 80 mm/v

20. Perzentil: 60 mm/v // 80. Perzentil: 101 mm/v

Nahe Zukunft 2021-2050

Gebietsmittel (LK) der proj. pot. regionsspez. Beregnungsbedürftigkeit

Ø 85 mm/v

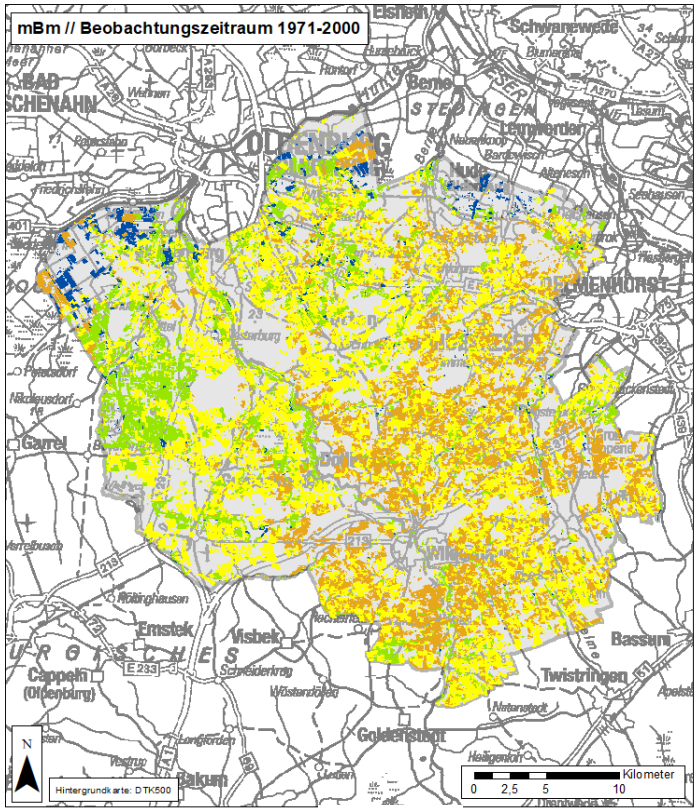
Min: 67 mm/v // Max: 101 mm/v

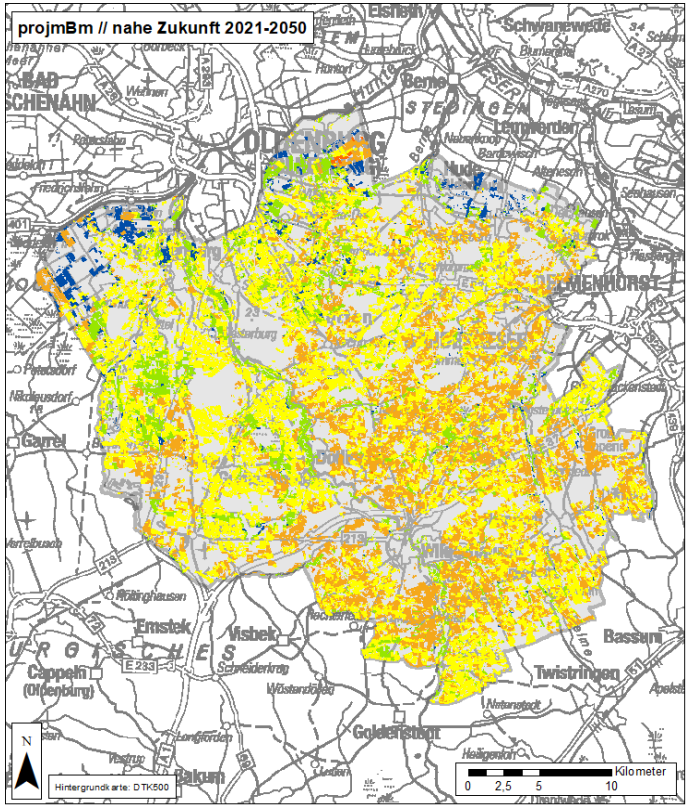
Ferne Zukunft 2071-2100

Gebietsmittel (LK) der proj. pot. regionsspez. Beregnungsbedürftigkeit

Ø 93 mm/v

Min: 72 mm/v // Max: 118 mm/v





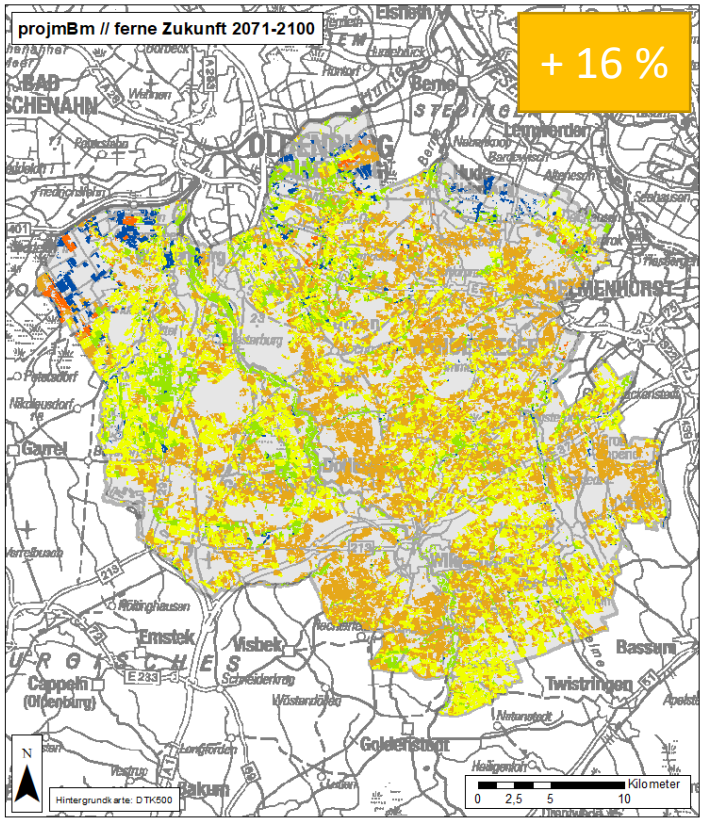


Abb. 16-18: Kartographische Darstellung der potenziellen und der projizierten potenziellen Beregnungsbedürftigkeit im Altmarkkreis Salzwedel

Zusammenfassung

Prozentuale Zunahme der potenziellen Beregnungsbedürftigkeit von Ackerkulturen …

- im „Weiter-wie-bisher“-Emissionsszenario (RCP8.5)
- im Ensemblemittel aus neun GCM-RCM-Modellkombinationen
- im Vergleich Beobachtungszeitraum 1971-200 zum Projektionszeitraum 2071-2100
- auf Grundlage der Bodenschätzungsdaten
- in Ergänzung mit BK50-Daten (NDS) bzw. VBK50-Daten (SA) im zweiten Meter
- im Gebietsmittel über alle Ackerflächen (ohne Dauergrünlandflächen)

Die Veränderung der pot. Beregnungsbedürftigkeit in der Zukunft ist im Trend eine Zunahme.

Abb. 19: Kartographische Darstellung der Netzwerkregionen beider Netzwerke Wasser Projekte (Hintergrundkarte: Bodengroßlandschaften)

Weitere Klimawirkungen auf Böden

Boden-erosion

Lebens-grundlagen für Pflanzen und Tiere

Ausgleichs-körper im Wasser-haushalt

Literatur & Quellen

DWD 2017: Deutscher Wetterdienst: *Regionale Klimamodellierung I – Grundlagen*. promet Meteorologische Fortbildung, Heft 99 (2017).

Latif 2012: Latif, M.: *Globale Erwärmung UTB-Profile.* ISBN-10: 3825235866. 2012. [https://www.geomar.de/news/article/keine-zweifel-an-globaler-erwaermung/, Entnommen am 29.04.2019]

Bug et al. (2020): Bug, J.; Heumann, S.; Müller, U.; Waldeck, A.: *Auswertungsmethoden im Bodenschutz - Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS®)*. GeoBerichte 19. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover, 2020.

Marotzke 2014: Marotzke, J.: *Klimamodelle und Globale Erwärmung*. Physik in unserer Zeit, 45, 118-125, © Hervorhebungen DKK/WWF.

Müller et al. 2012: Müller, U., Engel, N., Heidt, L., Schäfer, W., Kunkel, R., Wendland, F., Röhm, H. & Elbracht, J.: *Klimawandel und Bodenwasserhaushalt*. GeoBerichte 20. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS® Kartenserver [https://nibis.lbeg.de/cardomap3/?permalink=JrSGPy5]

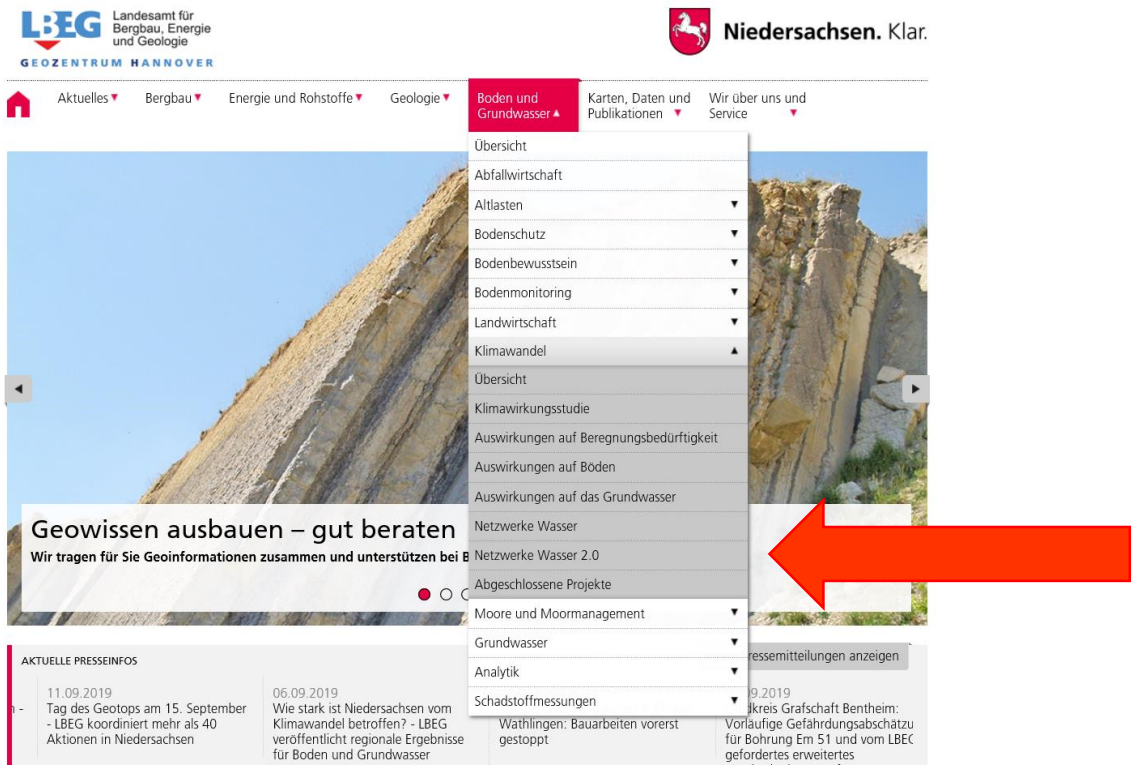
Renger & Strebel 1982: *Beregnungsbedürftigkeit der landwirtschaftlichen Nutzflächen in Niedersachsen*. Geol. Jb. F 13, 1-66.

van Vuuren et al. 2011: van Vuuren, D.; Stehfest, E.; den Elzen, M.; Kram, T.; van Vliet, J.; Deetman, S.; Isaac, M.; Goldewijk, K.; Hof, A.; Beltran, A.; Oostenrijk, R.; van Ruijven, B.: *RCP2.6: exploring the possibility to keep global mean temperature increase below 2°C*. Climate Change, November 2011.

© WWF/DKK: World Wide Fund For Nature/Deutsches Klima Konsortium.

© MPI-M/DKRZ: Max-Planck-Institut für Meteorologie/Deutsches Klimarechenzentrum.

Weitere Informationen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

… auf der Internetpräsenz des LBEG bzw. im NIBIS® Kartenserver

NIBIS® KARTENSERVER
Niedersächsisches Bodeninformationssystem