

# 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 Adaptionenanalysen“

Christina Scharun

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG)

Klima

Wetter



# 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<sub>2</sub>) und andere Treibhausgase sind entsprechend wichtige Komponenten des Klimasystems. Kohlenstoff ist in Reservoiren gespeichert – sogenannten **Kohlenstoffsinken**.

Die wichtigsten Kohlenstoffsinken sind **Wälder, Ozeane, Böden und Moore**.

Mit dem CO<sub>2</sub> steigt auch die Temperatur der Erdatmosphäre.

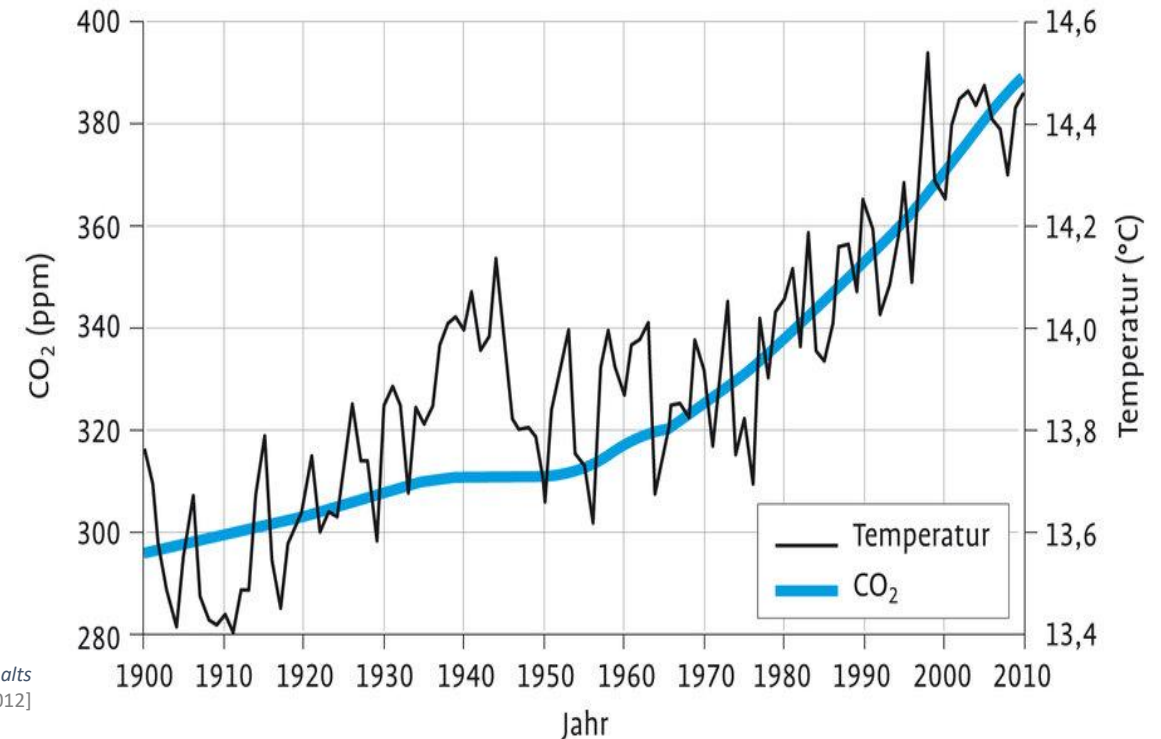


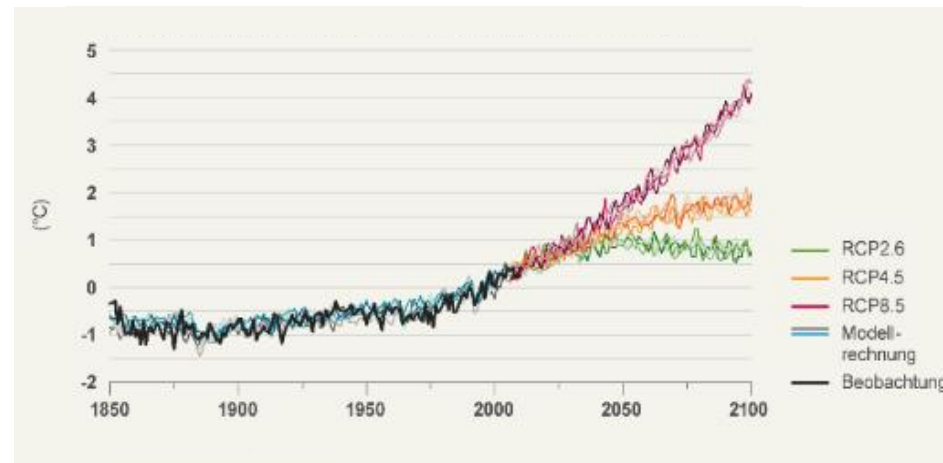
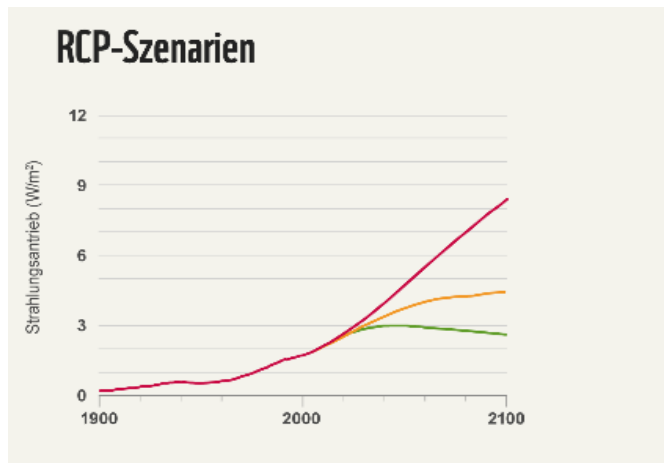
Abb. 1: Darstellung des Anstiegs der globalen Temperatur und des Gehalts an Kohlenstoffdioxid seit Beginn des 20. Jahrhunderts [Latif 2012]

# 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 Treibhausgasen, 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.



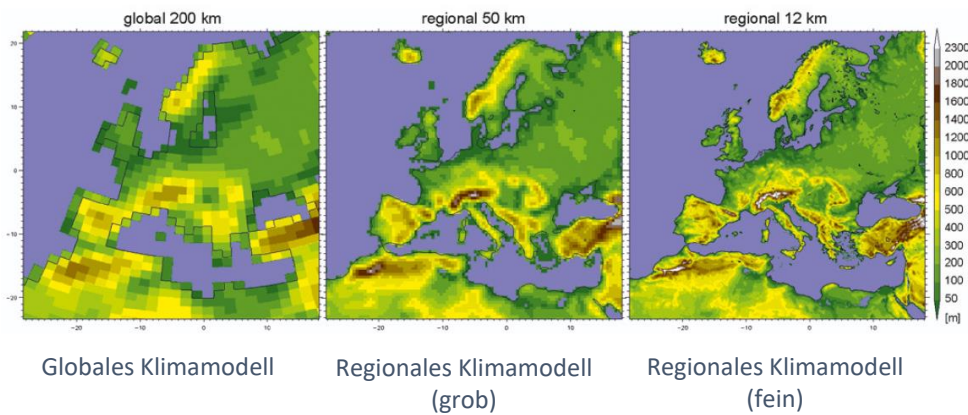
LINKS: Abb. 2: Verläufe der RCP-Szenarien 2.6, 4.5 und 8.5 [nach van Vuuren et al. 2011, © Hervorhebungen WWF/DKK]

RECHTS: Abb. 3: Darstellung der Änderung der globalen Oberflächentemperatur [© MPI-M/DKRZ]

# Was ist ein Klimamodell?

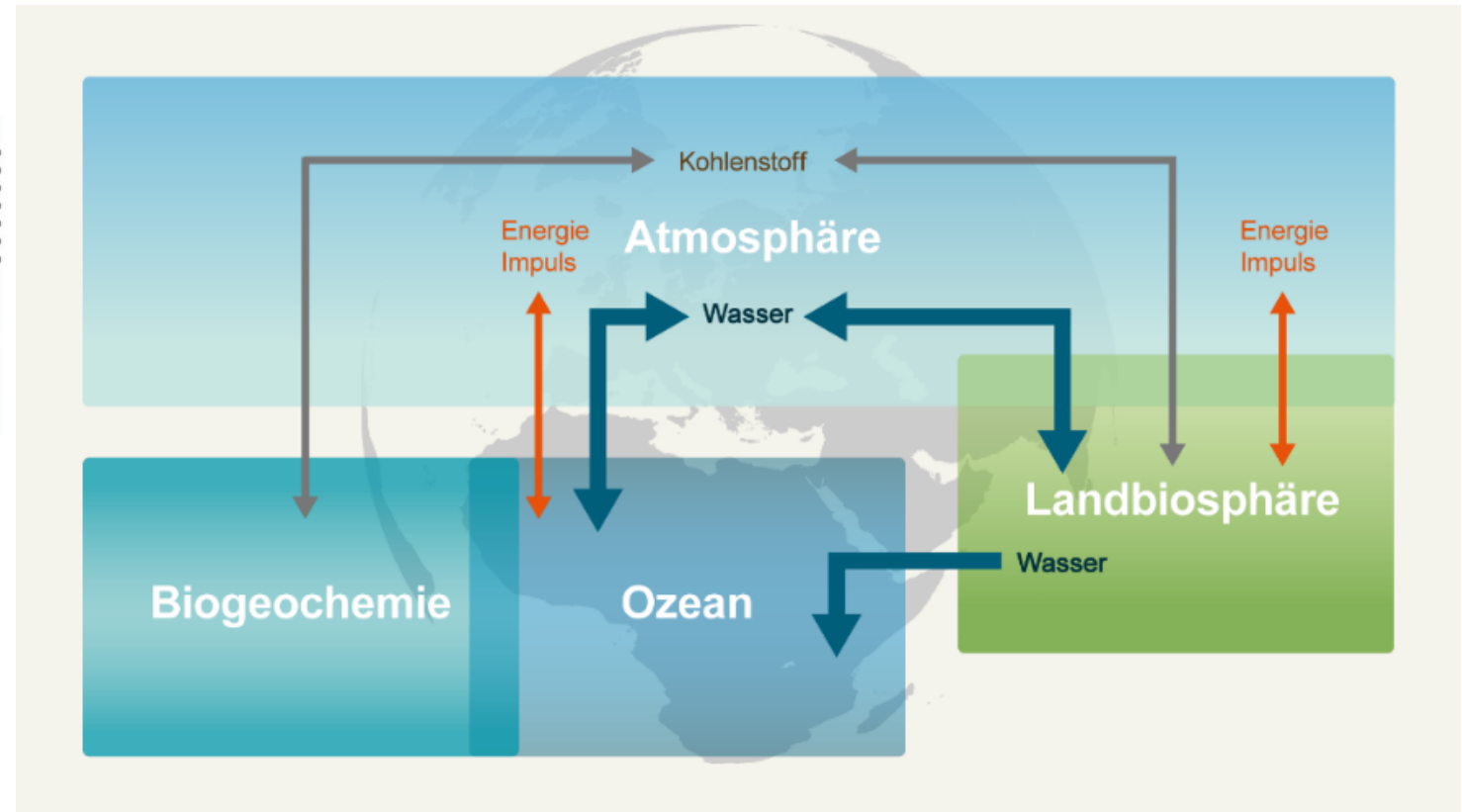
Ein Modell ist ein vereinfachtes Abbild der Wirklichkeit – in diesem Fall des Klimasystems.

Klimamodelle simulieren das Klima.

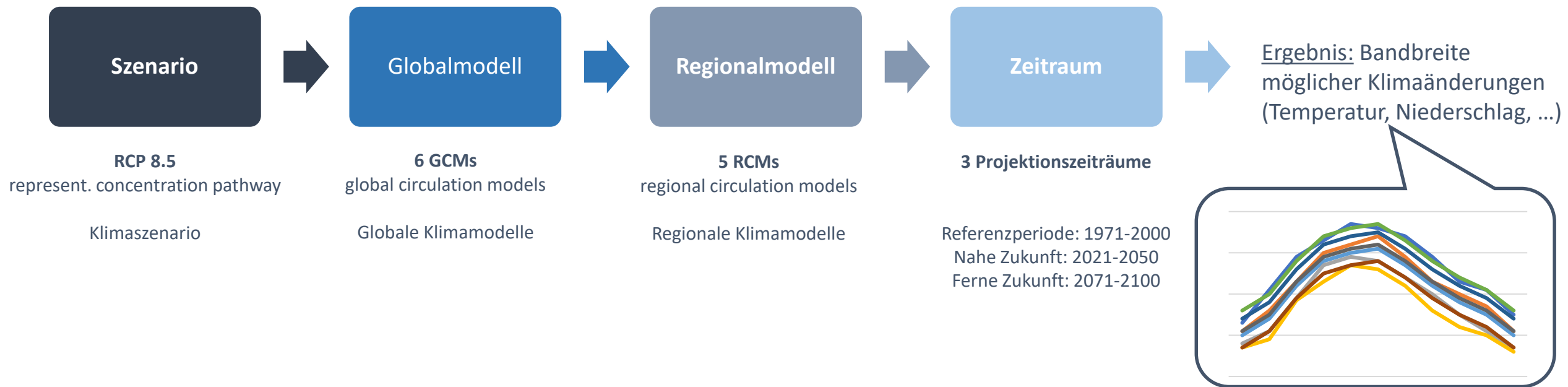


OBEN: Abb. 5: Gitterdarstellung von Global- und Regionalmodellen im Raum Europa [DWD 2017: 33]

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



# Wie hängen Klimaszenarien und -modelle zusammen?



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]



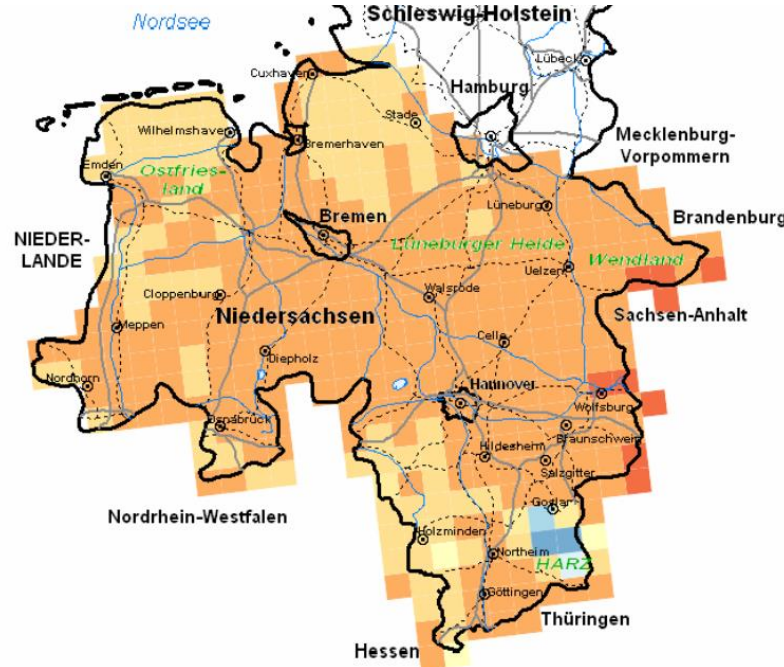
# Wie hängen Klima und Beregnungsbedarf zusammen?

Klimatische Wasserbilanz im Sommer: Defizit nimmt zu!

1971-2000



2021-2050



2071-2100

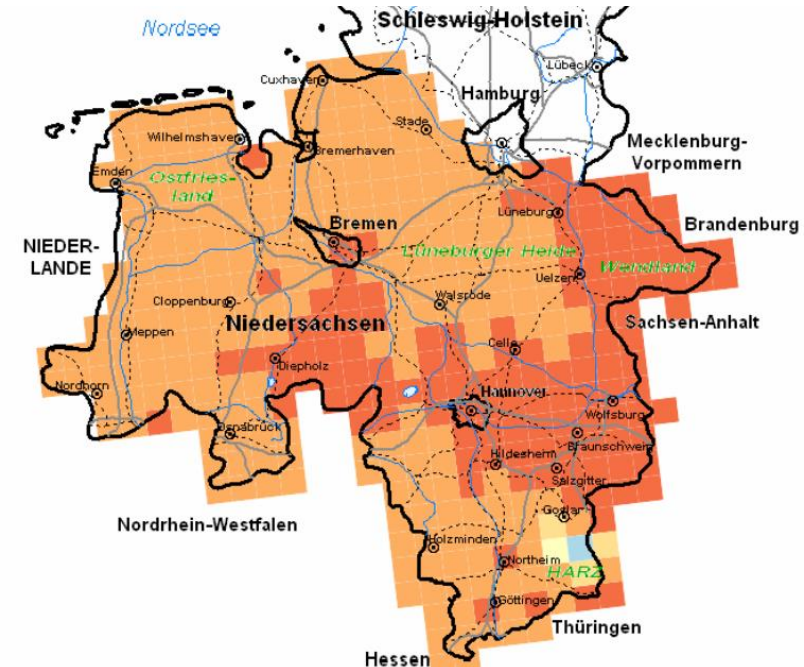


Abb. 7: Kartographische Darstellung der projizierten Klimatischen Wasserbilanz im Sommer in Niedersachsen im Vergleichszeitraum (links), der nahen Zukunft (Mitte) und der fernen Zukunft (rechts) (30-jährige Mittel) [NIBIS® Kartenserver]



# Wie hängen Klima und Beregnungsbedarf zusammen?

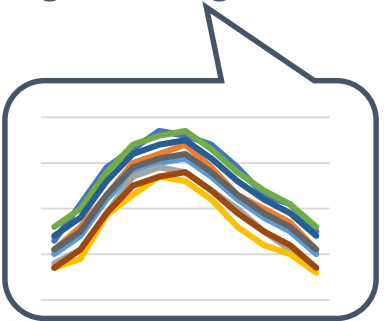
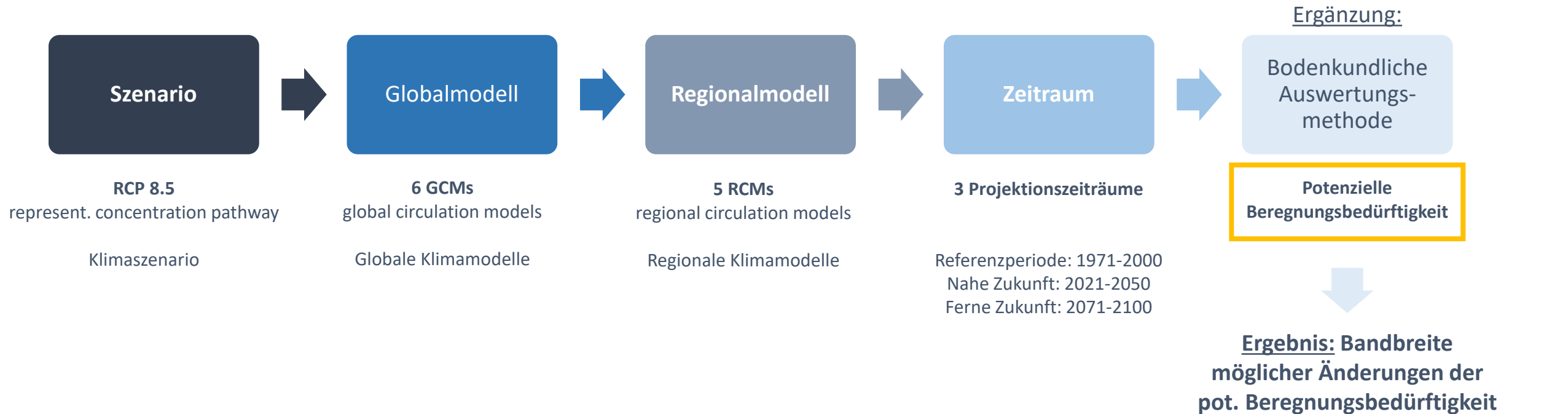


Abb. 8: Vereinfachte Darstellung der Klimaprojektionsmethodik in Kombination mit der Auswertungsmethode „Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit“ [Bug et al. 2020, Müller et al. 2012, geändert]



# Wie wird die potenzielle Beregnungsbedürftigkeit berechnet?

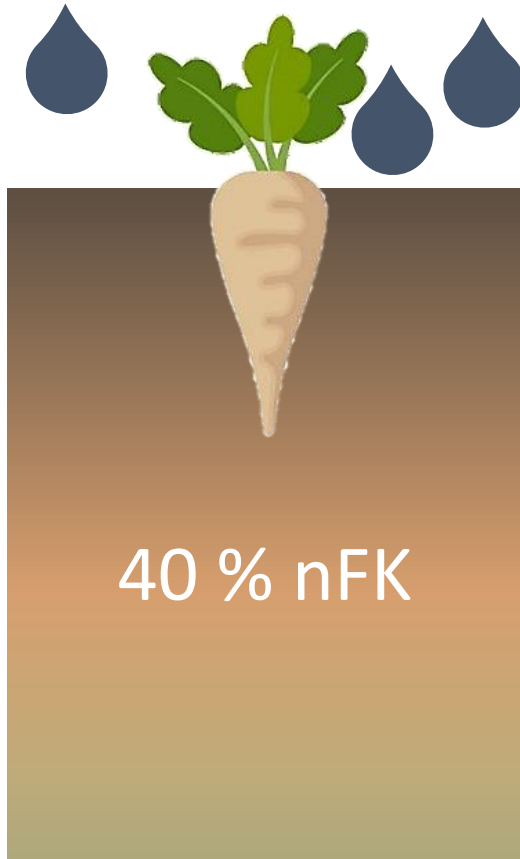


Abb. 9: Beispielhafte Darstellung eines Bodens unter Zuckerrübe  
[eigene Darstellung; gem. Renger & Strebel 1982]

*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 Beregnungsbedarfes.

# 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 pflanzenverfügbar bereitzustellen (Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum und Menge des kapillaren Aufstieges aus dem Grundwasser)

**Grundlage: übersetzte Bodenschätzung**

## Landnutzungsdaten

### 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]**

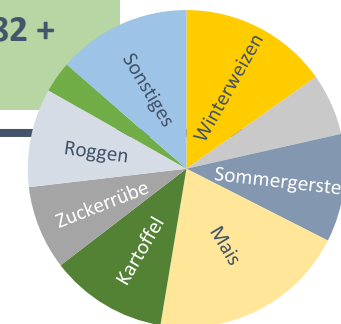
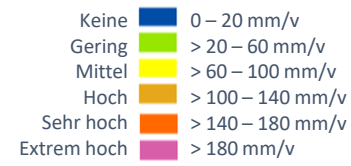


Abb. 10: Vereinfachte Darstellung der Auswertungsmethode „Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit“ [Bug et al. 2020, Müller et al. 2012]



# Wie wird die potenzielle Berechnungsbedürftigkeit für die Zukunft projiziert?

Landkreis Vechta

**Beobachtungszeitraum 1971-2000**  
 Gebietsmittel (LK) der pot. regionspez. Berechnungsbedürftigkeit  
**Ø 63 mm/v**  
 20. Perzentil: 44 mm/v // 80. Perzentil: 84 mm/v

**Nahe Zukunft 2021-2050**  
 Gebietsmittel (LK) der proj. pot. regionspez. Berechnungsbedürftigkeit  
**Ø 71 mm/v**  
 Min: 53 mm/v // Max: 91 mm/v

**Ferne Zukunft 2071-2100**  
 Gebietsmittel (LK) der proj. pot. regionspez. Berechnungsbedürftigkeit  
**Ø 83 mm/v**  
 Min: 62 mm/v // Max: 113 mm/v

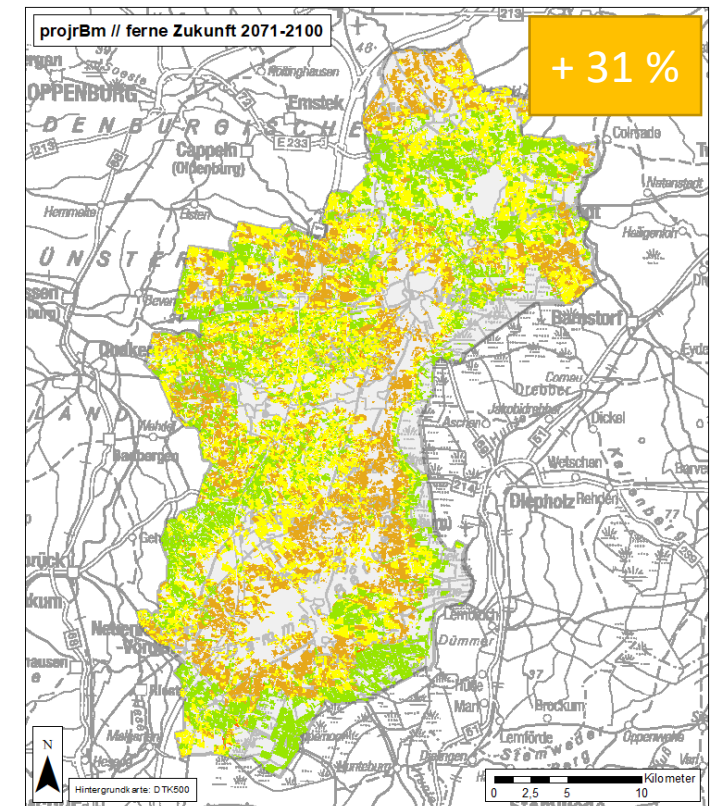
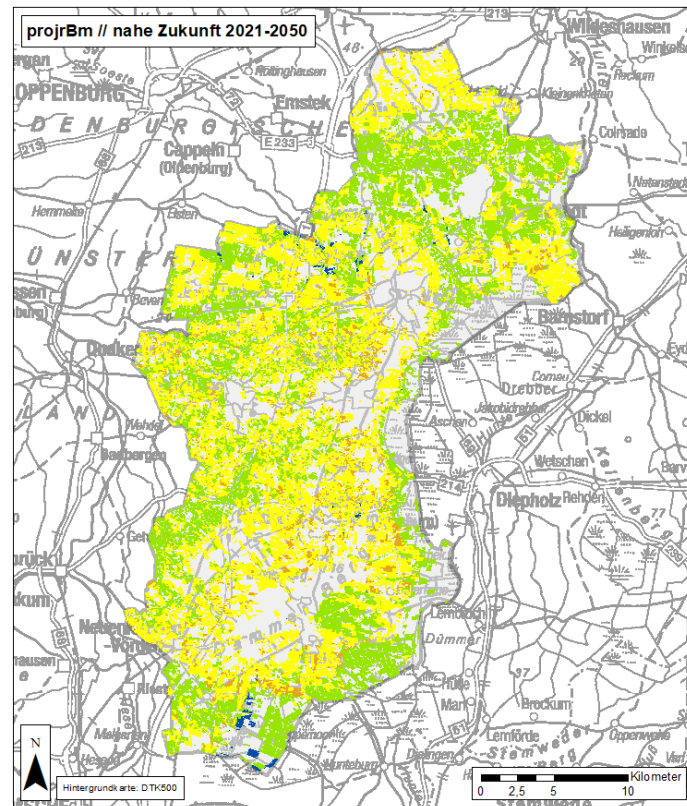
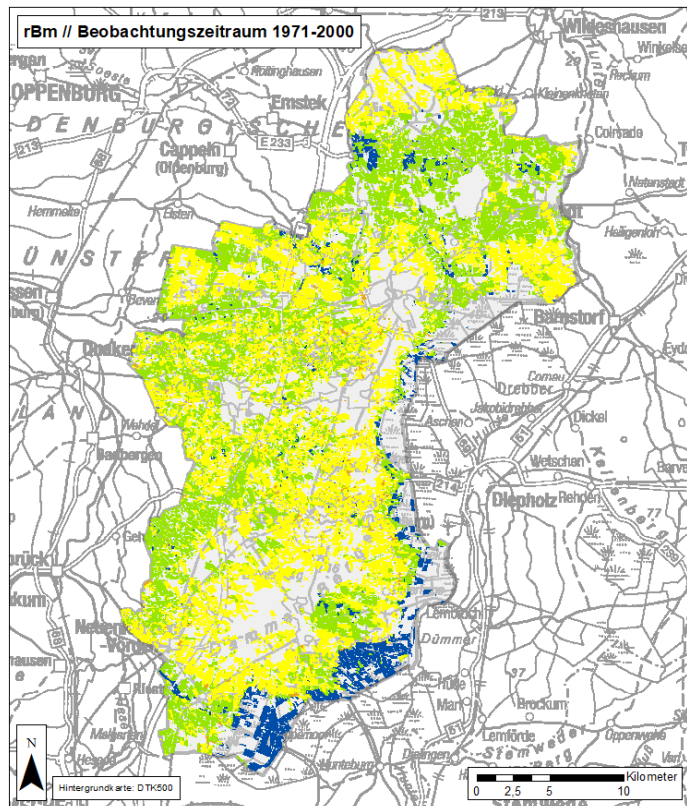


Abb. 12-14: Kartographische Darstellung der potenziellen und der projizierten potenziellen Berechnungsbedürftigkeit im Landkreis Vechta



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  
 $\varnothing + 7 \text{ mm}$   
 Min: - 11 mm // Max: + 28 mm

**Ferne Zukunft 2071-2100**  
 Gebietsmittel (LK) des absoluten Änderungssignals  
 $\varnothing + 19 \text{ mm}$   
 Min: - 2 mm // Max: + 49 mm

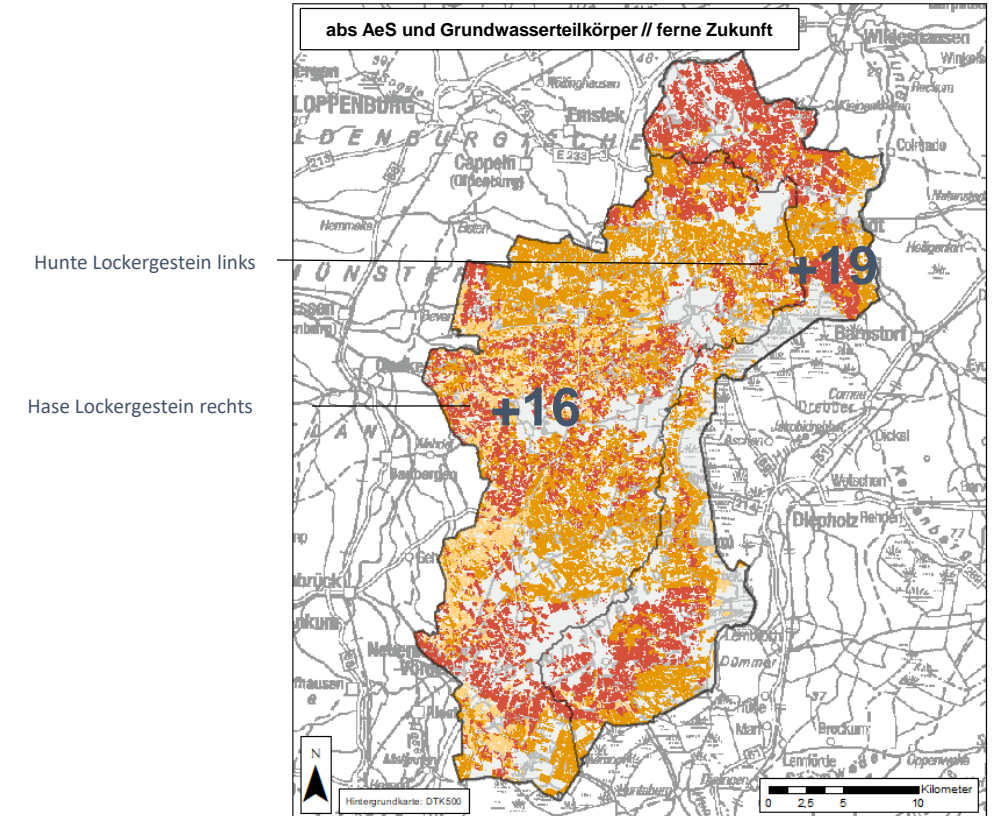
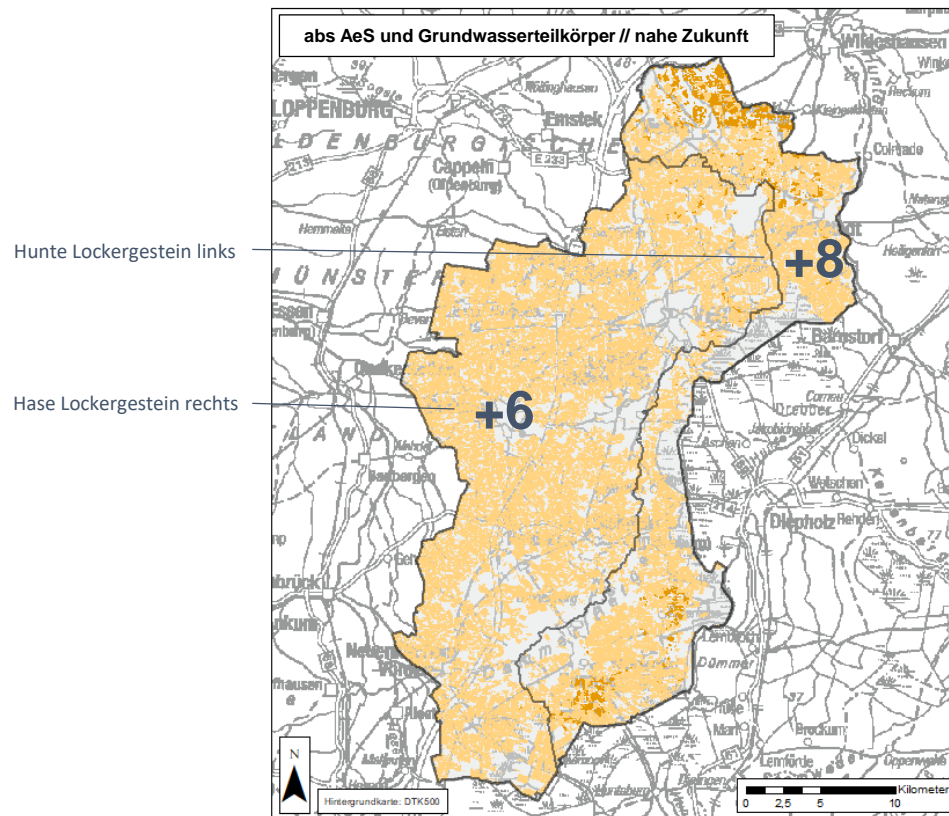


Abb. 15-16: Kartographische Darstellung des absoluten Änderungssignals der projizierten potenziellen Beregnungsbedürftigkeit im Landkreis Vechta auf der Ebene der Grundwasserteilkörper



- 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. regionspez. Beregnungsbedürftigkeit  
**Ø 80 mm/v**  
 20. Perzentil: 60 mm/v // 80. Perzentil: 101 mm/v

**Nahe Zukunft 2021-2050**  
 Gebietsmittel (LK) der proj. pot. regionspez. Beregnungsbedürftigkeit  
**Ø 85 mm/v**  
 Min: 67 mm/v // Max: 101 mm/v

**Ferne Zukunft 2071-2100**  
 Gebietsmittel (LK) der proj. pot. regionspez. Beregnungsbedürftigkeit  
**Ø 93 mm/v**  
 Min: 72 mm/v // Max: 118 mm/v

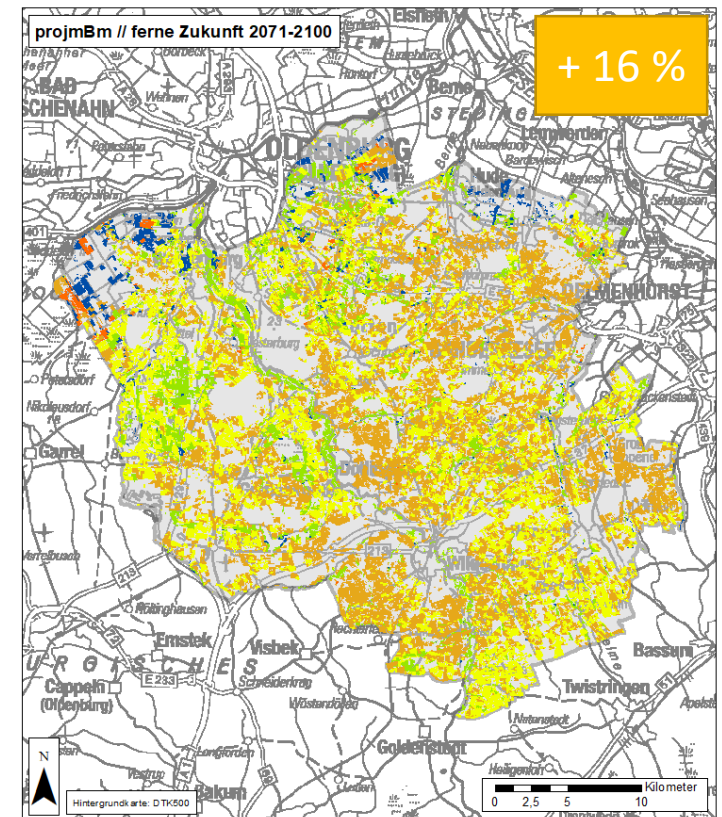
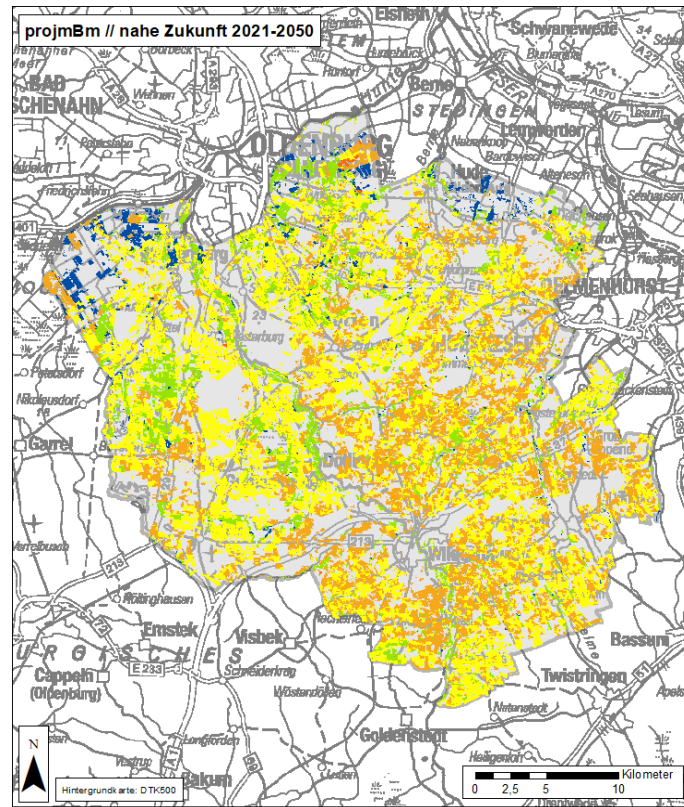
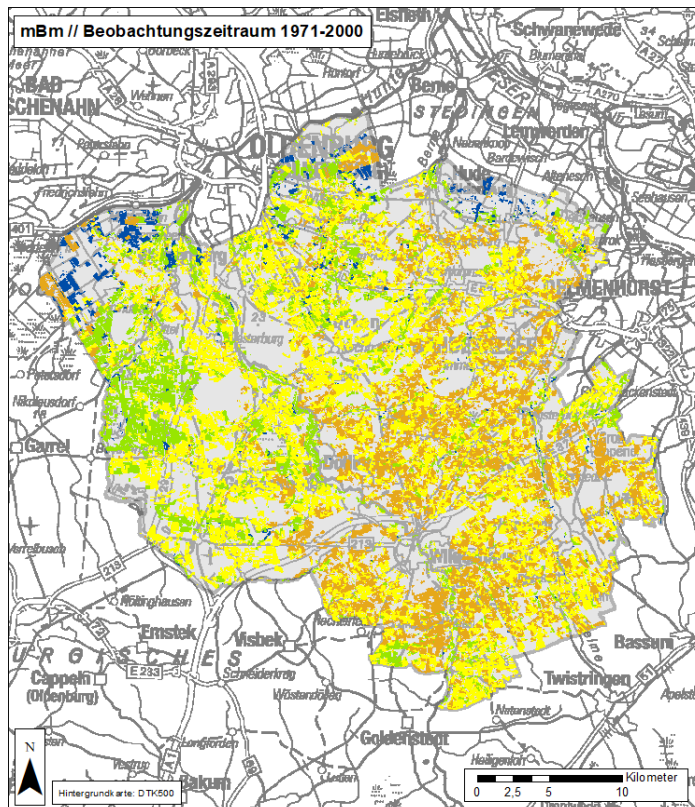


Abb. 16-18: Kartographische Darstellung der potenziellen und der projizierten potenziellen Beregnungsbedürftigkeit im Altmarkkreis Salzwedel



# 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 1971-2000 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)

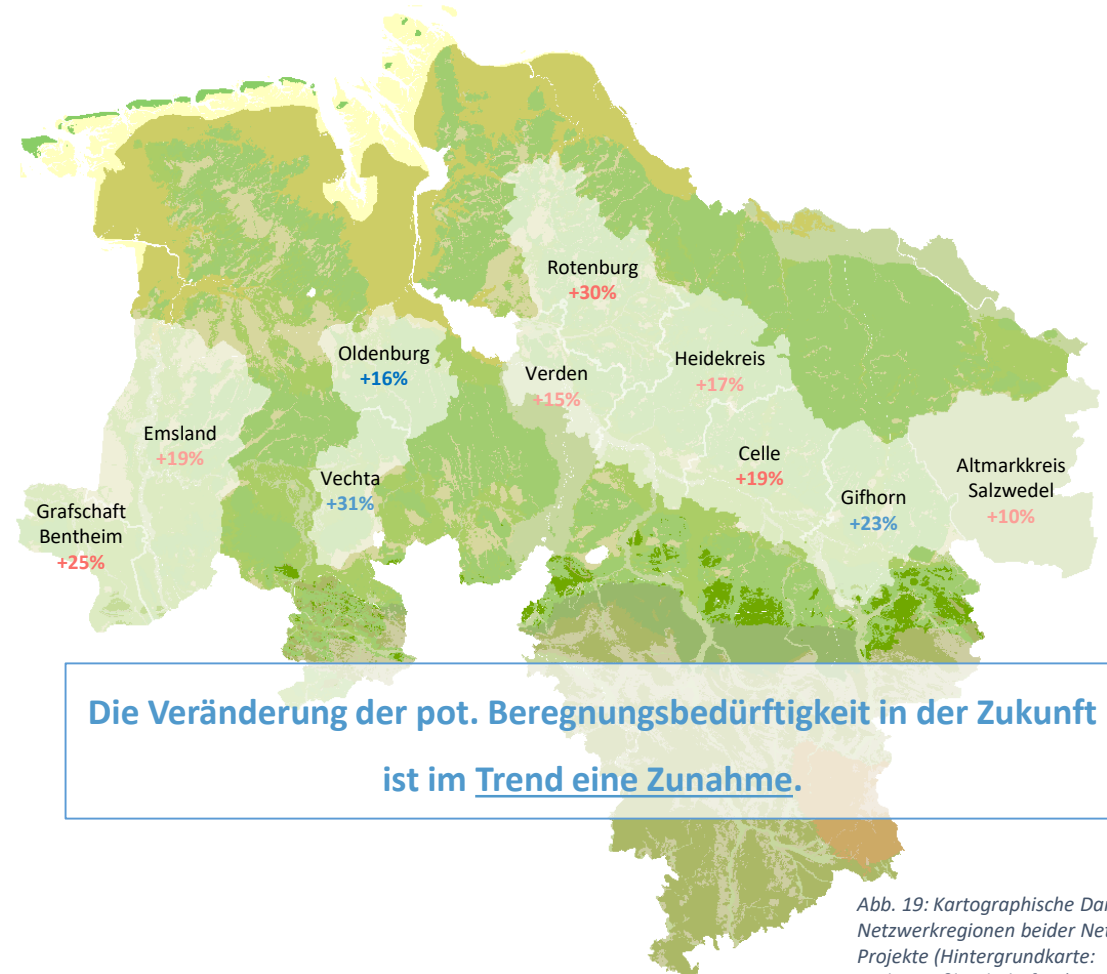


Abb. 19: Kartographische Darstellung der Netzwerkregionen beider Netzwerke Wasser Projekte (Hintergrundkarte: Bodengroßlandschaften)

# 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:** *Berechnungsbedürftigkeit 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

The screenshot shows the website of the Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) in Hannover. The navigation bar includes 'Aktuelles', 'Bergbau', 'Energie und Rohstoffe', 'Geologie', 'Boden und Grundwasser', 'Karten, Daten und Publikationen', and 'Wir über uns und Service'. A dropdown menu is open under 'Boden und Grundwasser', listing various topics such as 'Übersicht', 'Abfallwirtschaft', 'Altlasten', 'Bodenschutz', 'Bodenbewusstsein', 'Bodenmonitoring', 'Landwirtschaft', 'Klimawandel', 'Klimawirkungsstudie', 'Auswirkungen auf Beregnungsbedürftigkeit', 'Auswirkungen auf Boden', 'Auswirkungen auf das Grundwasser', 'Netzwerke Wasser', 'Netzwerke Wasser 2.0', 'Abgeschlossene Projekte', 'Moore und Moormanagement', 'Grundwasser', 'Analytik', and 'Schadstoffmessungen'. A red arrow points to the 'Netzwerke Wasser 2.0' option. Below the menu, a news article is visible with the headline 'Geowissen ausbauen – gut beraten' and the sub-headline 'Wir tragen für Sie Geoinformationen zusammen und unterstützen bei...'. The article is dated 11.09.2019 and mentions 'Tag des Geotops am 15. September' and 'LBEG koordiniert mehr als 40 Aktionen in Niedersachsen'. Another article snippet is dated 06.09.2019 and mentions 'Wie stark ist Niedersachsen vom Klimawandel betroffen? - LBEG veröffentlicht regionale Ergebnisse für Boden und Grundwasser'. A third snippet is dated 09.2019 and mentions 'Kreis Grafschaft Bentheim: Vorläufige Gefährdungsabschätzung für Bohrung Em 51 und vom LBEG gefordertes erweitertes'.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

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

**NIBIS®**  
KARTENSERVER  
Niedersächsisches  
Bodeninformationssystem