

Leitfragen

- Klimawandel: Welche klimatischen Veränderungen sind in Niedersachsen zu erwarten? Wie ist der aktuelle Kenntnisstand?
- Nach welcher Methodik und mit welchen Daten wurden die Berechnungsbedarfsprognosen beim LBEG erstellt?
- Welche Entwicklungen des potenziellen Berechnungsbedarfs sind im Landkreis Rotenburg und dem Landkreis Verden zu erwarten?



Aktueller Kenntnisstand

Welche klimatischen Veränderungen sind in Niedersachsen zu erwarten?



[Als PDF herunterladen
\(klick\)](#)

Klimareport Niedersachsen

Fakten bis zur Gegenwart –
Erwartungen für die Zukunft

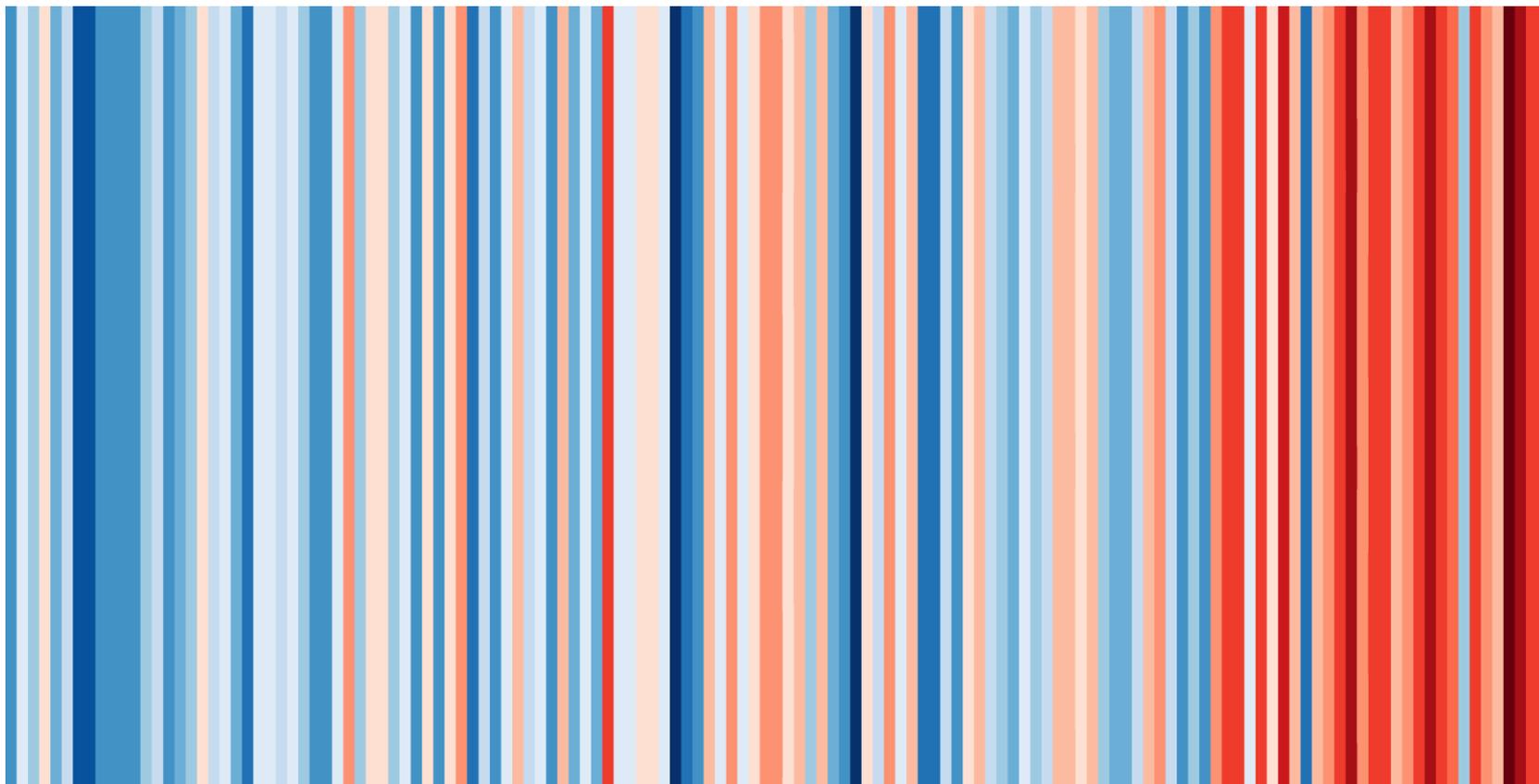
DWD 2018
u.a. mit Beiträgen des LBEG



„Warming stripes“

1881

2017



Die Streifen zeigen die Jahresmitteltemperaturen in Deutschland von 1881 (links) bis 2017 (rechts). Von Dunkelblau (6,6°C) bis Dunkelrot (10,3°C).

Bildquelle:

<https://www.climate-lab-book.ac.uk/2018/warming-stripes/>

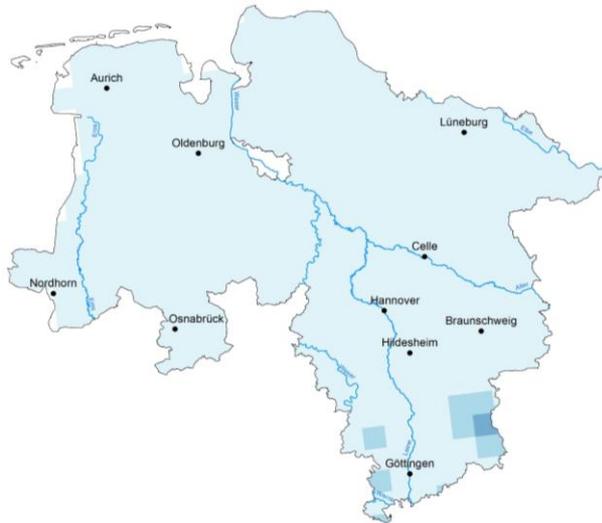
4



Temperatur

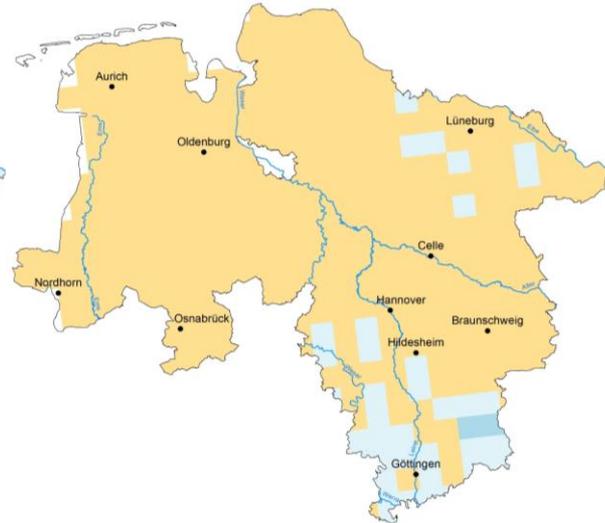
- Anstieg der mittleren Jahrestemperatur in Niedersachsen belegt,
 - +1,5°C seit 1881,
 - mehr Sommertage, weniger Frosttage,
 - langfristig weitere Erwärmung: Im **Klimaschutzszenario** im Mittel +1,0°C, im **Weiter-wie-bisher-Szenario** im Mittel +3,5°C.

1971-2000



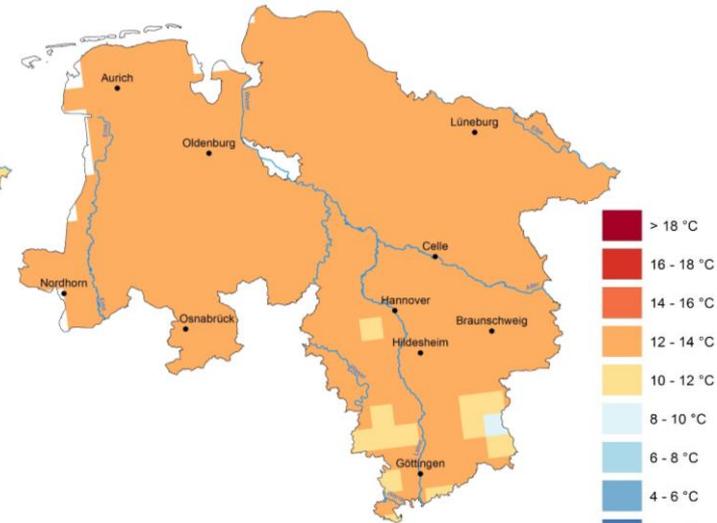
Gebietsmittel: 9,0 °C

2021-2050



Gebietsmittel: 10,4 °C
Bandbreite: 9,9 bis 11,0 °C

2071-2100



Gebietsmittel: 12,7 °C
Bandbreite: 12,0 bis 13,6 °C

5

DWD 2018



Niederschlag

- Zunahme der Niederschläge um 15% seit 1881 (Anstieg in Herbst und Winter),
- Starkregenereignisse leicht angestiegen,
- kurzfristig keine wesentlichen Änderungen beim Niederschlag zu erwarten,
- langfristig wird leichter Anstieg des Jahresniederschlags erwartet (+8% im **Weiter-wie-bisher-Szenario**),
 - allerdings weniger Niederschläge im Sommer.

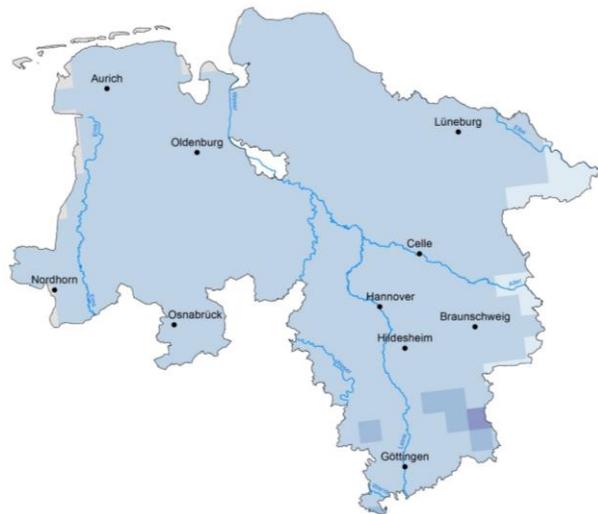


Klimatische Wasserbilanz

- Klimatische Wasserbilanz nimmt ab,
 - Mittelfristig geringe Abnahme,
 - langfristig Abnahme der Klimatischen Wasserbilanz im Jahr um etwa zwei Drittel,
 - Verdoppelung des Defizits im Sommer.

Klimatische Wasserbilanz im Sommer

1971-2000



Gebietsmittel: -119 mm/a

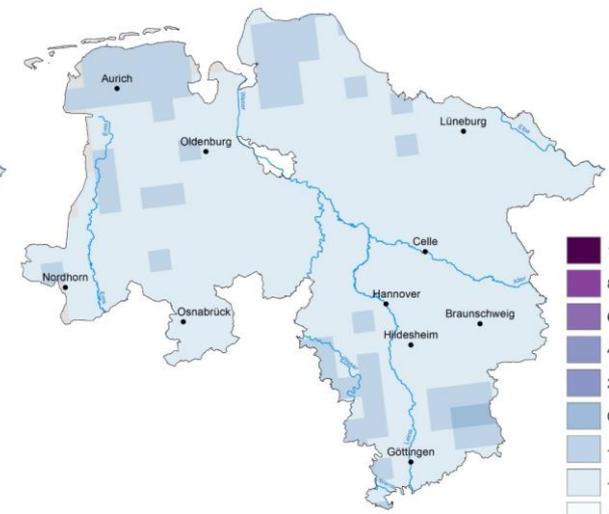
2021-2050



Gebietsmittel: -150 mm/a

Bandbreite: -216 bis -74 mm/a

2071-2100



Gebietsmittel: -239 mm/a

Bandbreite: -339 bis -92 mm/a



DWD 2018

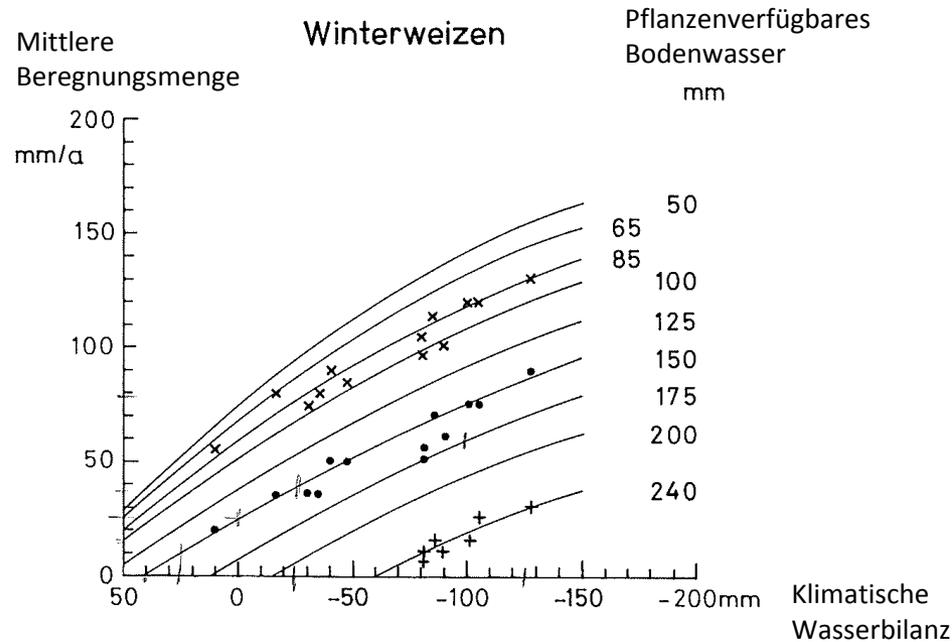


Nach welcher Methodik und mit welchen Daten wurden die Beregnungsbedarfsprognosen beim LBEG erstellt?



Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit – Modellbeschreibung

Fruchtspezifische Beregnungsmenge



Empirisch ermittelte Daten zum Beregnungsbedarf sind die Grundlage des Modells von RINGER & STREBEL (1982)



Potenzielle Berechnungsbedürftigkeit – Fruchtarten

Getreide

- Wintergerste mit Zwischenfrucht
- Winterweizen
- Wintergerste
- Sommergerste

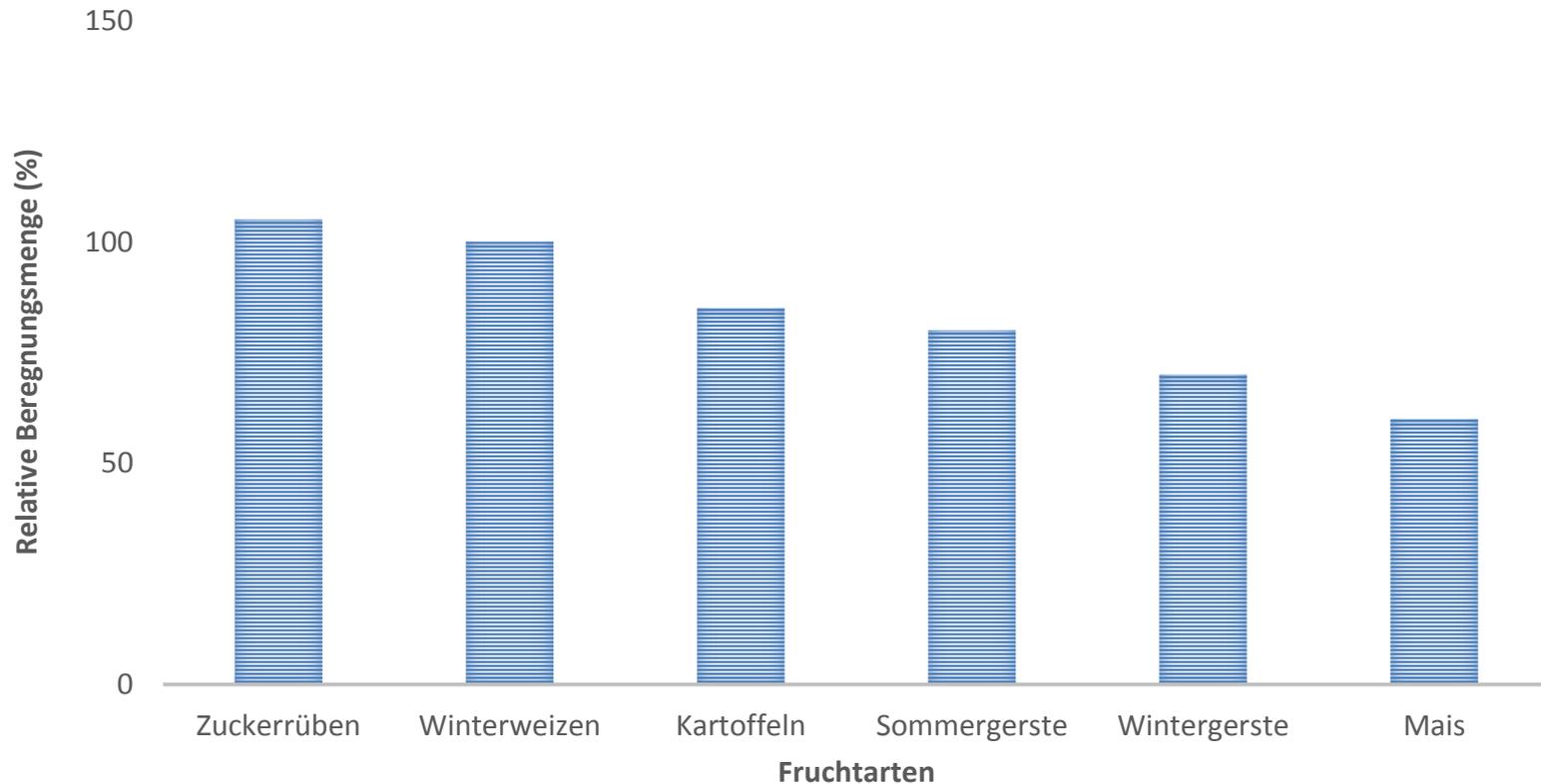
- Triticale
- Roggen

Hackfrüchte

- Zuckerrüben
- Kartoffeln
- Mais



Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit – Fruchtarten



Relativer Vergleich ausgewählter Fruchtarten nach RENGER & STREBEL (1982), wobei Winterweizen = 100%.

11

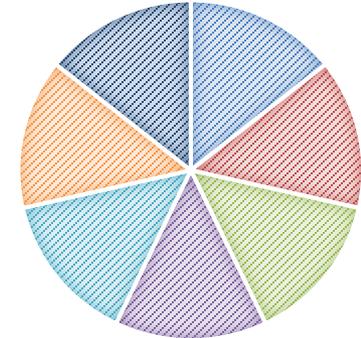


Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit – Methoden

■ WW ■ WG ■ WGZ ■ SG ■ MA ■ KA ■ ZR

- **mBm = mittlere Beregnungsmenge**

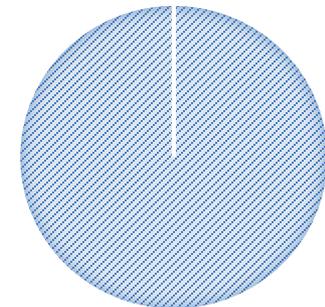
- Der potenzielle mittlere Beregnungsbedarf wird mit Hilfe des Mittelwerts der Fruchtarten Winterweizen, Wintergerste, Wintergerste mit Zwischenfrucht, Sommergerste, Mais, Kartoffeln und Zuckerrüben errechnet.



- **fBm = fruchtspezifische Beregnungsmenge**

- Der potenzielle fruchtspezifische Beregnungsbedarf wird flächenhaft für eine der oben genannten Fruchtarten errechnet.

■ Winterweizen



Potenzielle Berechnungsbedürftigkeit – Methoden

- rBm = regionsspezifische Berechnungsmenge
 - Der potenzielle regionsspezifische Berechnungsbedarf wird mittels fBm und Agrarstatistik regionsbezogen errechnet.

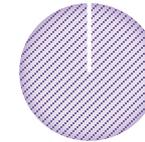
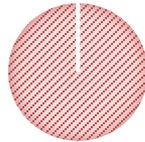
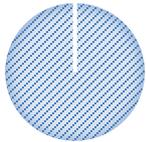
1) Separate Berechnung der gesamten Region mit je einer Fruchtart.

■ Winterweizen

■ Mais

■ Sommergerste

■ Kartoffel



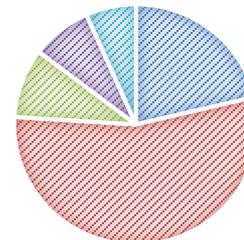
weitere.....

2) Auswertung der realen Anteile der Fruchtarten im Berechnungsgebiet.



■ WW ■ MA ■ SG ■ KA ■ Andere

3) Berechnung der **regionsspezifischen Berechnungsbedürftigkeit** über die prozentualen Anteile der Fruchtarten.



13



Bodendaten

NIBIS®

Klimadaten

EURO-CORDEX
ReKliEs-De

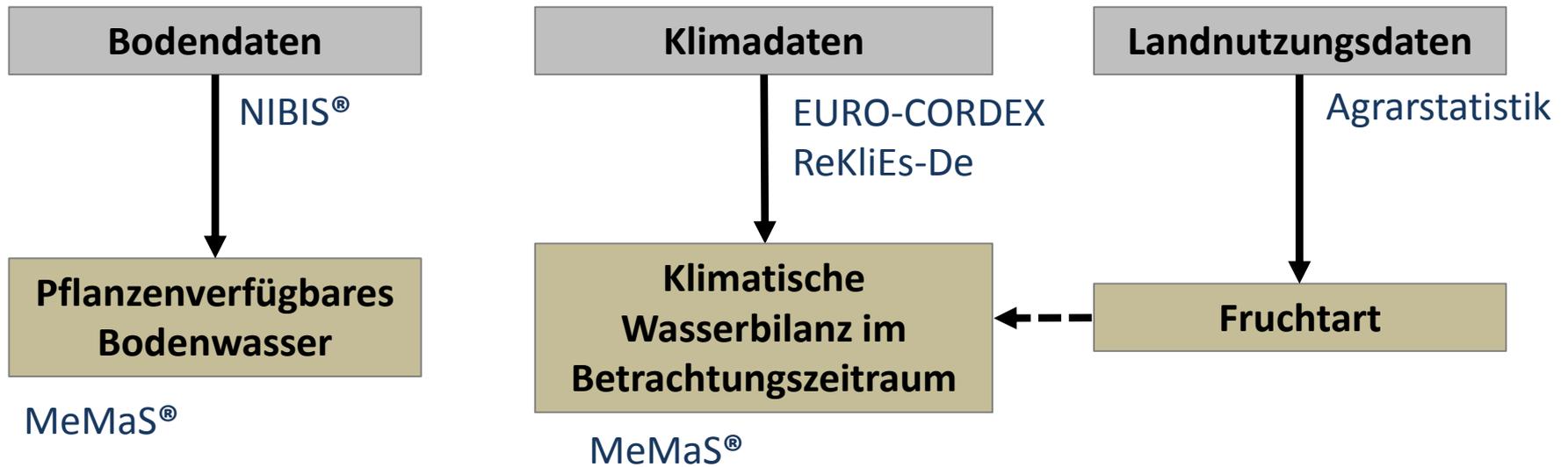
Landnutzungsdaten

Agrarstatistik

MÜLLER & WALDECK 2011, MÜLLER et al. 2012, ENGEL et al. 2017

14



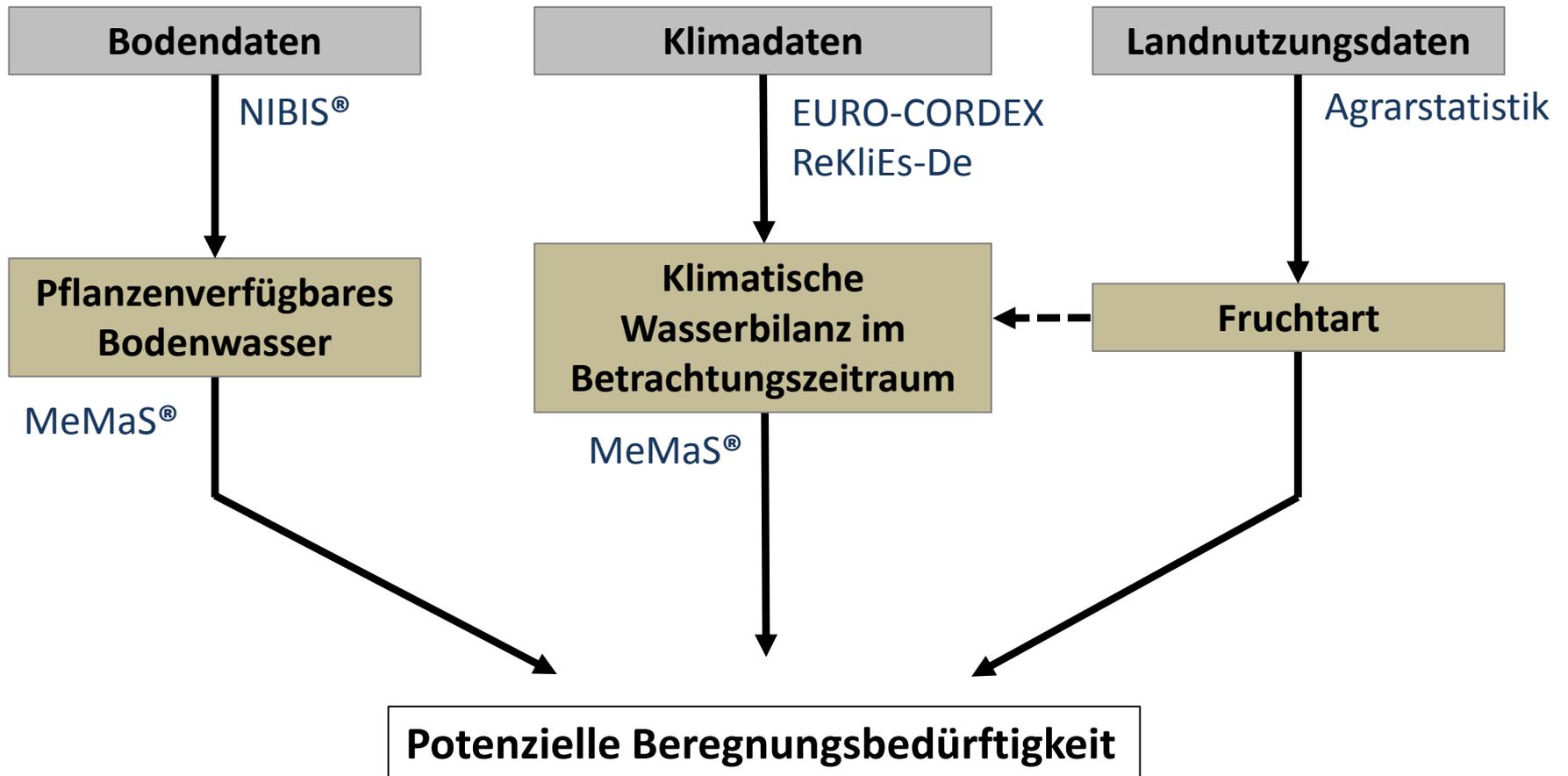


MÜLLER & WALDECK 2011, MÜLLER et al. 2012, ENGEL et al. 2017

15



Methodik



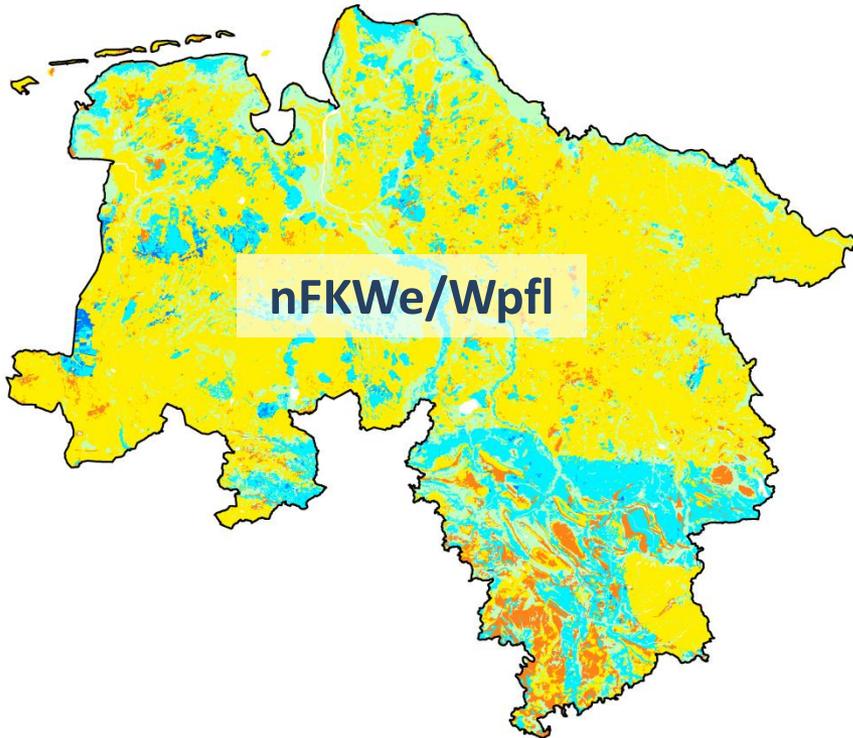
MÜLLER & WALDECK 2011, MÜLLER et al. 2012, ENGEL et al. 2017

16



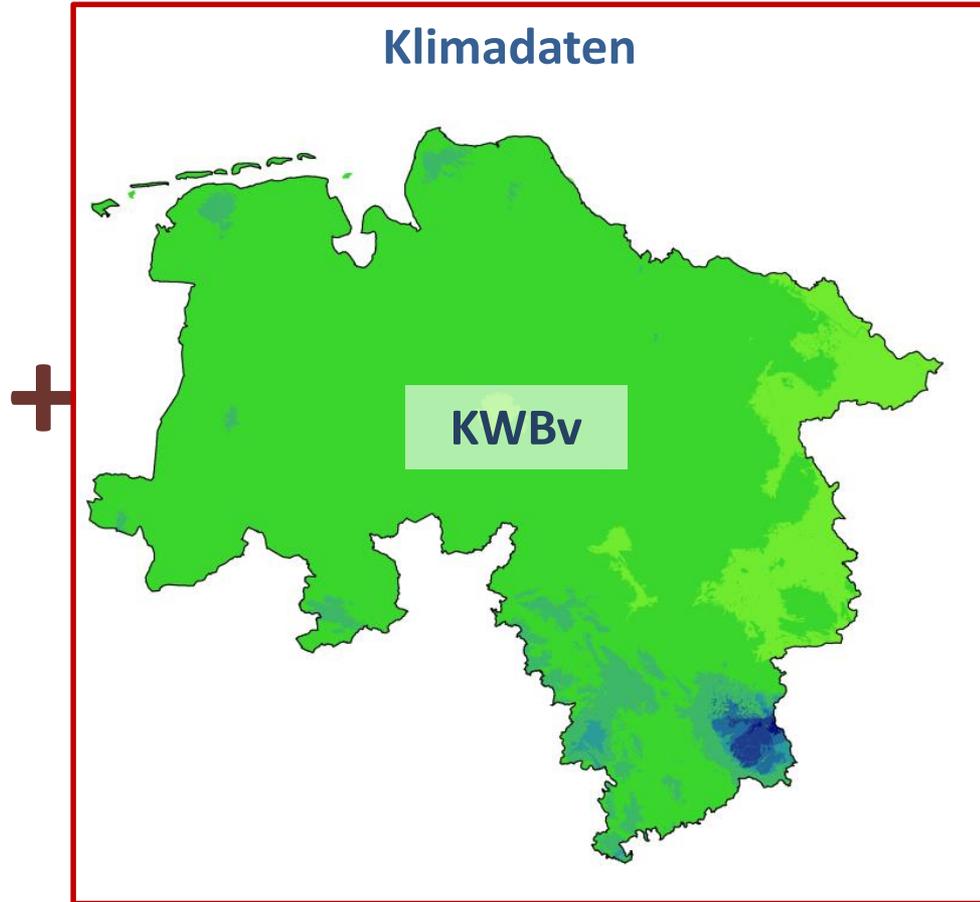
Potenzielle Berechnungsbedürftigkeit – Eingangsdaten

Bodendaten



Pflanzenverfügbares Bodenwasser

Klimadaten



Klimatische Wasserbilanz der Vegetationsperiode



Klimaszenarien

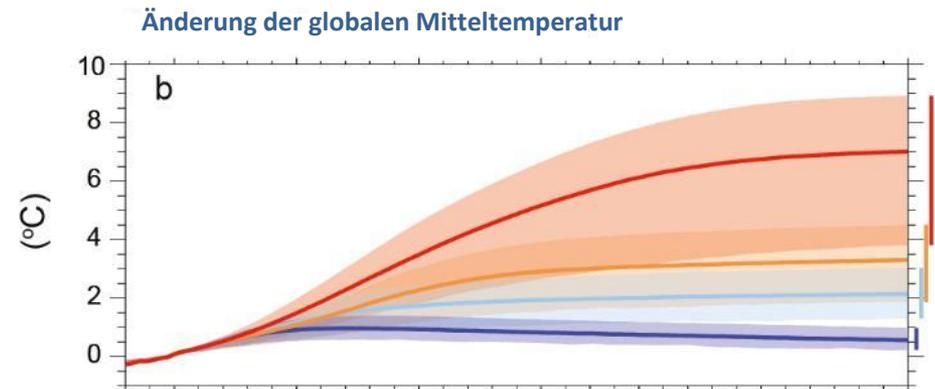
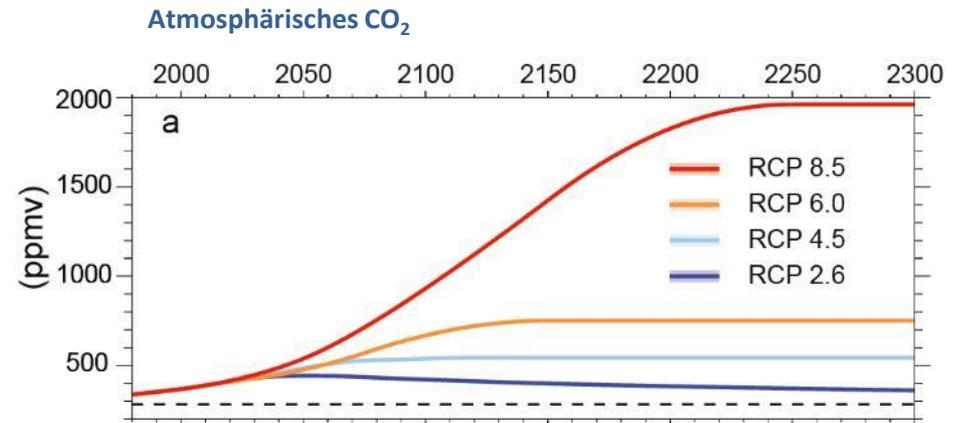
Klimaszenarien basieren auf Annahmen



Bildquelle: DWD 2018

- Hier ausgewählt: RCP 8.5
- „Weiter-wie-bisher-Szenario“.

IPCC 2014, DWD 2018



Bildquelle:

http://www.climatechange2013.org/images/figures/WGI_AR5_Fig12-42.jpg,
verändert nach DWD 2018.

RCP = *Representative Concentration Pathway*

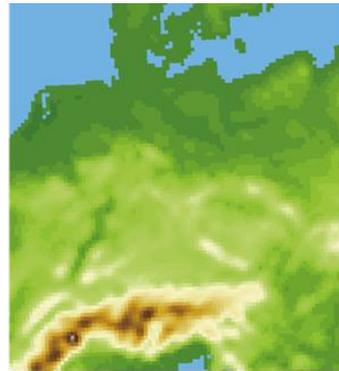
Klimamodelle



Globales Klimamodell
1,875°



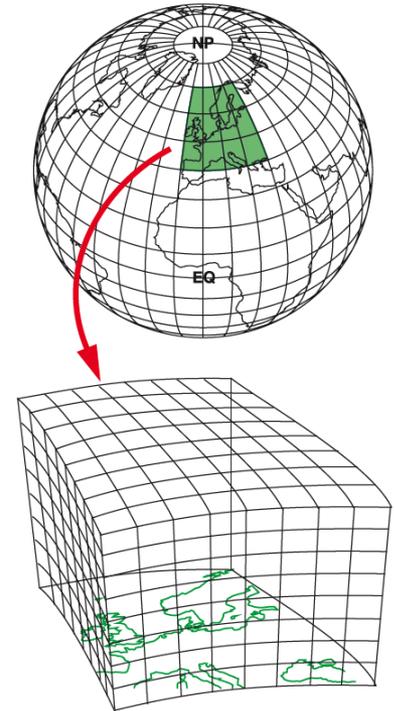
Regionales Klimamodell
(grob)
0,44° (ca. 50 km)



Regionales Klimamodell
(fein)
0,11° (ca. 12,5 km)

Unterschiedliche Modellgitterauflösungen (Quelle: Max-Planck-Institut für Meteorologie)

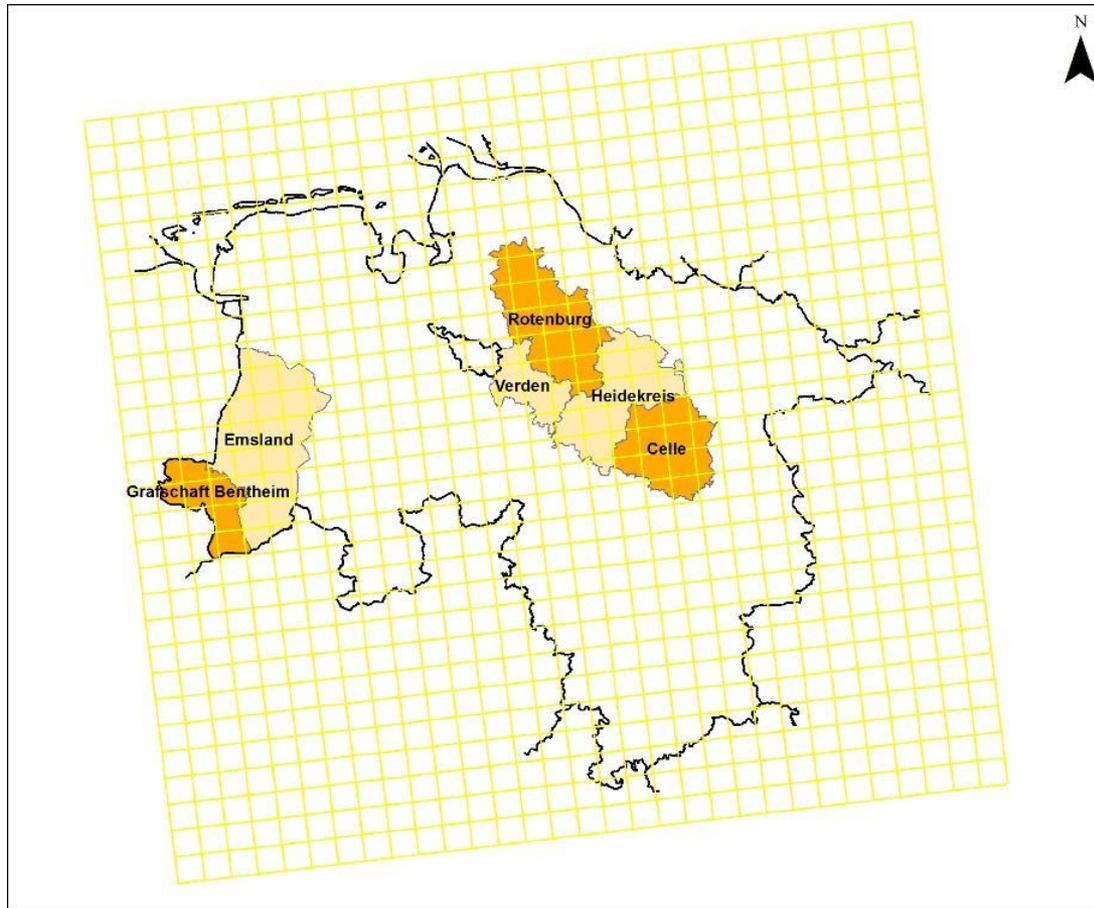
- Klimamodelle simulieren das Klima,
- Regionale Klimamodelle (RCM) verfeinern Globale Klimamodelle (GCM),
- Globale Klimamodelle treiben die Regionalen Klimamodelle an,
- daraus resultieren GCM-RCM-Kombinationen.



Max-Planck-Institut
für Meteorologie



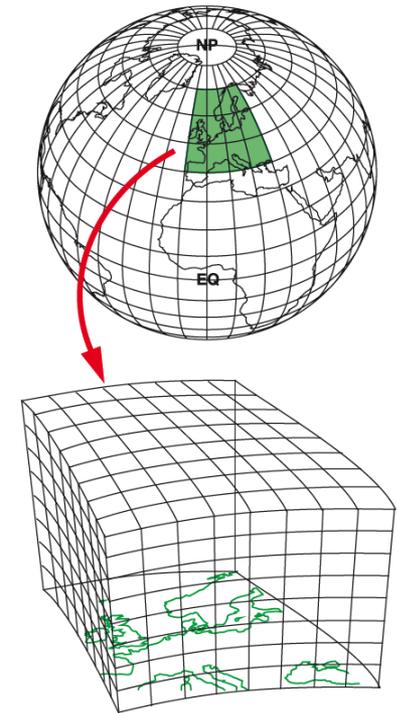
Klimamodelle



0 62,5 125 Kilometer

Legende

- | | | |
|---|--------------------|--|
|  | Euro Cordex Raster | Projektgebiete Netzwerke Wasser |
|  | Landesgrenze |  Projektpartner |
| | |  Partnerlandkreis |



 Max-Planck-Institut für Meteorologie



Klimaprojektionen

- Modelle können genutzt werden, um basierend auf den Szenarioannahmen einen möglichen Klimawandel zu berechnen (= **Projektion**).
- Projektion: Eine Klimaprojektion ist **keine Vorhersage**, sondern eine „was-wäre-wenn“ Rechnung basierend auf den Annahmen der Szenarien.
- Eine Gruppe von Klimaprojektionen wird als **Klimamodellensemble** oder Multimodellensemble bezeichnet.

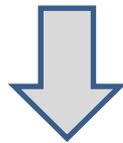
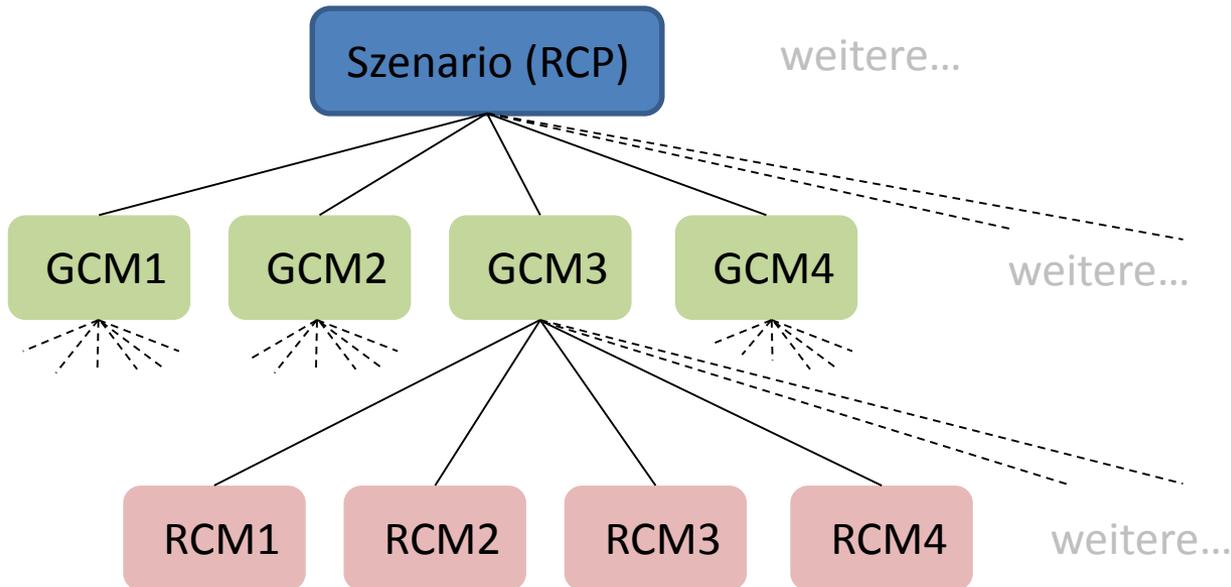
DWD 2018

21



Klimamodellensemble

Szenarien x Globale Modelle x Regionale Modelle (x Zeiträume)

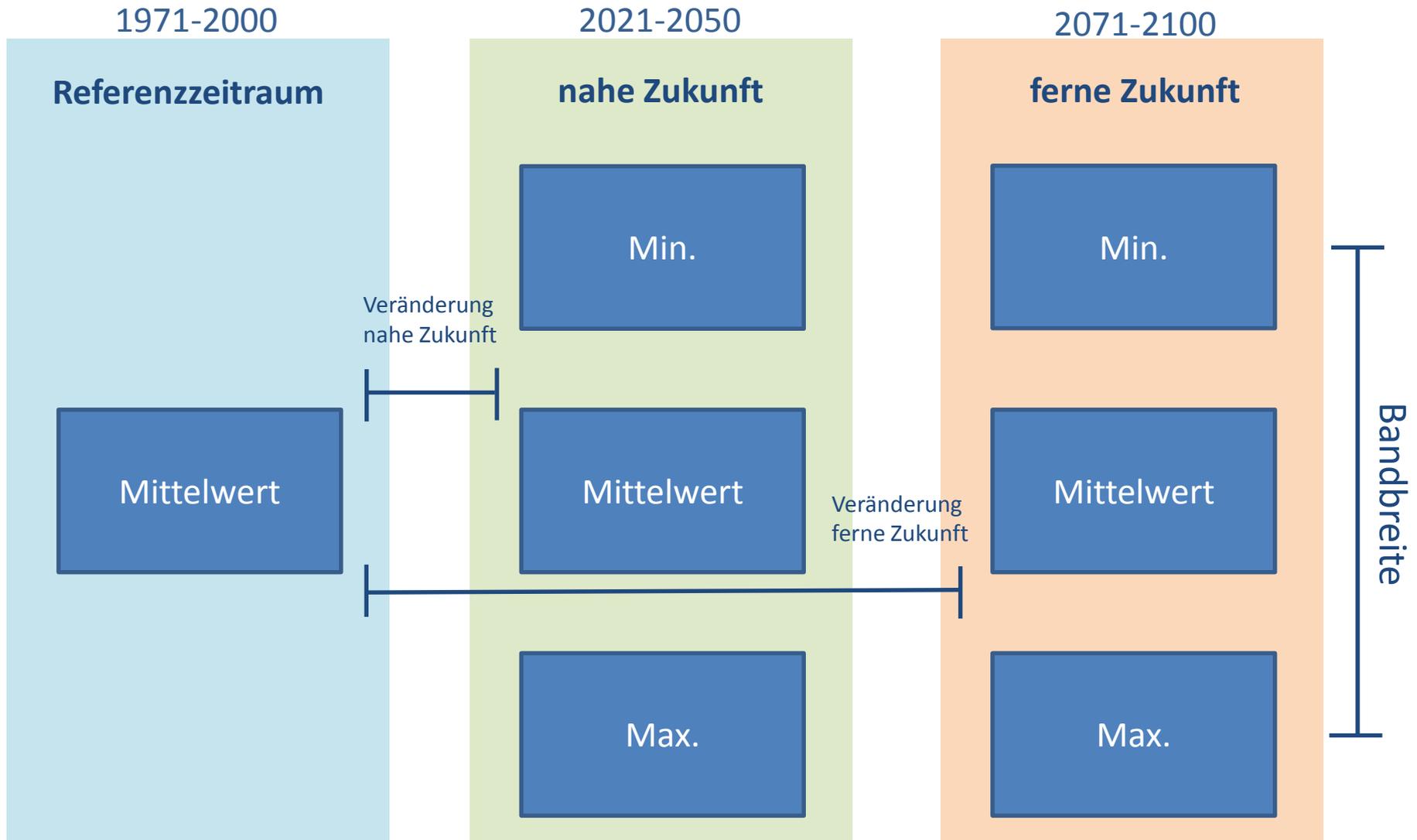


Antrieb des Wirkmodells

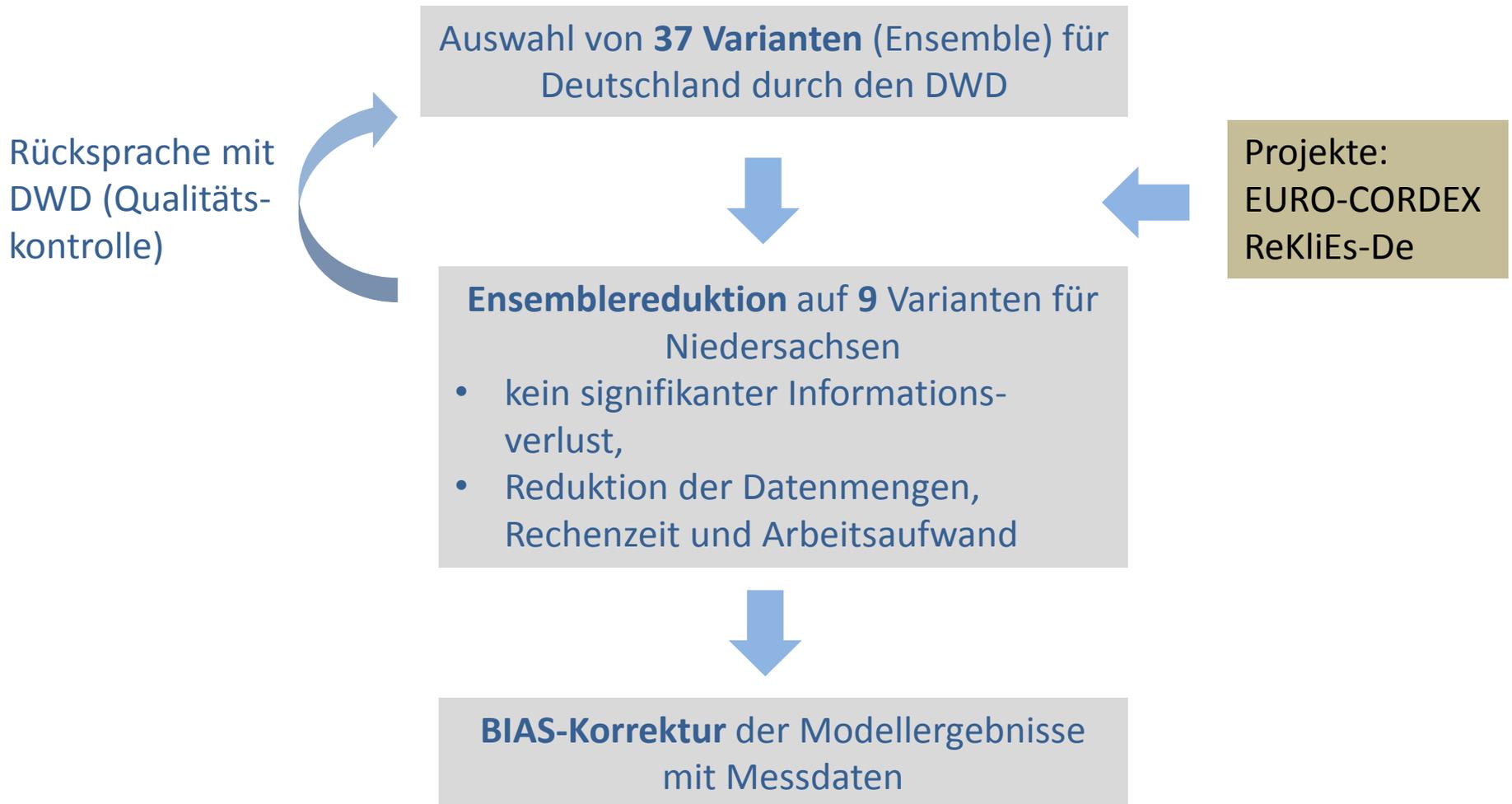
- Ensemble bildet Bandbreite ab,
- größere Bandbreite bedeutet mehr Möglichkeiten,
- Bandbreite muss bei Interpretation berücksichtigt werden.
- Berechnungszeiträume:
 - 1971-2000,
 - 2021-2050,
 - 2071-2100.



Klimamodellensemble



Klimamodellensemble des LBEG



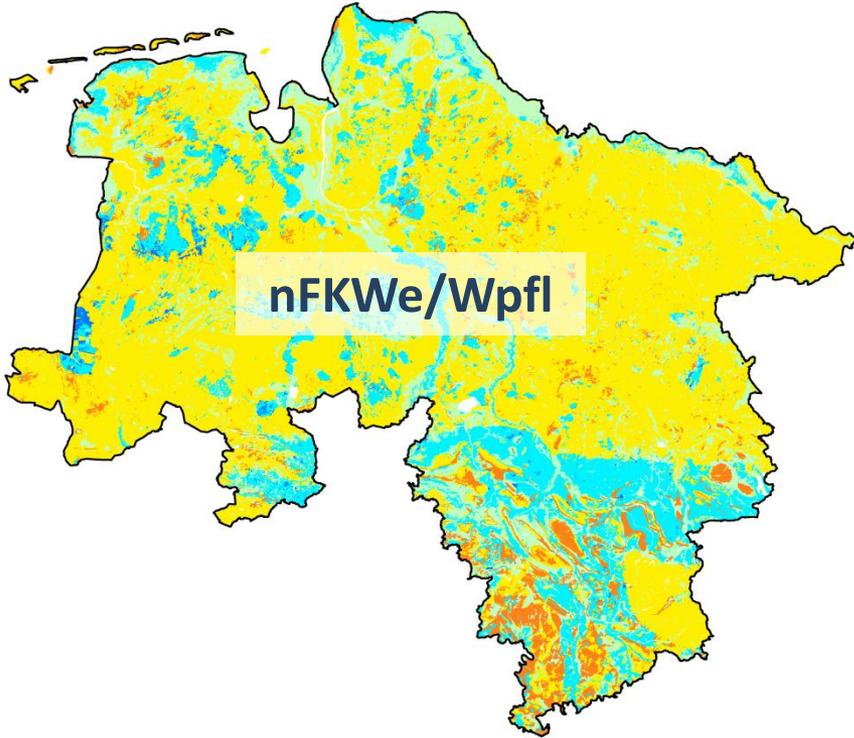
Fragen?



Potenzielle Berechnungsbedürftigkeit – Eingangsdaten

Bodendaten

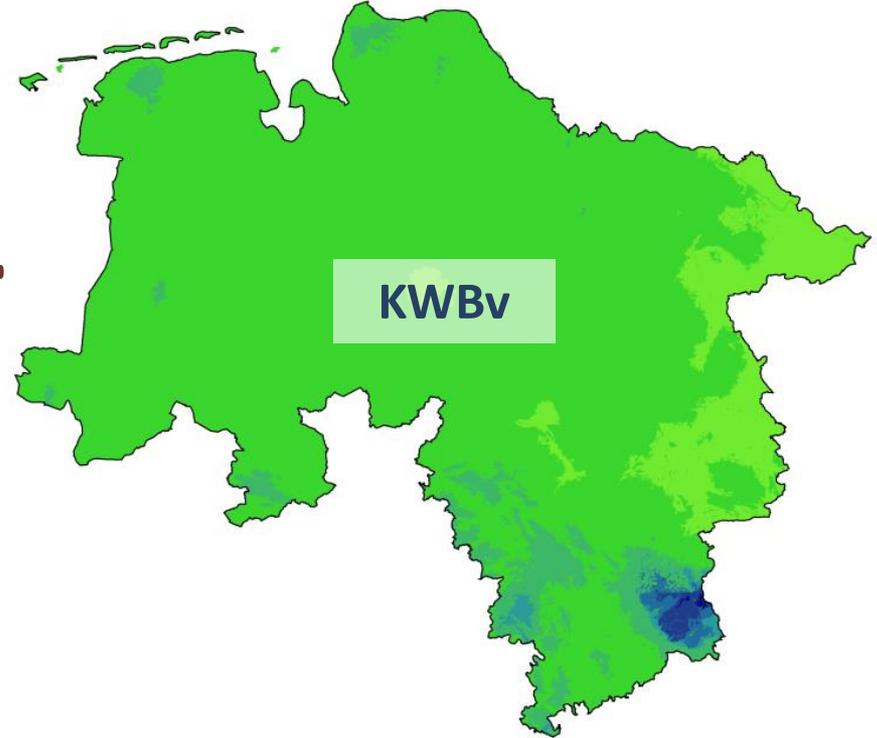
nFKWe/Wpfl



Pflanzenverfügbares Bodenwasser

Klimadaten

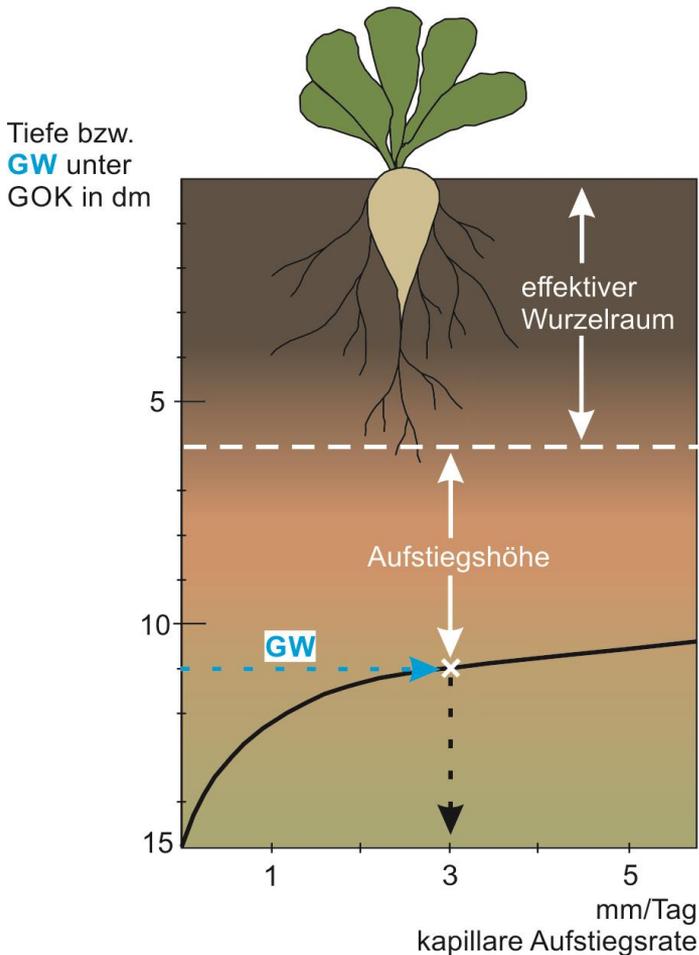
KWBv



Klimatische Wasserbilanz der Vegetationsperiode



Kennwerte des Bodenwasserhaushaltes



- Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFKWe),
- Grundwassereinfluss kann Wasserversorgung der Pflanze verbessern oder sicherstellen,
- Beregnungsbedarf wird dadurch gemindert,
- Berechnung von kapillarem Aufstieg (KA) während der Vegetationsperiode.
- nFKWe und KA (falls vorhanden) bilden das pflanzenverfügbare Bodenwasser (W_{pfl}) ab.

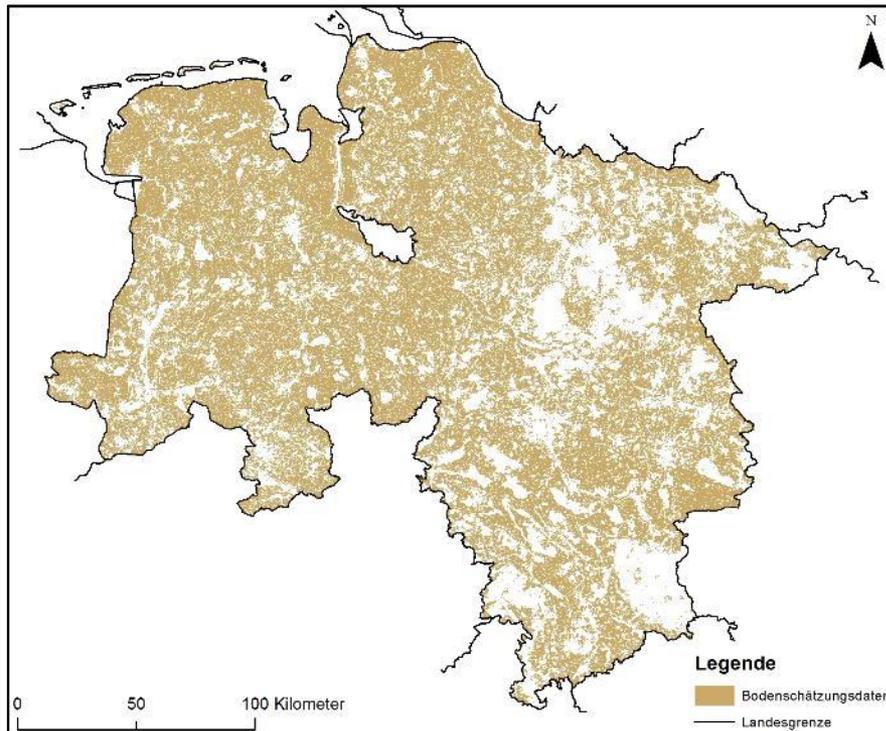
Beispielhafte Darstellung der kapillaren Aufstiegsrate in Abhängigkeit vom Grundwasserflurabstand (GW) bei einem feinsandigen Mittelsand unter Zuckerrüben.

27

Abbildung verändert nach: RENGER & STREBEL 1982

Bodendaten

- Höhere Auflösung der bodenkundlichen Datengrundlage wurde umgesetzt,
 - 1) Umstellung von BÜK50 auf BK50,
 - 2) Berechnung von Kennwerten auf Basis der Bodenschätzung.



- Mehr als 1,5 Mio. Datensätze für Niedersachsen.



Bodenschätzungsdaten

- Bodenschätzung basiert auf anderer bodenkundlicher Nomenklatur,
- notwendige Aufbereitung (Übersetzung) der Bodenschätzungsdaten,
- liegt für alle landwirtschaftlich genutzten Flächen vor,
- große Anzahl an Profilen ermöglicht schlagbezogene Aussage.



Beispielhafte Aufnahmen von Musterstücken der Bodenschätzung in Niedersachsen.

Fotos: R. Stadtmann

Bodenschätzungsdaten

Übersetzung der Bodenschätzungsdaten



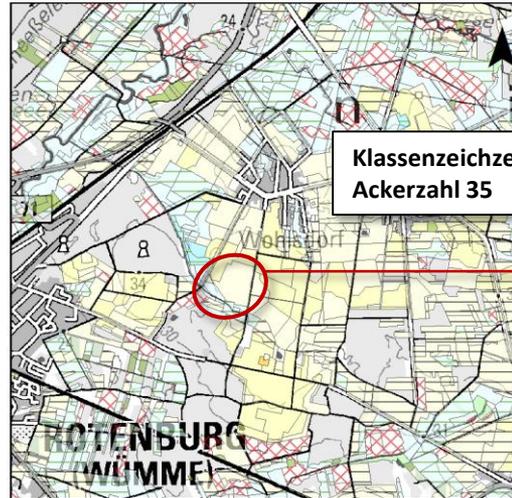
Stichprobenhafte Überprüfung



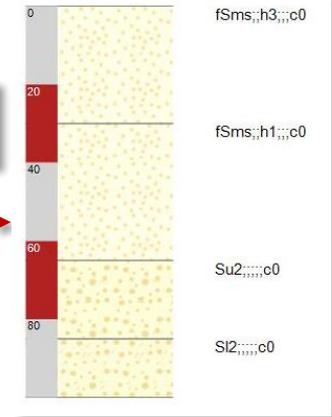
Ergänzung des zweiten Profilmeters und der Grundwasserstände



Ableitung der Kennwerte für den Bodenwasserhaushalt



Profilsäule NIBIS®



Informationen aus BK50

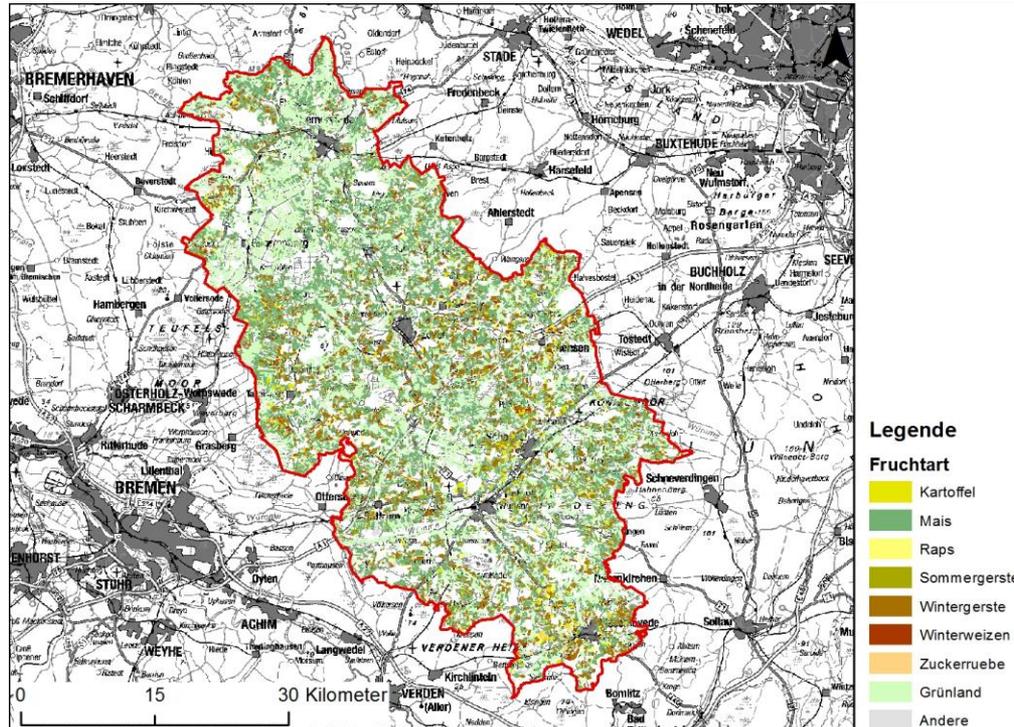


Korrektur von Kennwerten zu Sonderstandorten wie Sandmischkulturen



Ermittlung der Fruchtartenverteilung

- Landwirtschaftszählung (2010) mit landkreisbezogenen Auswertungen zur Fruchtartenverteilung,
- Agrarstrukturerhebung (2016) sowie InVeKoS Daten (2015 – 2018) zur Überprüfung.



Beispiel:
Für die Hauptfruchtarten ausgewertete InVeKoS-Daten für den Landkreis Rotenburg.

LSKN 2012



Berechnung regionsspezifischer Berechnungsbedarf

Reduziertes Klimamodellensemble aus 9 Modellen
(Globale Modelle+Regionale Modelle)

X

8 Fruchtarten

(Winterweizen, Sommergerste, Wintergerste, Kartoffel, Mais, Zuckerrübe, Roggen,
Triticale)

X

3 Zeiträume

(1971-2000, 2021-2050, 2071-2100)

=

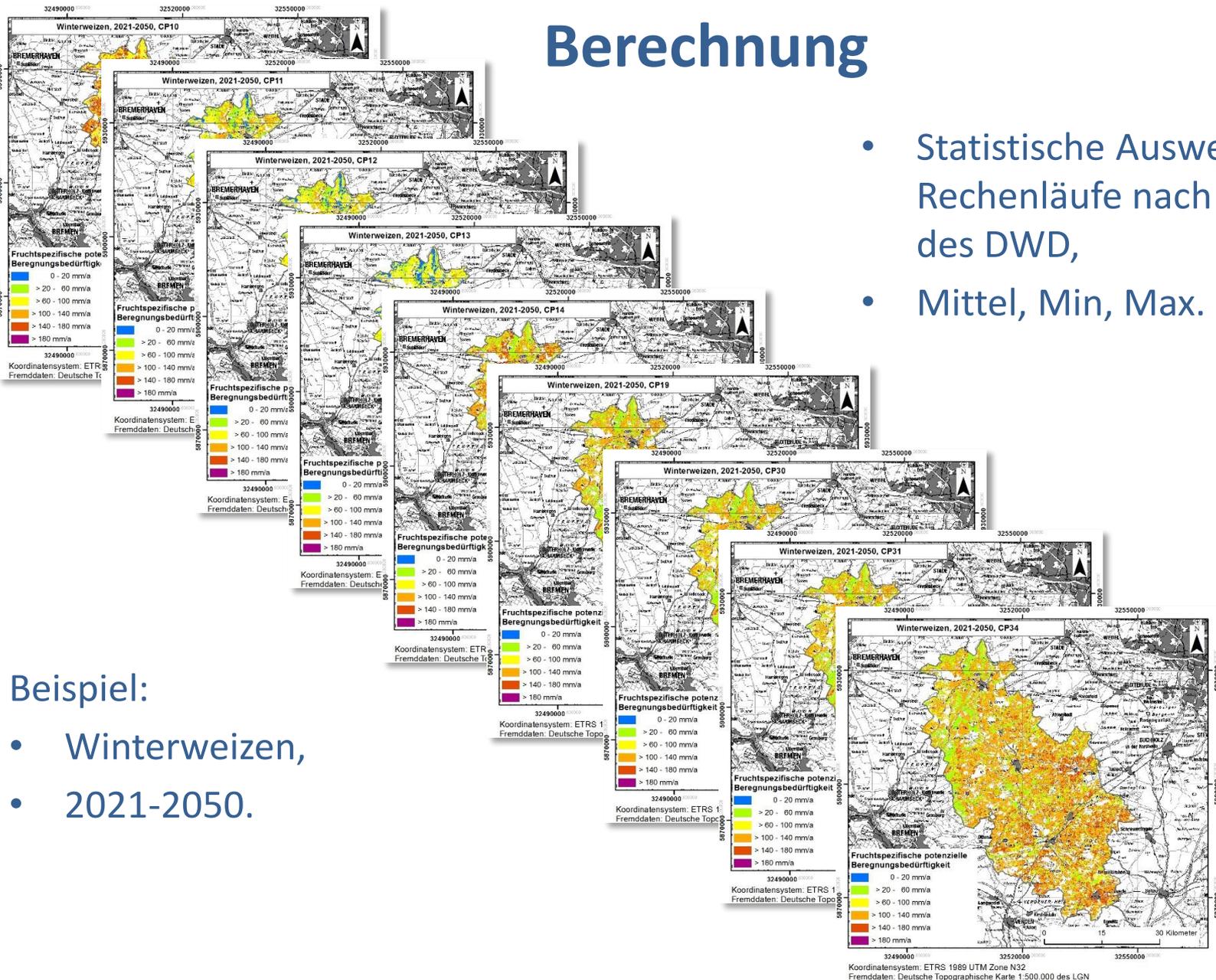
Über 200 Rechenläufe für den Landkreis Rotenburg (Wümme)

33



Berechnung

- Statistische Auswertung der Rechenläufe nach Vorgaben des DWD,
- Mittel, Min, Max.



Beispiel:

- Winterweizen,
- 2021-2050.



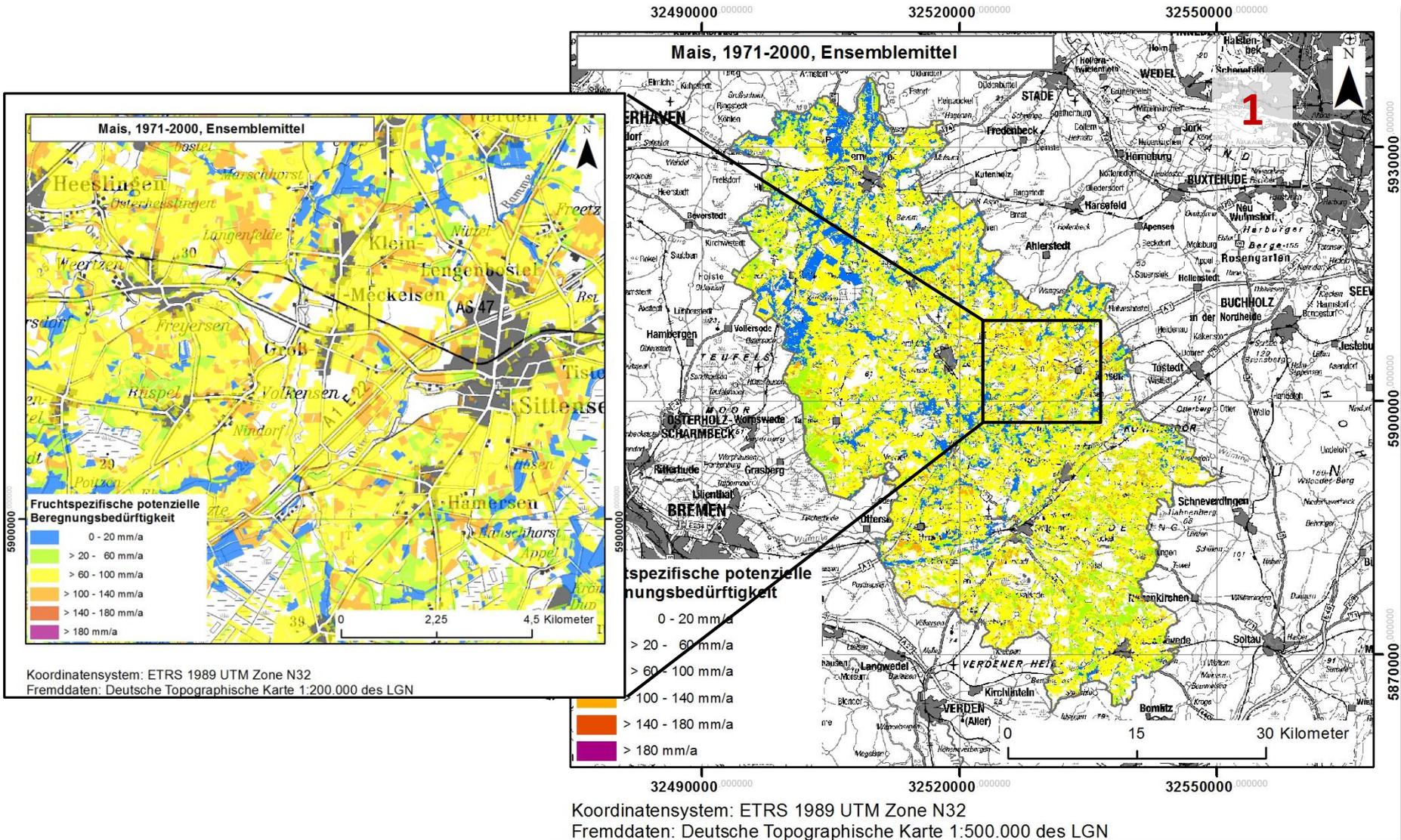
Fragen?



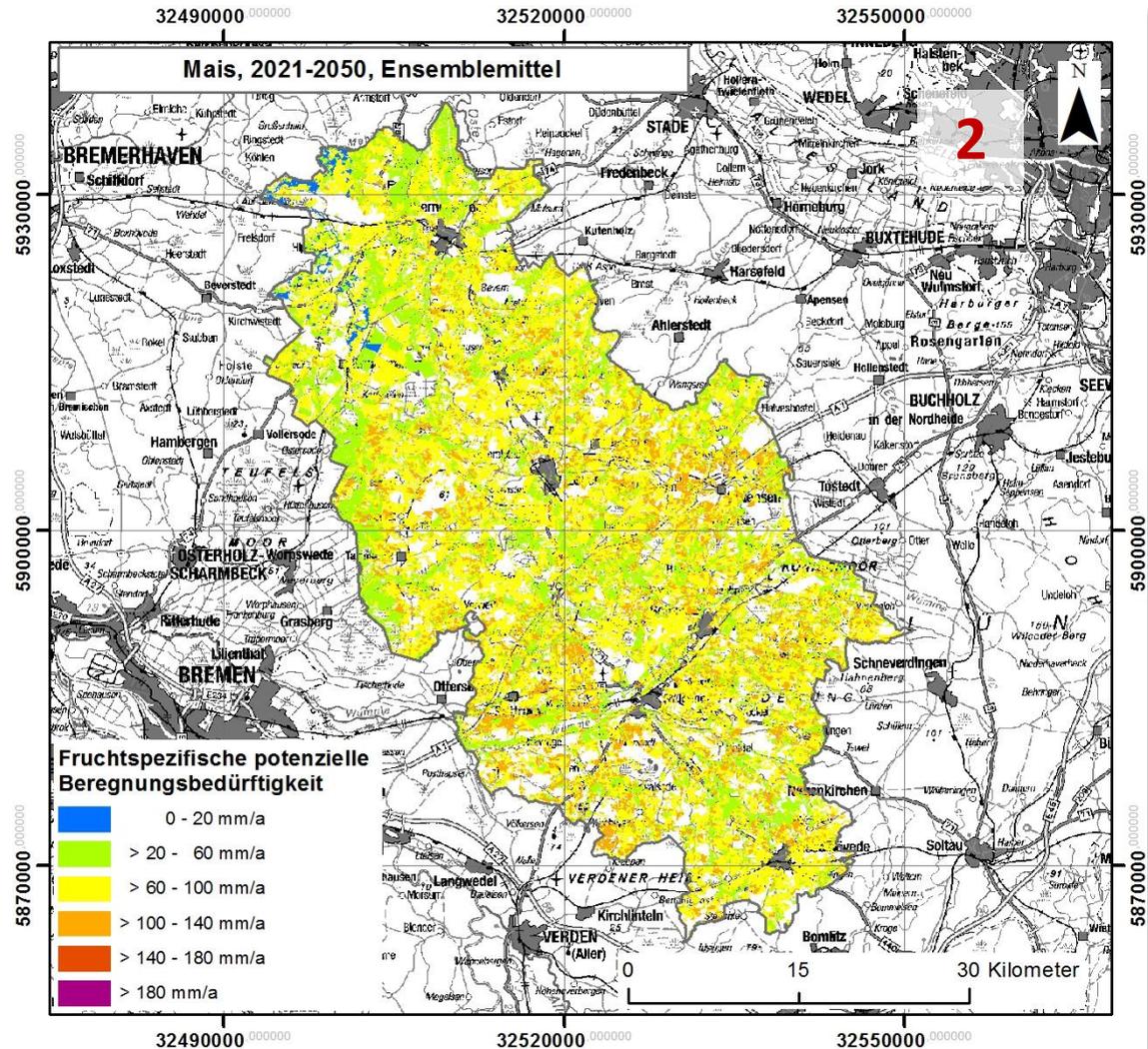
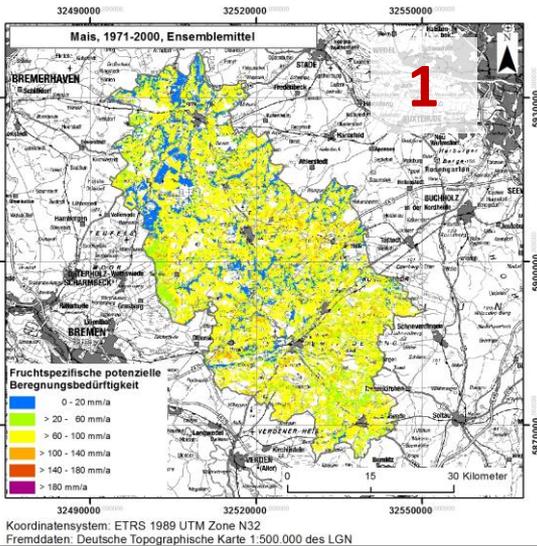
Landkreis Rotenburg



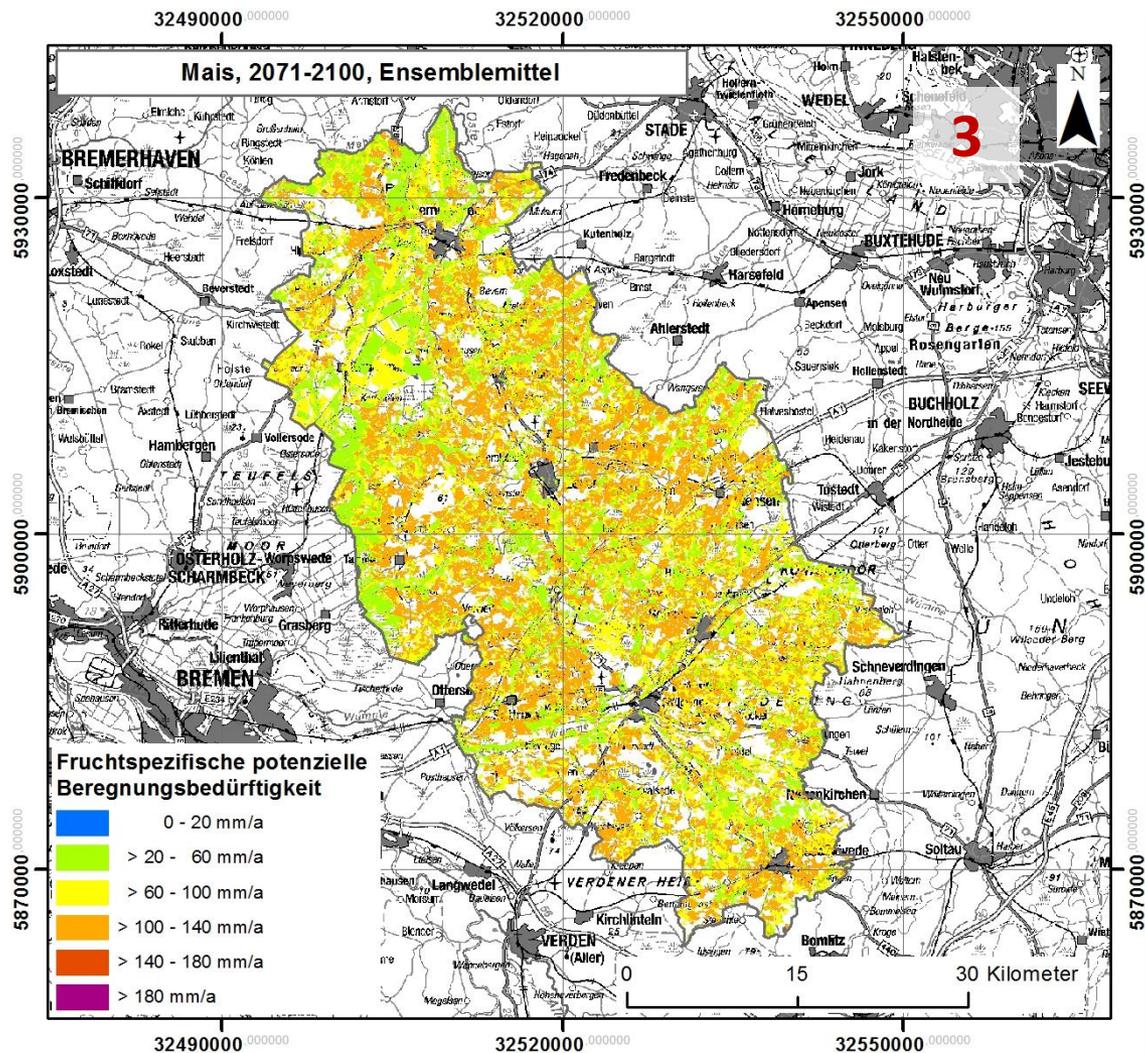
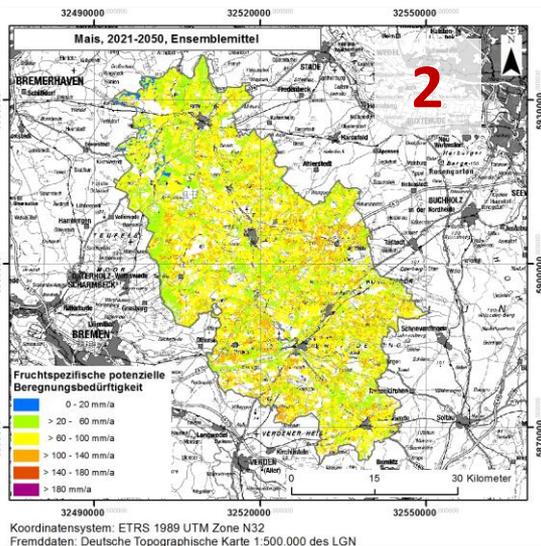
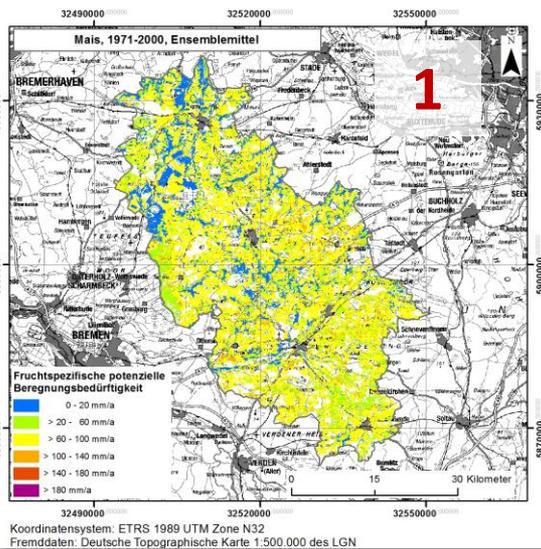
Ergebnisse: Entwicklung Mais im Mittel



Ergebnisse: Entwicklung Mais im Mittel



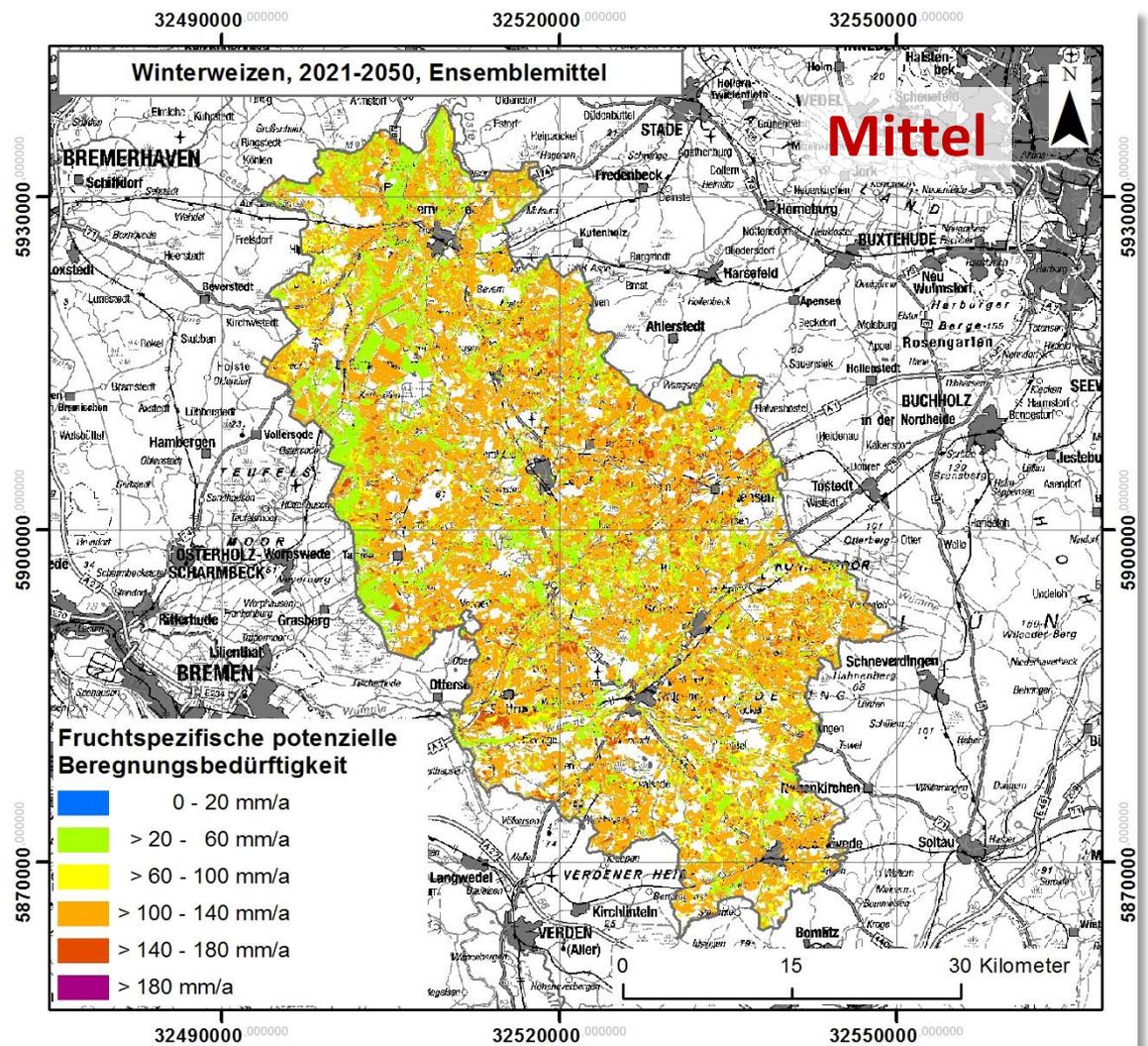
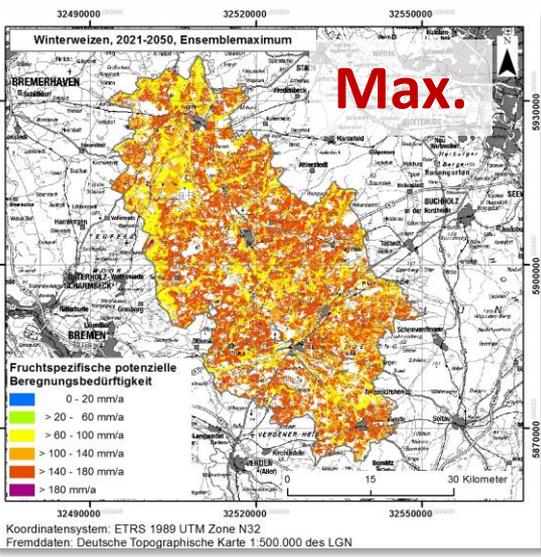
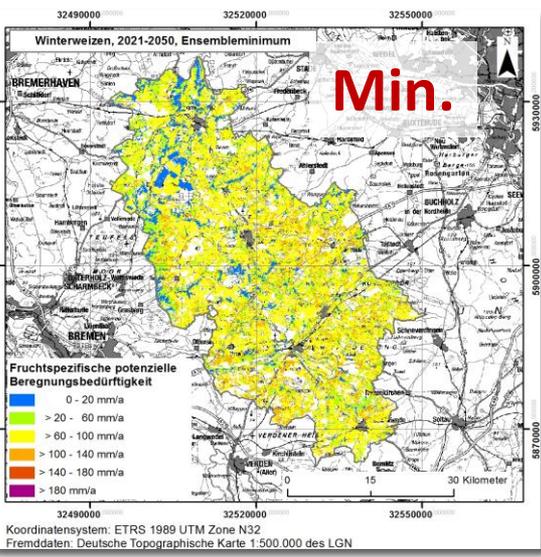
Ergebnisse: Entwicklung Mais im Mittel



Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone N32
 Fremddaten: Deutsche Topographische Karte 1:500.000 des LGN

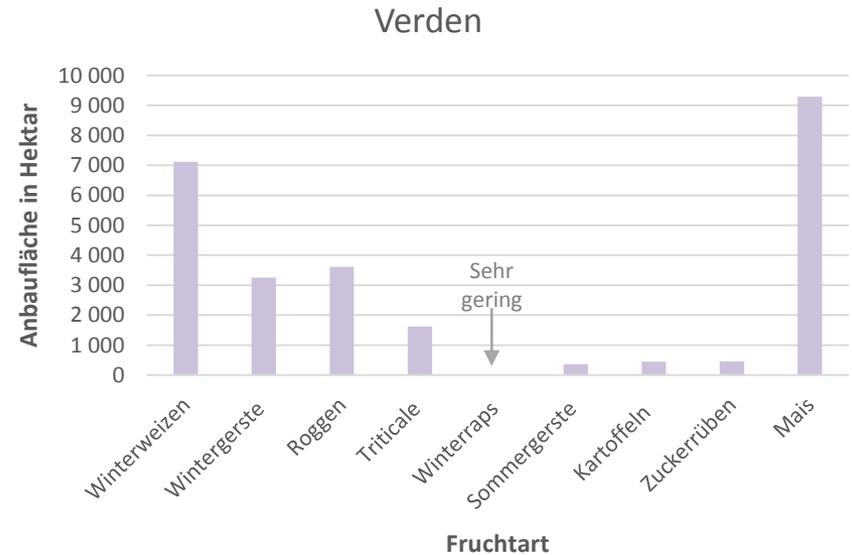
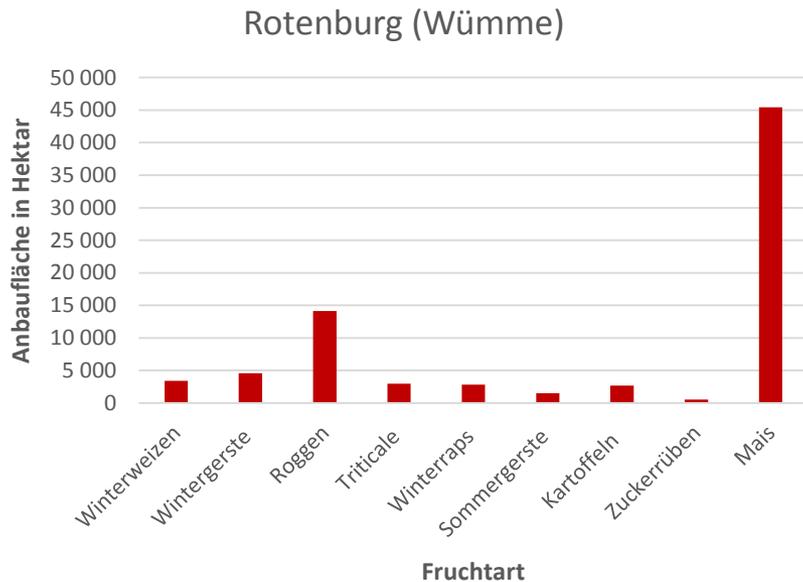


Ergebnisse: Winterweizen 2021-2050 (Mittel, Min. Max.)



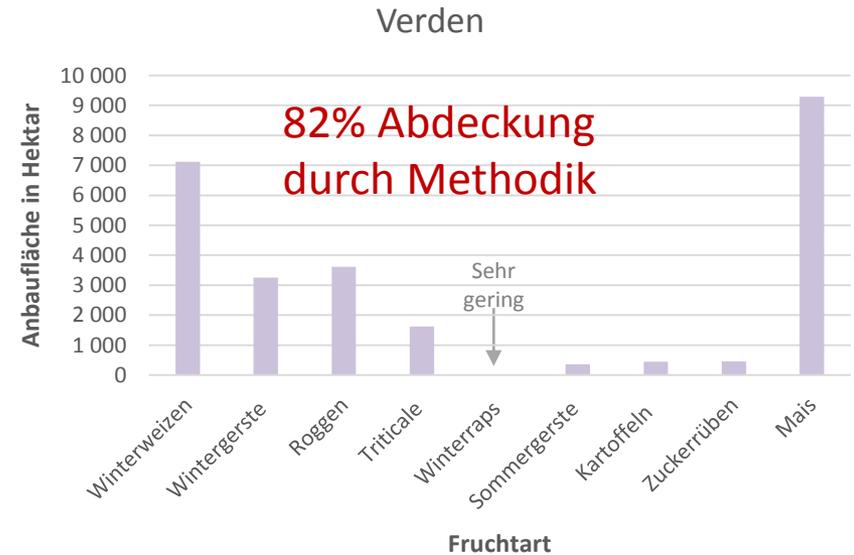
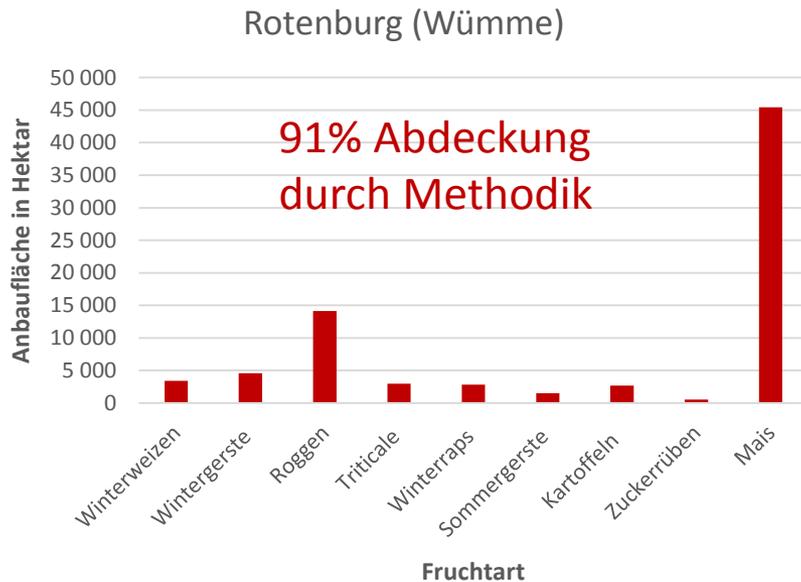
Fruchtartenverteilung

- Vergleich der angebauten Fruchtarten in der Netzwerkregion (Stand: 2010),
- Hoher Abdeckungsgrad durch im Modell enthaltene Fruchtarten.



Fruchtartenverteilung

- Vergleich der angebauten Fruchtarten in der Netzwerkregion (Stand: 2010),
- Hoher Abdeckungsgrad durch im Modell enthaltene Fruchtarten.



Orientierender Abgleich mit aktuellen InVeKoS Daten (mehrere Jahre):

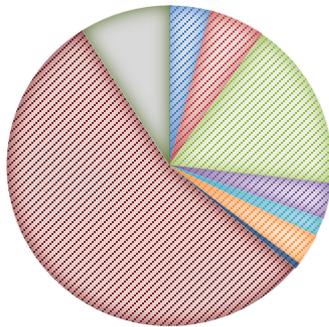
- Verteilung weitgehend erhalten geblieben,
- Leichter Rückgang von Winterweizen in beiden Landkreisen,
- Zunahme von Sommergerste in beiden Landkreisen,
- Zuckerrübe nahm im Landkreis Rotenburg leicht zu,
- Zunahme von Mais in beiden Landkreisen.



Regionsspezifische potenzielle Berechnungsbedürftigkeit

- Landkreis Rotenburg:

- Winterweizen
- Wintergerste
- Roggen
- Triticale
- Sommergerste
- Kartoffel
- Zuckerrübe (<1%)
- Mais
- Andere



Ergebnisse des potenziellen Berechnungsbedarfs: \emptyset Mittelwert (Min. – Max.)

Zeitraum	mm
1971-2000	\emptyset 72
2021-2050	\emptyset 80 (47-110)
2071-2100	\emptyset 94 (57-112)

\emptyset + 30 % von 1971 bis 2100

Was zeigt dieses Ergebnis?

- Aus über 200 Rechenläufen (9 Modelle) ermittelte und auf die regionsspezifische Fruchtartenverteilung angepasste potenzielle Berechnungsbedürftigkeit (mm) als Landkreismittel.
- Das Ensemble zeigt einen Anstieg des Berechnungsbedarfs, der im Mittel von der Referenzperiode bis zur fernen Zukunft (2071-2100) +30% beträgt.

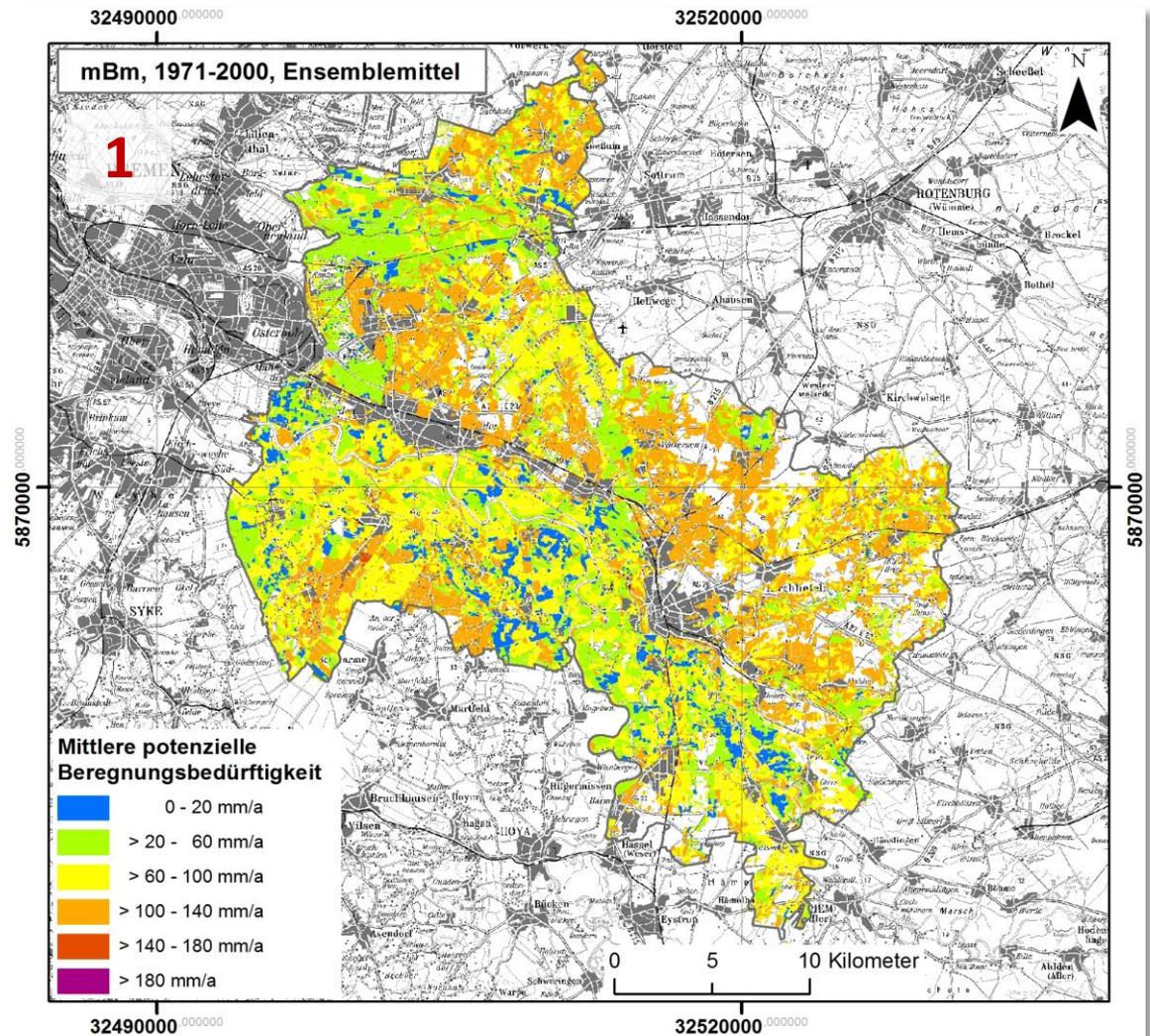
44



Landkreis Verden



Mittlere potenzielle Beregnungsbedürftigkeit



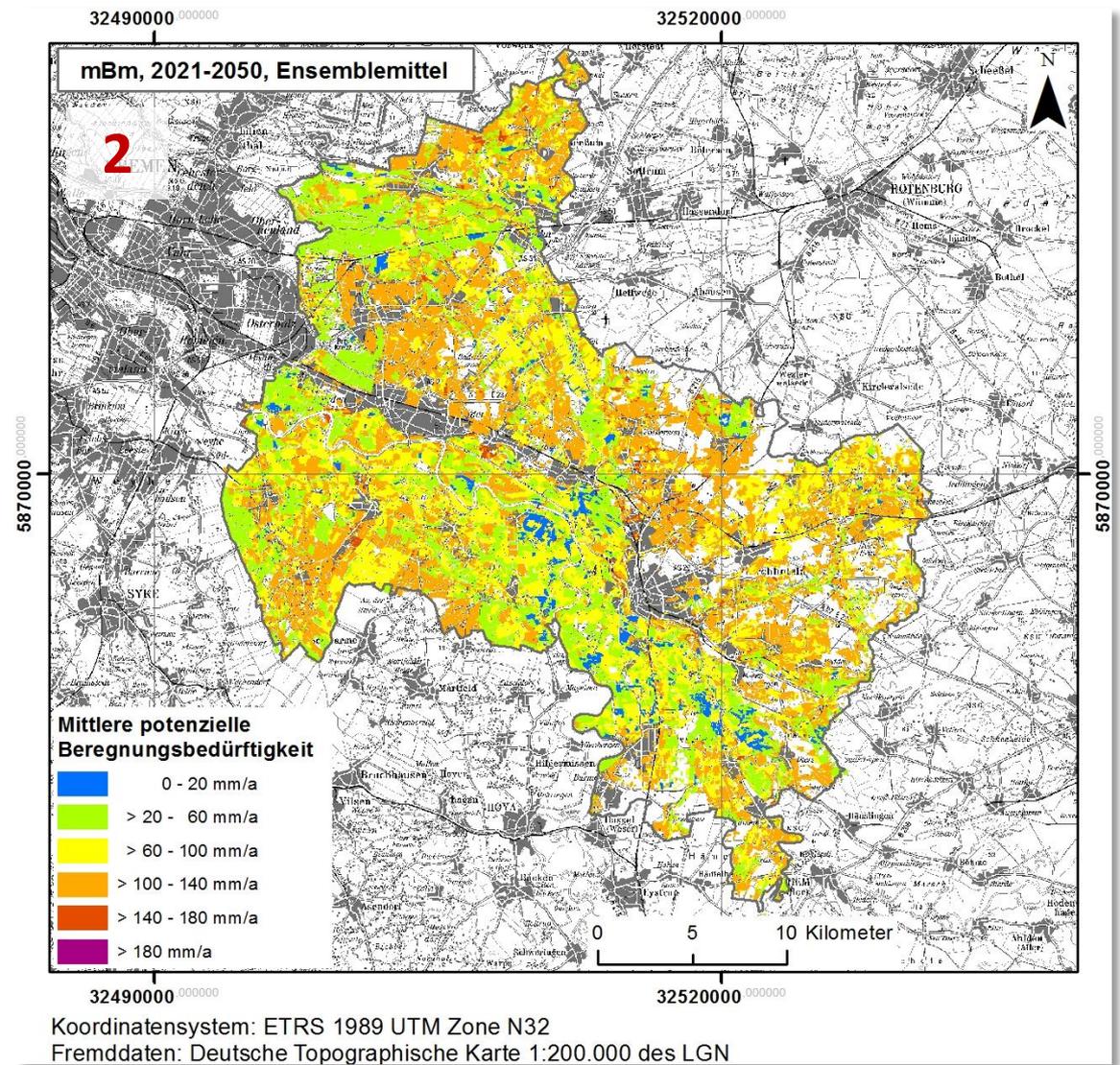
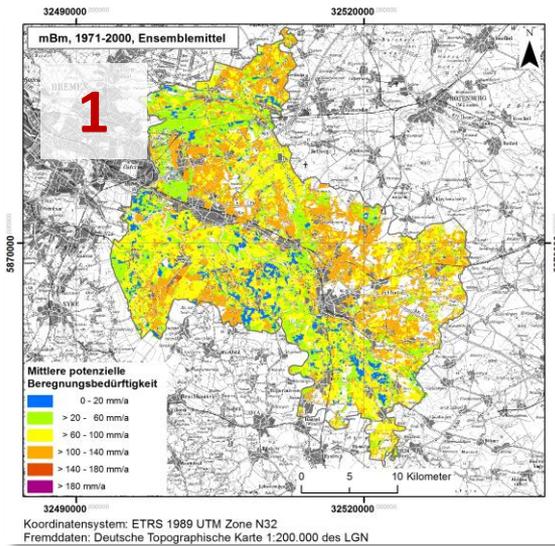
Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone N32

Fremddaten: Deutsche Topographische Karte 1:200.000 des LGN

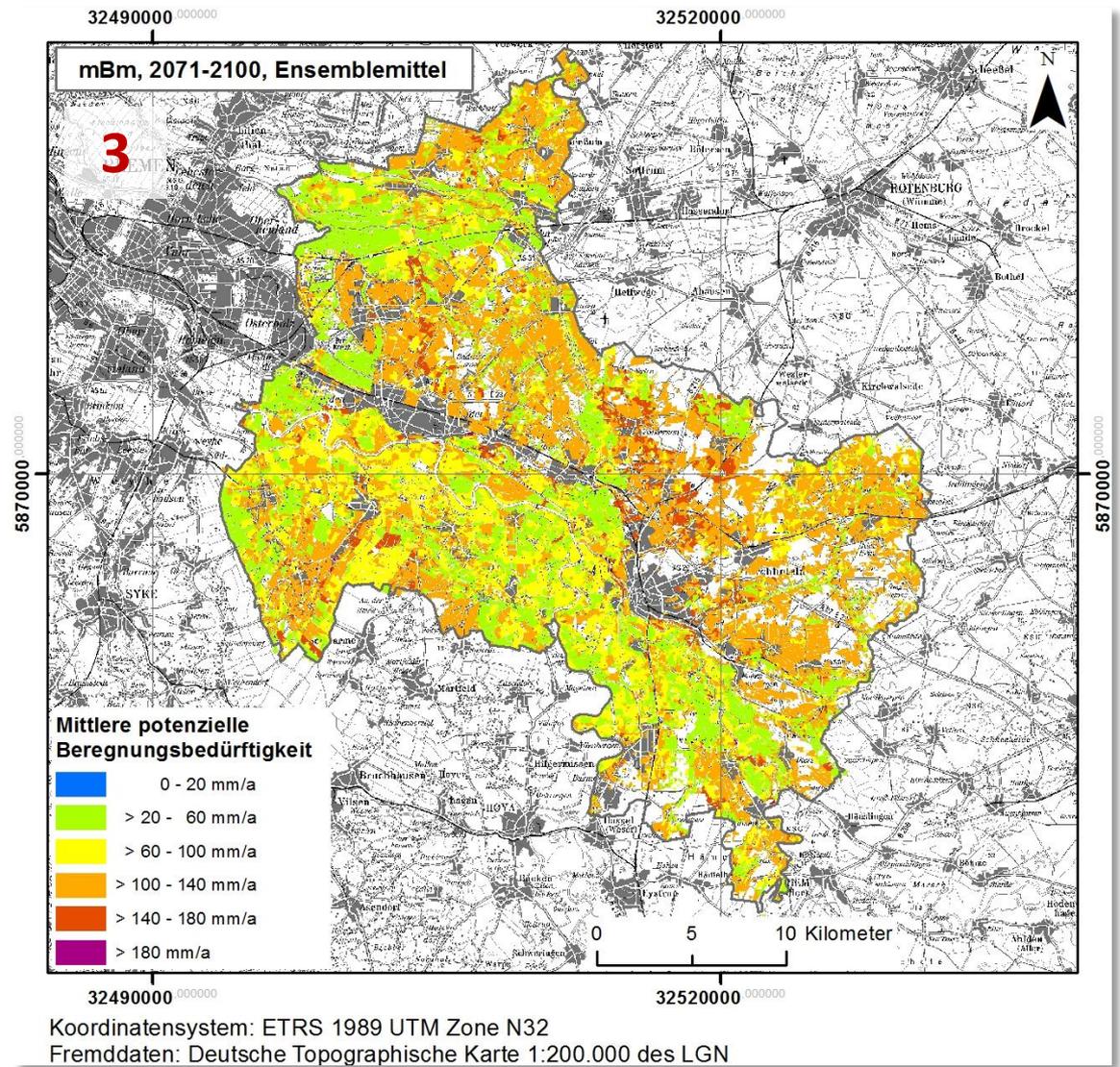
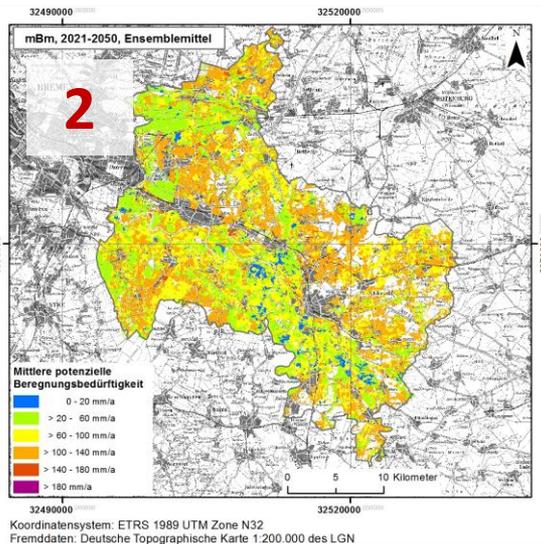
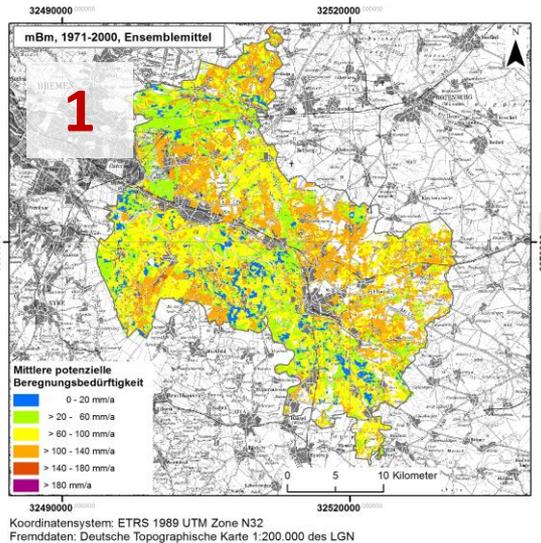
46



Mittlere potenzielle Beregnungsbedürftigkeit



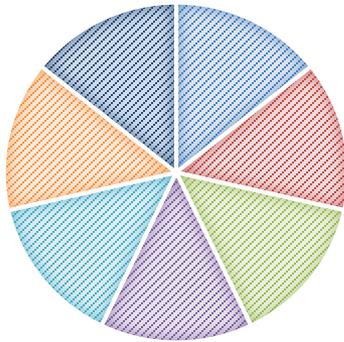
Mittlere potenzielle Beregnungsbedürftigkeit



Mittlere potenzielle Berechnungsbedürftigkeit

- Landkreis Verden:

■ WW ■ WG ■ WGZ ■ SG ■ MA ■ KA ■ ZR



Ergebnisse des mittleren potenziellen Berechnungsbedarfs: (Ø Mittelwert (Min. – Max.))

Zeitraum	mm
1971-2000	Ø 81
2021-2050	Ø 86 (66-104)
2071-2100	Ø 93 (72-105)

Ø + 15 % von 1971 bis 2100

Was zeigt dieses Ergebnis?

- Die aus 7 Fruchtarten gemittelte potenzielle Berechnungsbedürftigkeit als Landkreismittel.
- Das Ensemble zeigt einen Anstieg des Berechnungsbedarfs, der im Mittel von der Referenzperiode bis zur fernen Zukunft (2071-2100) +15% beträgt.

49



Resümee

- Die Methodik zur Berechnungsbedarfsberechnung wurde im Rahmen des Projektes an den aktuellen Stand der Forschung (Klimawandel) angepasst,
- Die Berechnungen basieren nun zudem auf der hochauflösendsten verfügbaren bodenkundlichen Datengrundlage.
- Für beide Landkreise wurde ein Trend der Zunahme des potenziellen Berechnungsbedarfs ermittelt (im „Weiter-wie-bisher-Szenario“ RCP 8.5).



Resümee

- Wozu diese Ergebnisse verwendet werden können:
 - Sie können als Planungsgrundlage dienen, wie sich der Beregnungsbedarf unter aktueller Fruchtartenverteilung entwickeln könnte.
 - Veränderung der Fruchtartenverteilung ist leicht integrierbar (neue Landwirtschaftszählung).
 - Flächenbezogen den potenziellen Beregnungsbedarf für bestimmte Fruchtarten bzw. eine bestimmte Fruchtartenverteilung anzeigen.
 - Flächen und Gebiete („Hot-Spots“) hervorheben, die grundsätzlich aufgrund ihrer Bodenbeschaffenheit einen erhöhten Beregnungsbedarf aufweisen.
 - Falls die tatsächlich beregneten Flächen bekannt sind, kann eine Prognose des Wasserbedarfs erstellt werden.

- Was diese Ergebnisse nicht aussagen können:
 - Die aktuell tatsächliche Beregnungsmenge abbilden,
 - die zukünftig tatsächlich genutzte Wassermenge vorhersagen.

51



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fragen?

Robin Stadtmann

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
Referat Landwirtschaft und Bodenschutz, Landesplanung
robin.stadtmann@lbeg.niedersachsen.de
Tel.: 0511-643-3901

52



Literatur

DEUTSCHER WETTERDIENST - DWD (2018): Klimareport Niedersachsen; Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main, Deutschland.

ENGEL, N., HÜBSCH, L. & MÜLLER, U. (2017): Beregnungsbedarfsermittlung und Beregnungssteuerung als Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel. In: PORTH, M. & SCHÜTTRUMPF, H. (Hrsg.): Wasser, Energie und Umwelt. Aktuelle Beiträge aus der Zeitschrift Wasser und Abfall I. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 508–516.

HABERLANDT, U., BELLI, A. & HÖLSCHER, J. (2010): Trends in beobachteten Zeitreihen von Temperatur und Niederschlag in Niedersachsen. – Hydrologie und Wasserwirtschaft 54, 1, 28–36.

IPCC (2014): Climate Change 2014 Synthesis Report. Summary for Policymakers. IPCC, Geneva, Switzerland.

KEUP-THIEL, E., HENNEMUTH, B., PFEIFER, S. (2012): Besonderheiten und Merkmale regionaler Klimamodelle im Hinblick auf die weitere Kopplung mit Impaktmodellen, CSC Report 9, Climate Service Center, Germany

LANDESBETRIEB FÜR STATISTIK UND KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIE NIEDERSACHSEN (LSKN) (2012): Landwirtschaftszählung 2010, C IV 9.1 – j / 10, Heft 1 Teil A – Gemeindeergebnisse. Hannover.

MÜLLER, U. & WALDECK, A. (2011): Auswertungsmethoden im Bodenschutz. Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS®). – GeoBerichte 19.

MÜLLER, U., ENGEL, N. & HEIDT, L. (2012): Ableiten der potenziellen Beregnungswassermenge aus verfügbaren Boden- und Klimadaten. In: MÜLLER, U., ENGEL, N., HEIDT, L., SCHÄFER, W., KUNKEL, R., WENDLAND, F., RÖHM, H. & ELBRACHT, J.: Klimawandel und Bodenwasserhaushalt. – GeoBerichte 20, 32-48.

RENGER, M. & STREBEL, O. (1982): Beregnungsbedürftigkeit der landwirtschaftlichen Nutzflächen in Niedersachsen. – Geol. Jb. F 13, 1-66.

