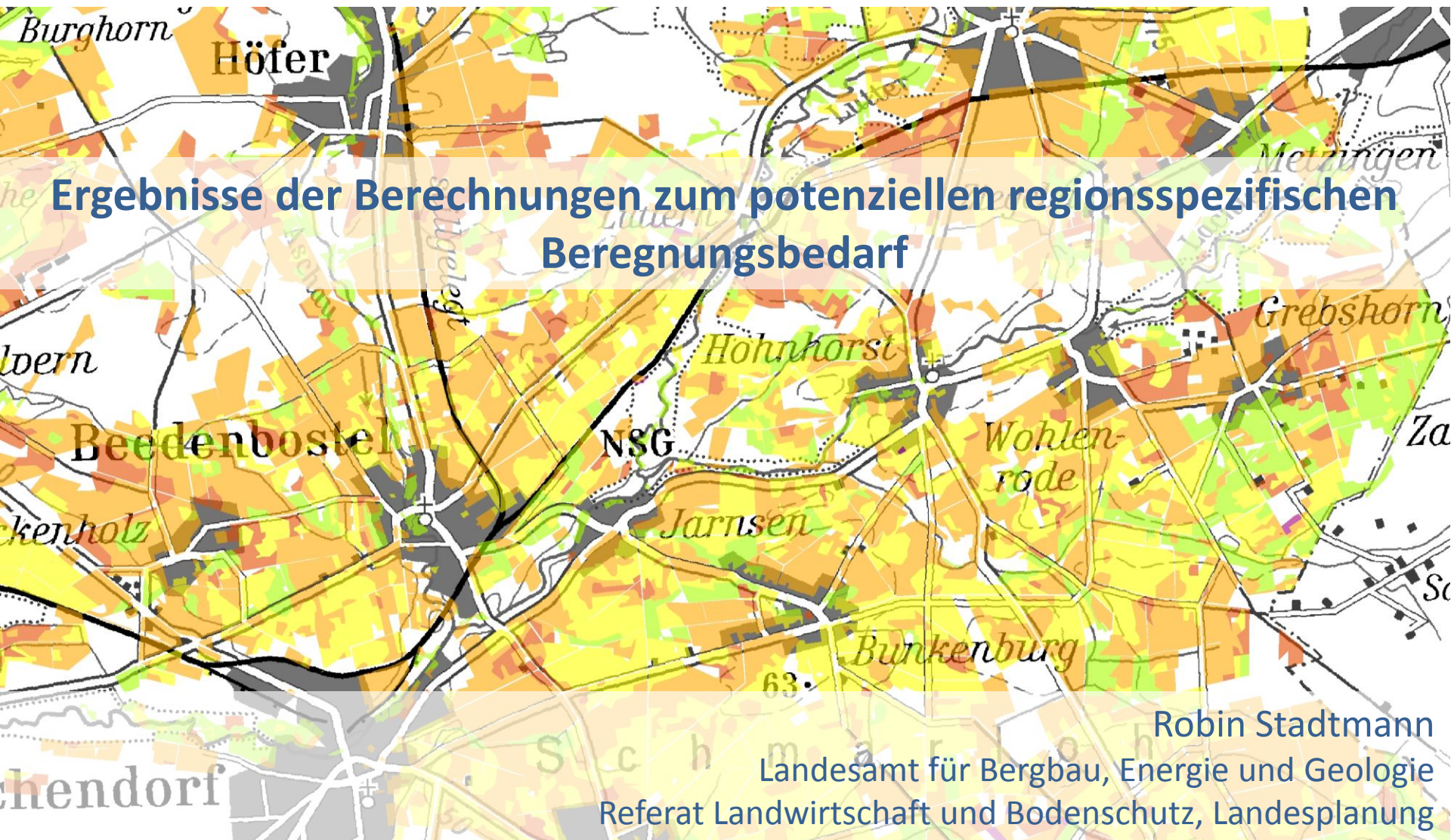




Leitfragen

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

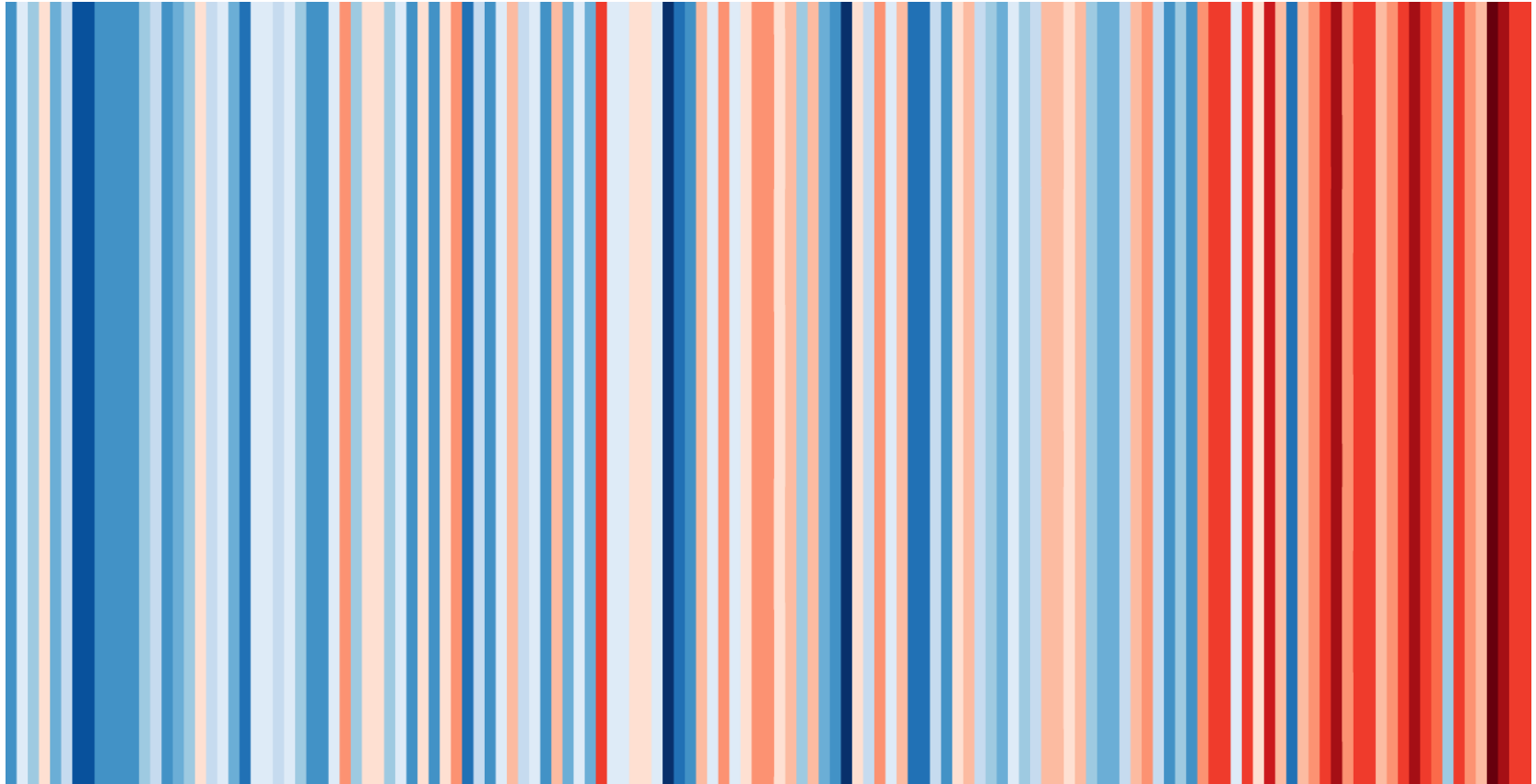
DWD 2018
u.a. mit Beiträgen des LBEG



„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 Frostage,
 - langfristig weitere Erwärmung: Im **Klimaschutzszenario** im Mittel +1,0°C, im **Weiter-wie-bisher-Szenario** im Mittel +3,5°C.

1971-2000



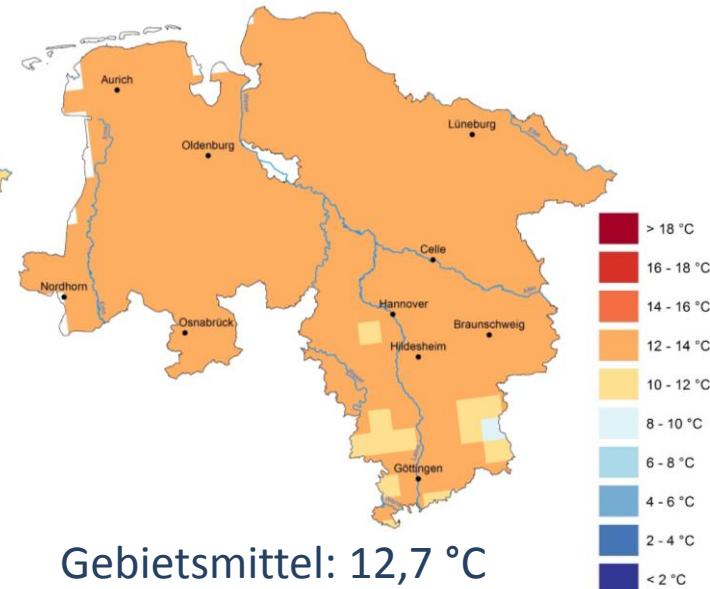
Gebietsmittel: 9,0 °C

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.

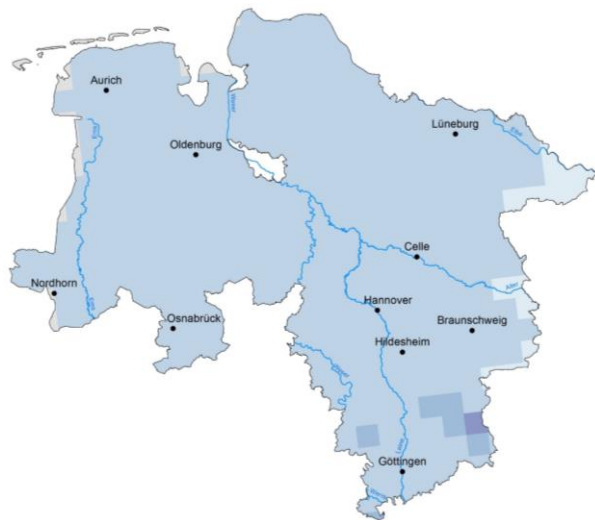


Klimatische Wasserbilanz

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

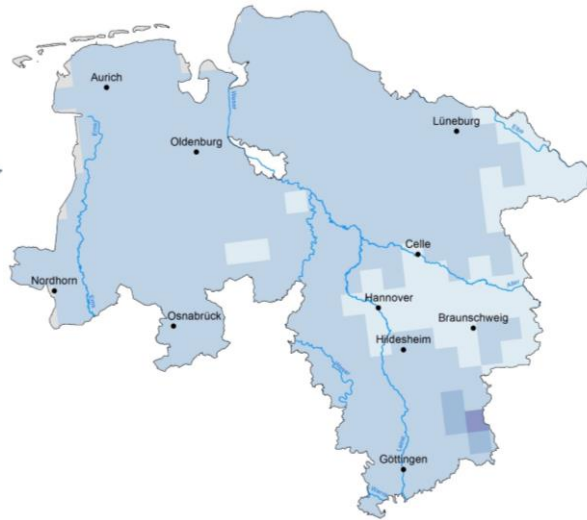
Klimatische Wasserbilanz im Sommer

1971-2000



Gebietsmittel: -119 mm/a

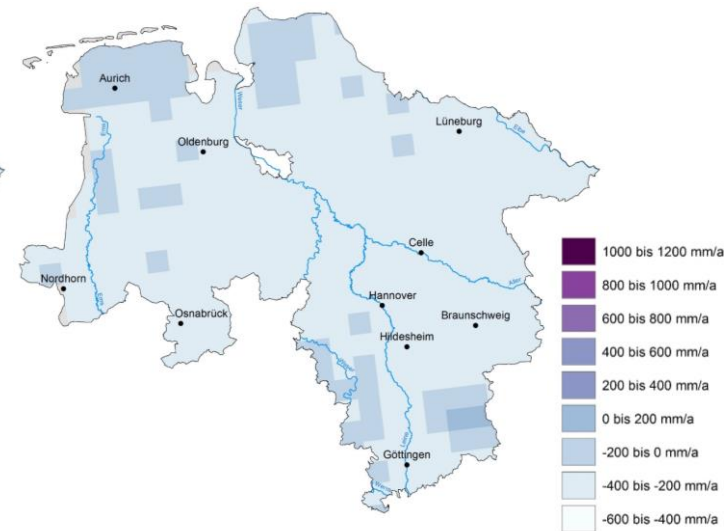
2021-2050



Gebietsmittel: -150 mm/a

Bandbreite: -216 bis -74 mm/a

2071-2100



Gebietsmittel: -239 mm/a

Bandbreite: -339 bis -92 mm/a



DWD 2018

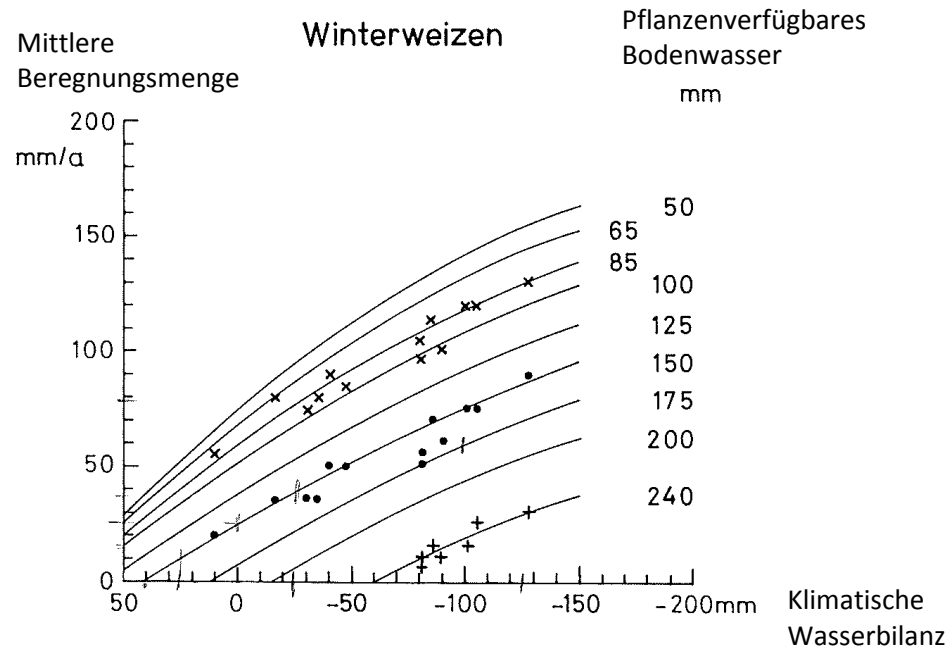


Nach welcher Methodik und mit welchen Daten wurden die Beregnungsbedarfsprognosen beim LBEG erstellt?



Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit – Modellbeschreibung

Fruchtspezifische Beregnungsmenge



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

Potenzielle Berechnungsbedürftigkeit – Fruchtarten

Getreide

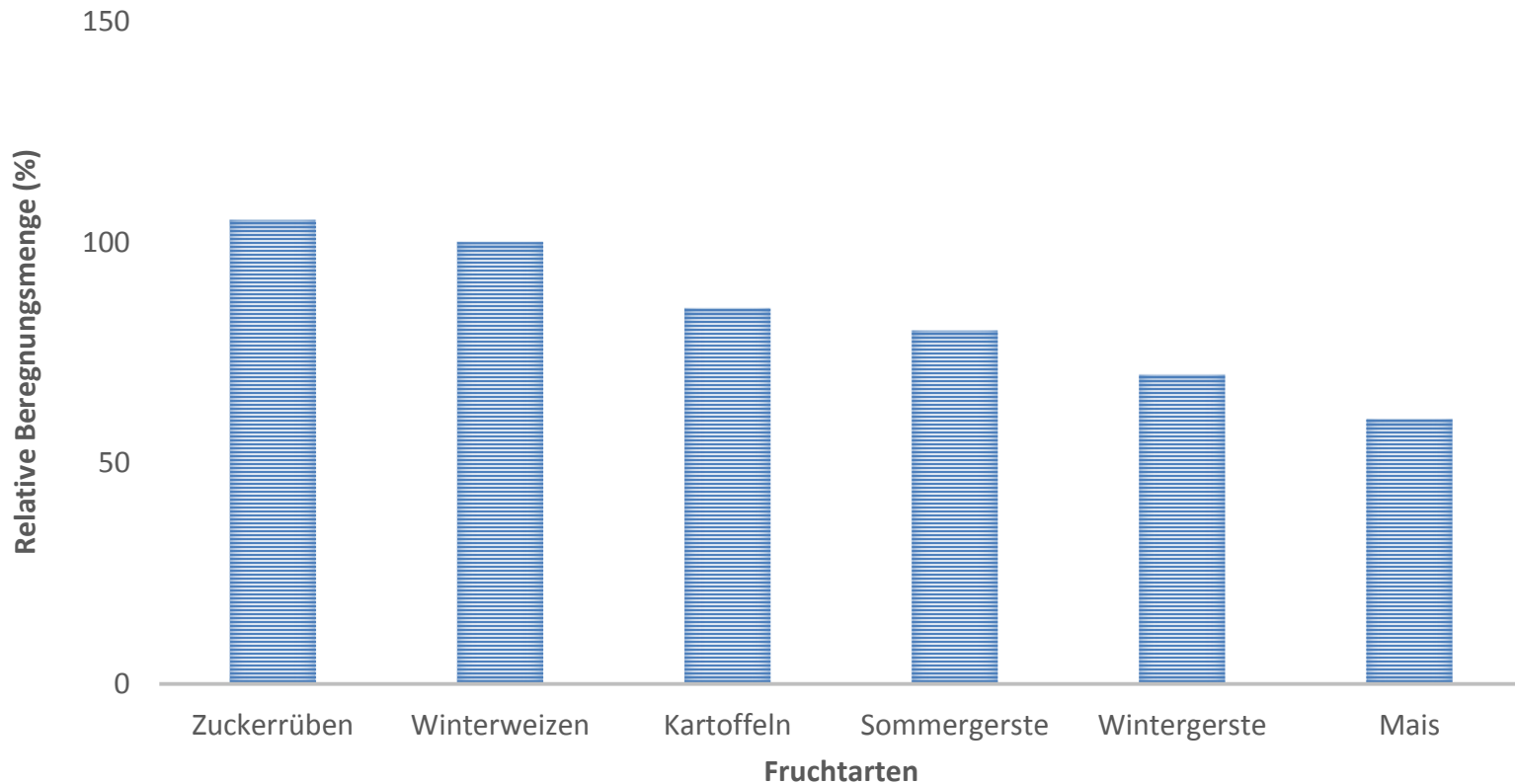
- Wintergerste mit Zwischenfrucht
- Winterweizen
- Wintergerste
- Sommergerste
- Triticale
- Roggen

Hackfrüchte

- Zuckerrüben
- Kartoffeln
- Mais



Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit – Fruchtarten



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

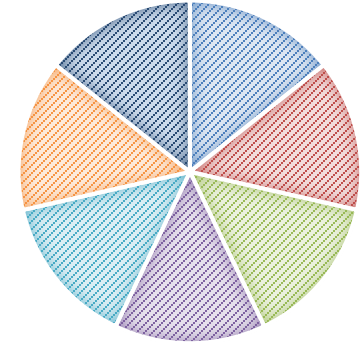
11



Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit – Methoden

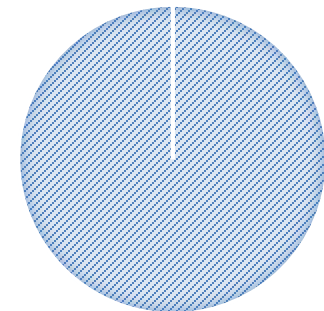
■ WW ■ WG ■ WGZ ■ SG ■ MA ■ KA ■ ZR

- 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

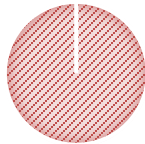
- rBm = regionsspezifische Berechnungsmenge
 - Der potenzielle regionsspezifische Berechnungsbedarf wird mittels fBm und Agrarstatistik regionsbezogen errechnet.

1) Separate Berechnung der gesamten Region mit je einer Fruchtart

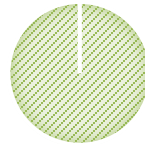
■ Winterweizen



■ Mais



■ Sommergerste



■ Kartoffel



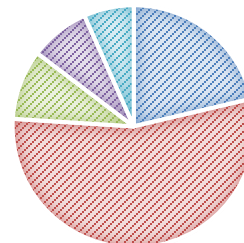
weitere.....

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

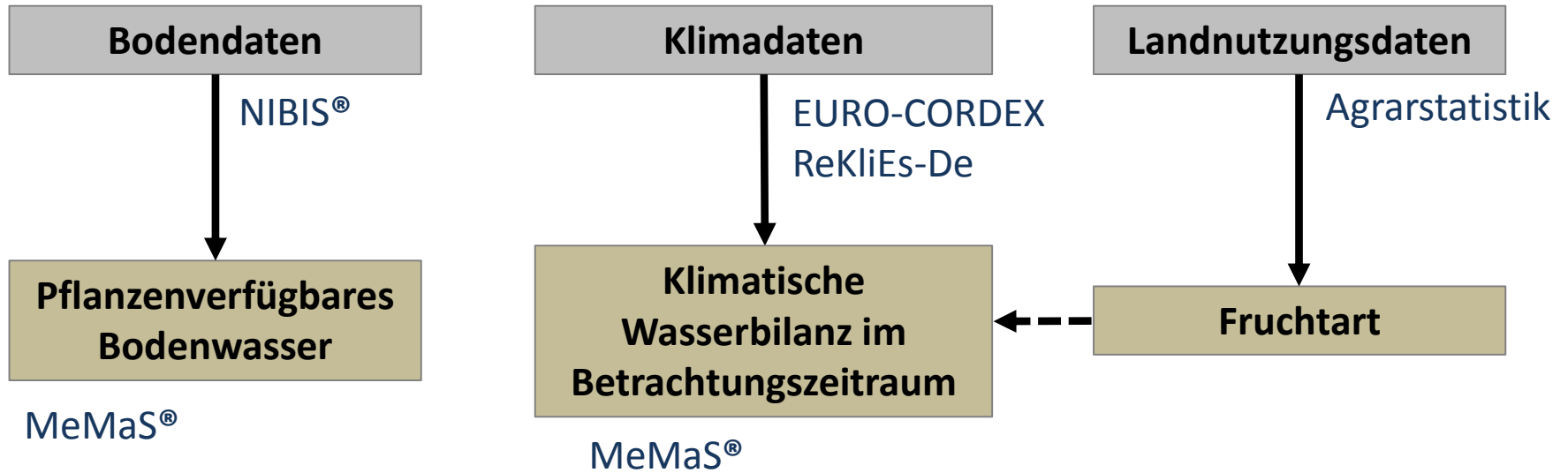
Landnutzungsdaten

Agrarstatistik

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

14

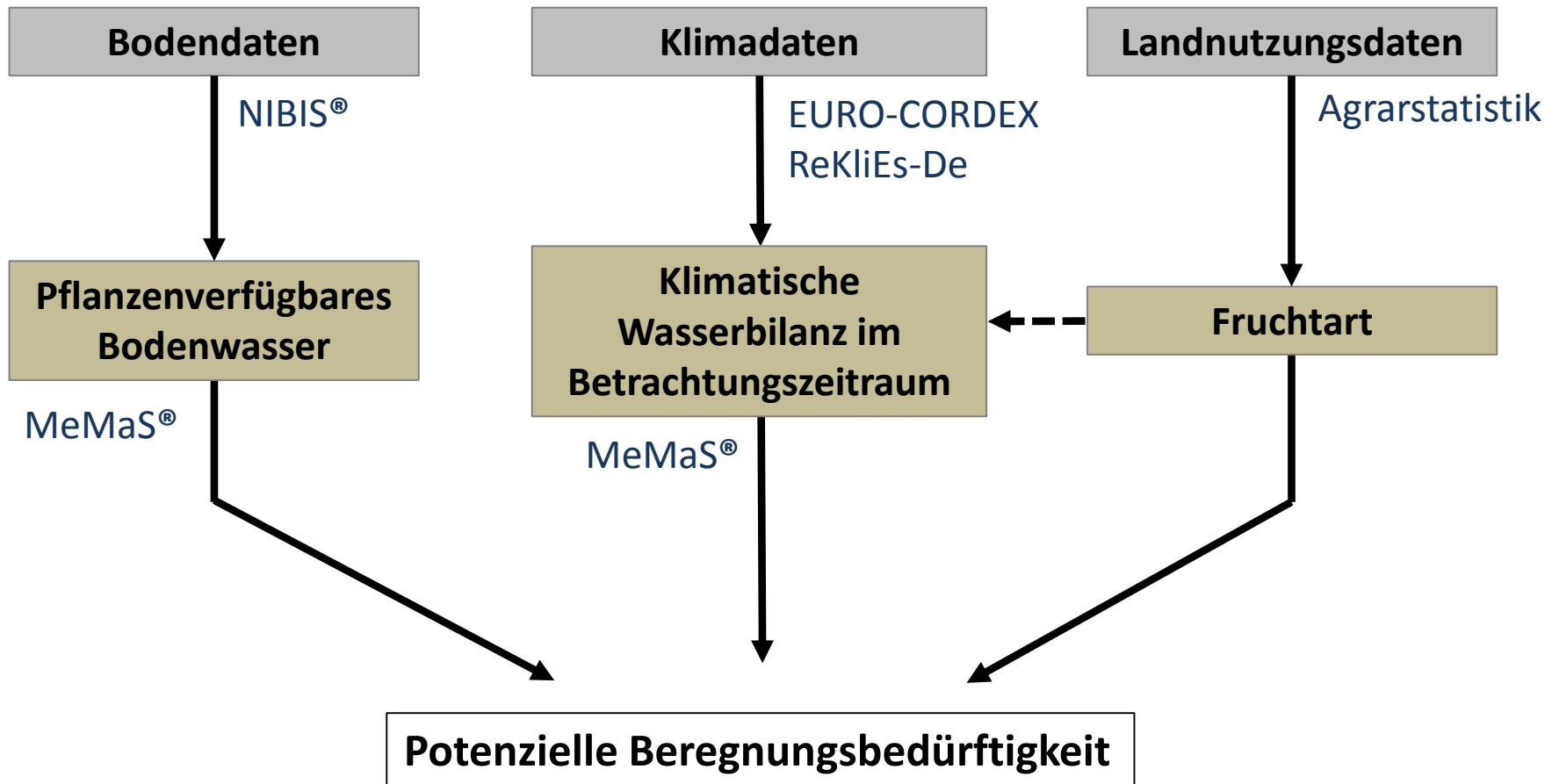




MÜLLER & WALDECK 2011, MÜLLER et al. 2012, ENGEL et al. 2017

15

Methodik



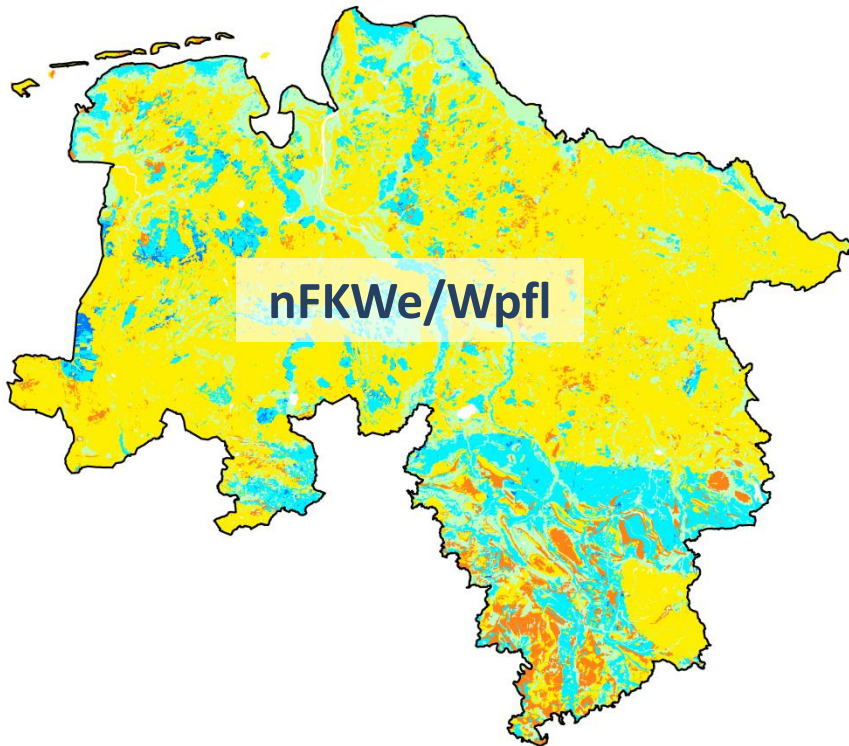
MÜLLER & WALDECK 2011, MÜLLER et al. 2012, ENGEL et al. 2017

16



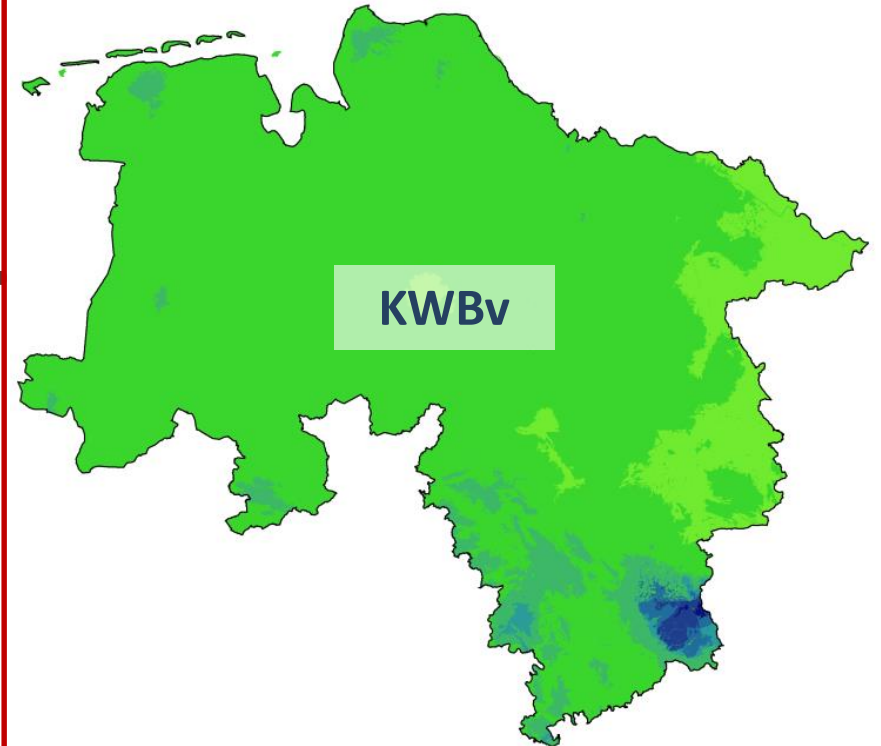
Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit – Eingangsdaten

Bodendaten



Pflanzenverfügbares Bodenwasser

Klimadaten



Klimatische Wasserbilanz der Vegetationsperiode



Klimaszenarien

Klimaszenarien basieren auf Annahmen



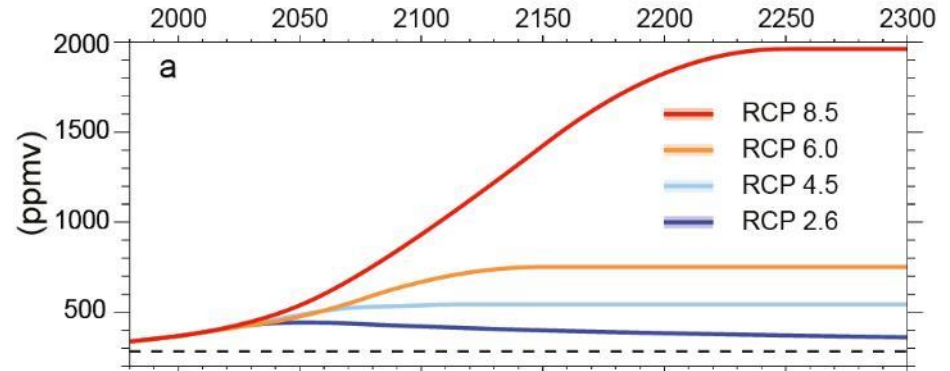
Bildquelle: DWD 2018

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

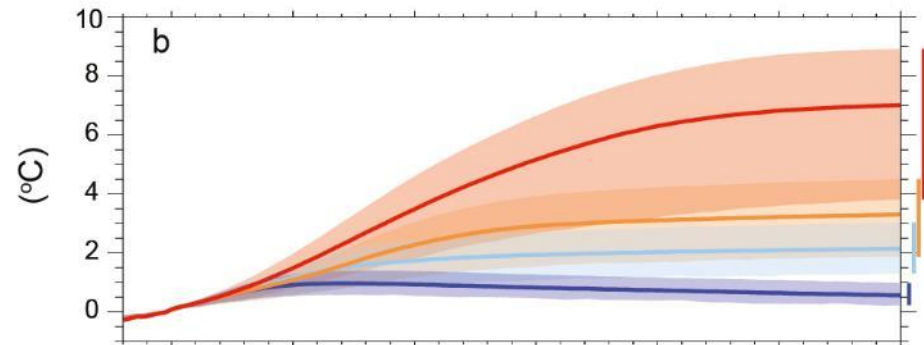
IPCC 2014, DWD 2018



Atmosphärisches CO₂



Änderung der globalen Mitteltemperatur



Bildquelle:

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

RCP = *Representative Concentration Pathway*

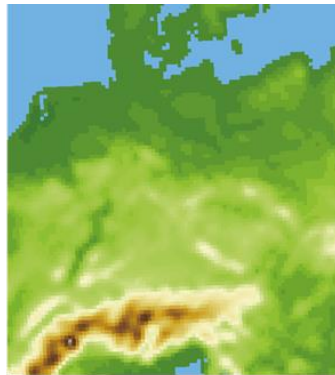
Klimamodelle



Globales Klimamodell
1,875°

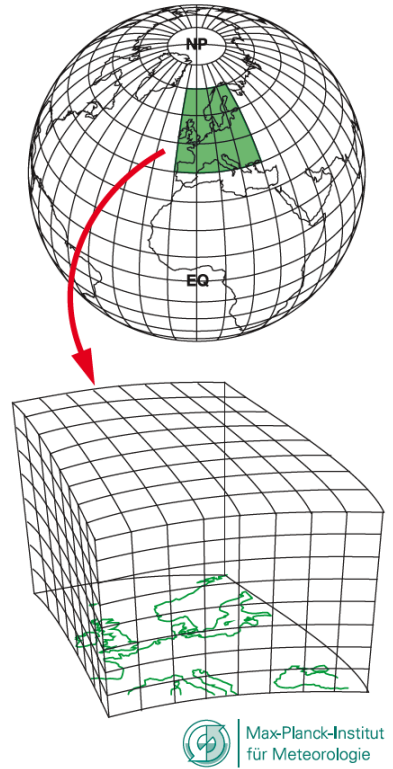


Regionales Klimamodell
(grob)
0,44° (ca. 50 km)



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

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



Max-Planck-Institut
für Meteorologie

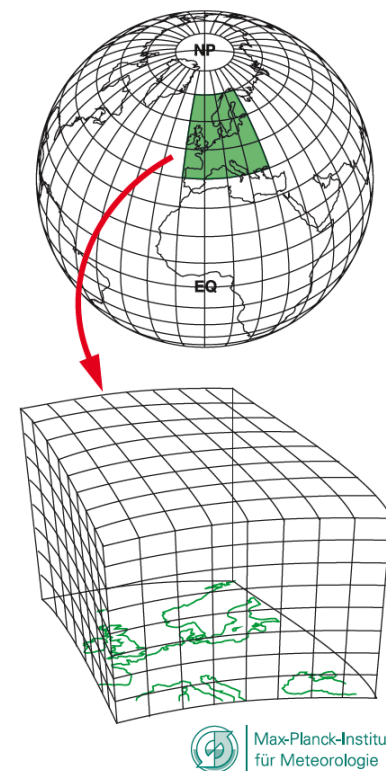
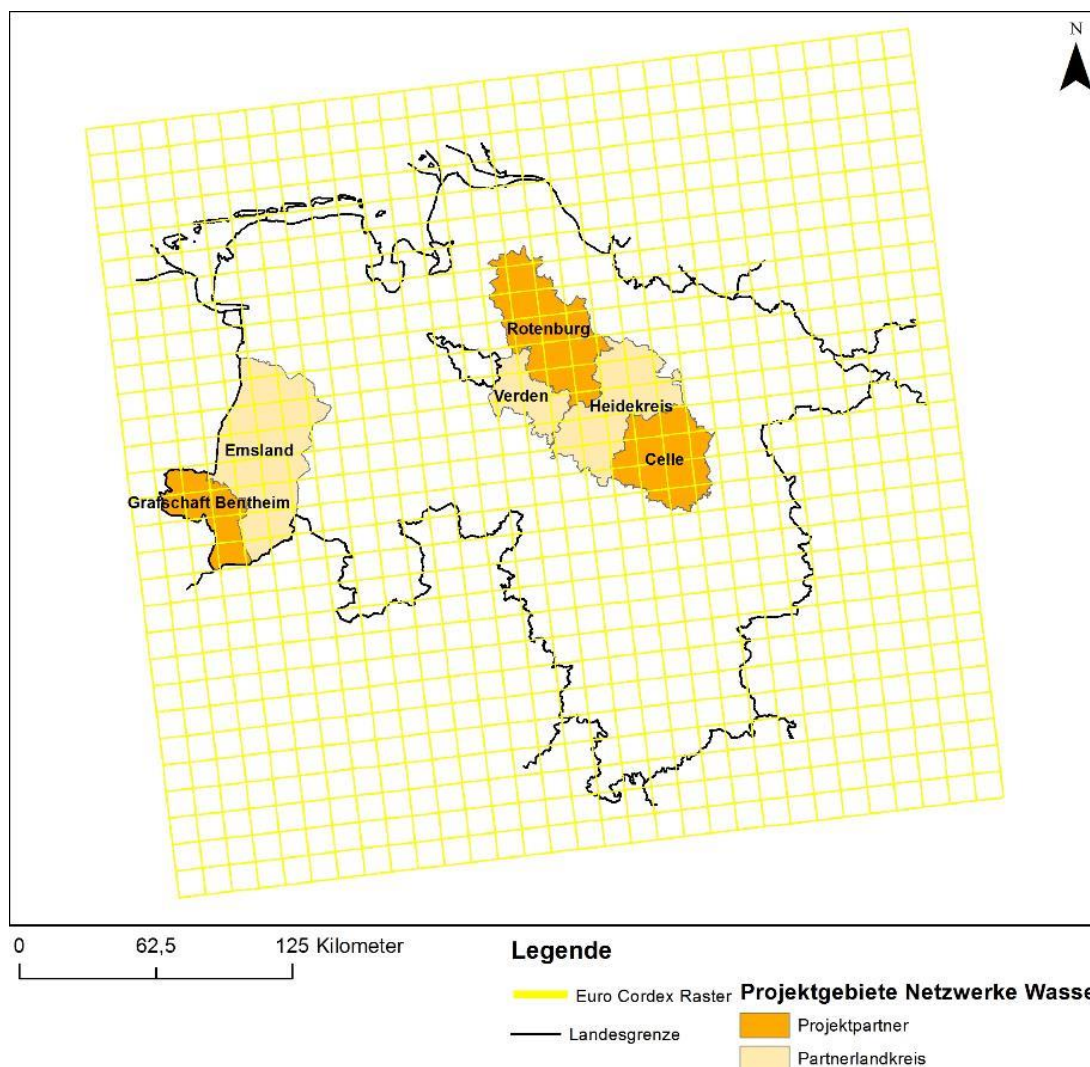
- Klimamodelle simulieren das Klima,
- Regionale Klimamodelle (RCM) verfeinern Globale Klimamodelle (GCM),
- Globale Klimamodelle treiben die Regionalen Klimamodelle an,
- daraus resultieren GCM-RCM-Kombinationen.

19

KEUP-THIEL et al. 2012



Klimamodelle



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.

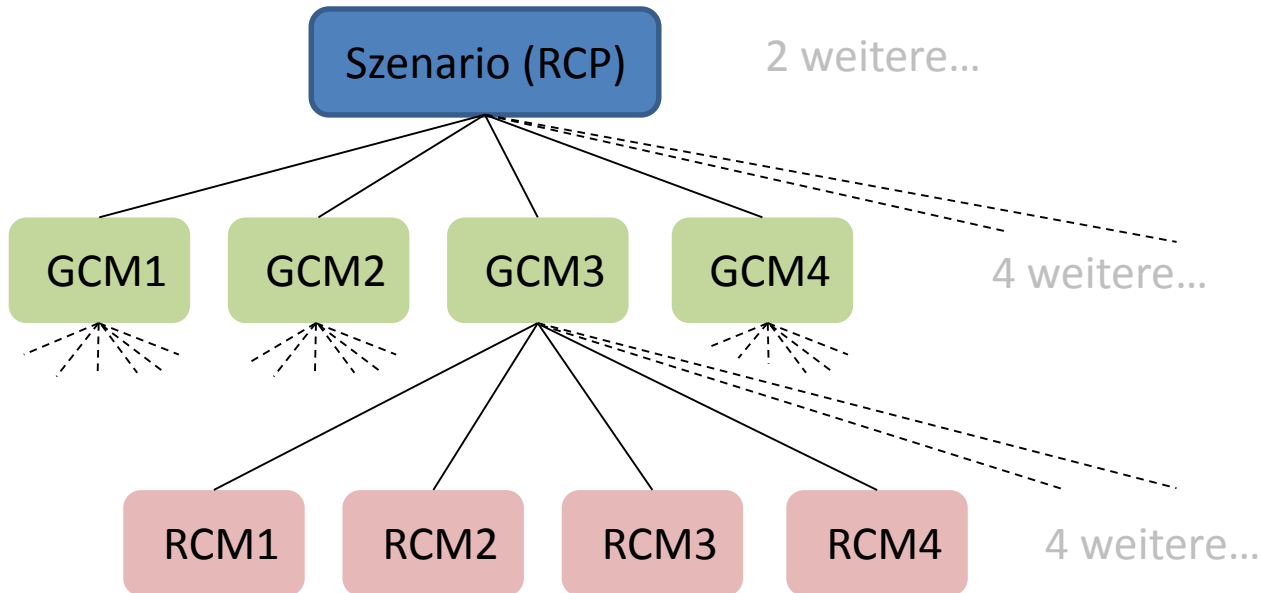
DWD 2018

21



Klimamodellensemble

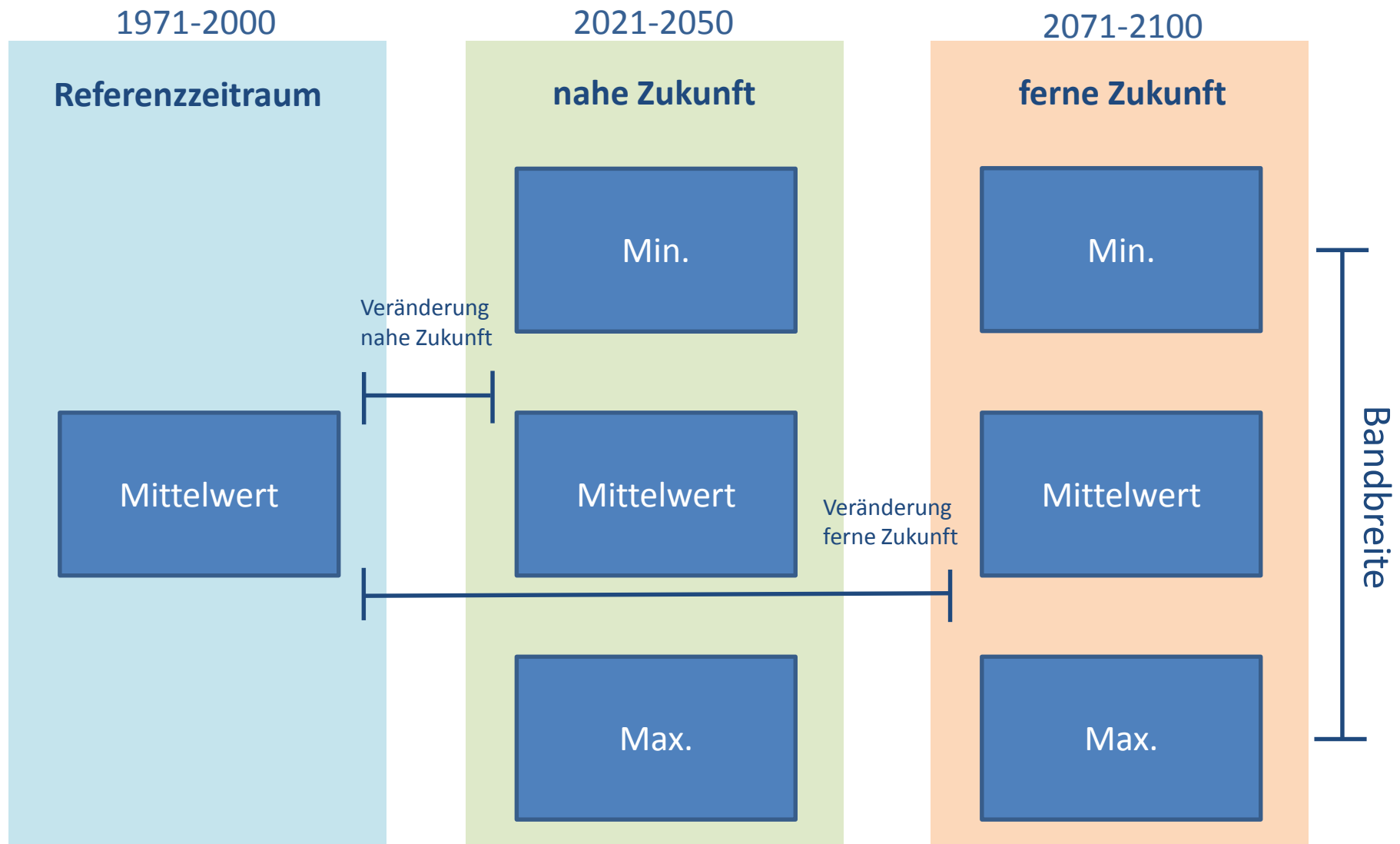
Szenarien x Globale Modelle x Regionale Modelle (x Zeiträume)



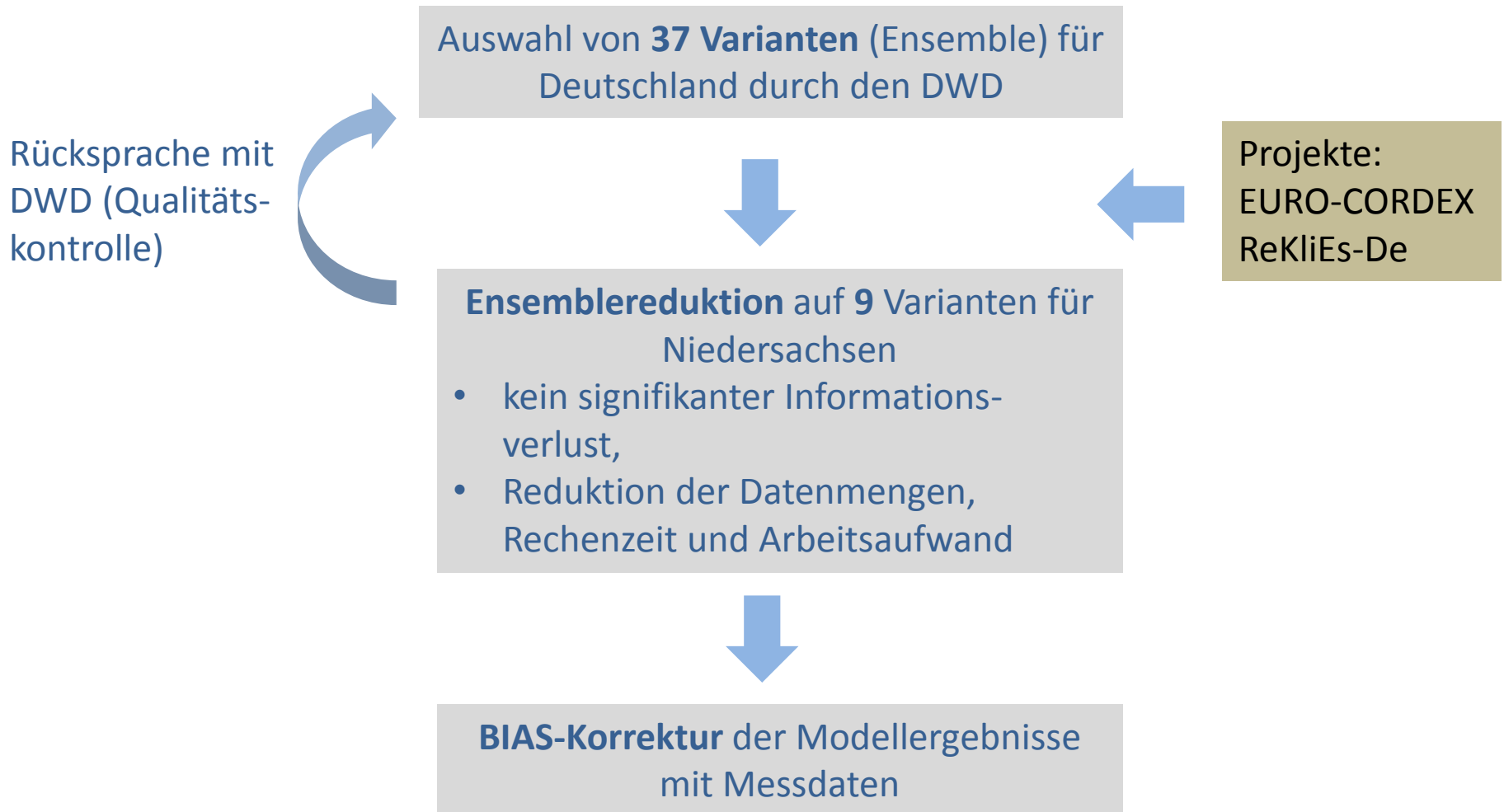
Antrieb des Wirkmodells

- 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

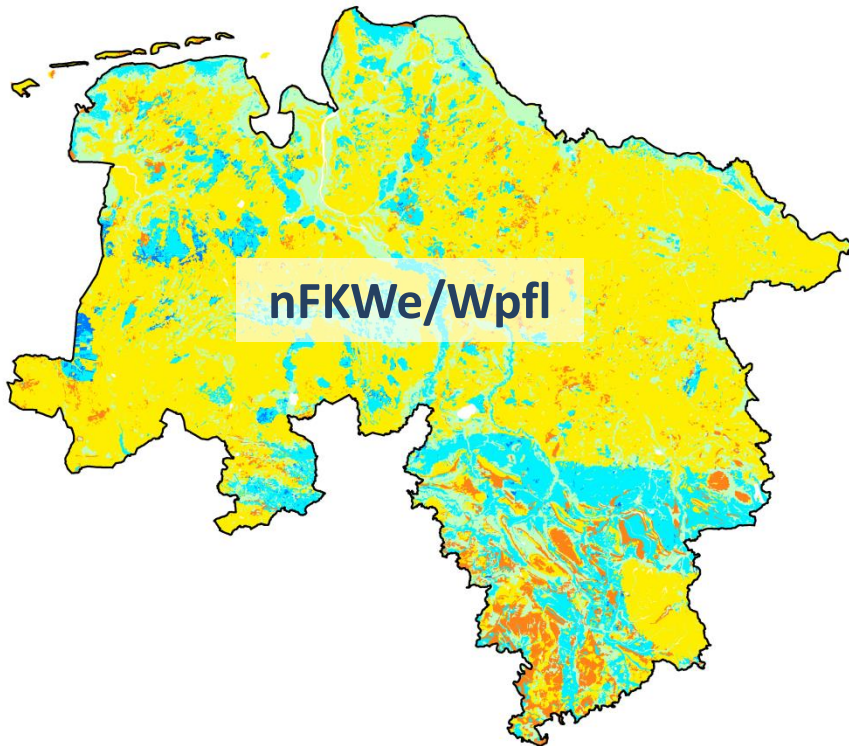


Fragen?



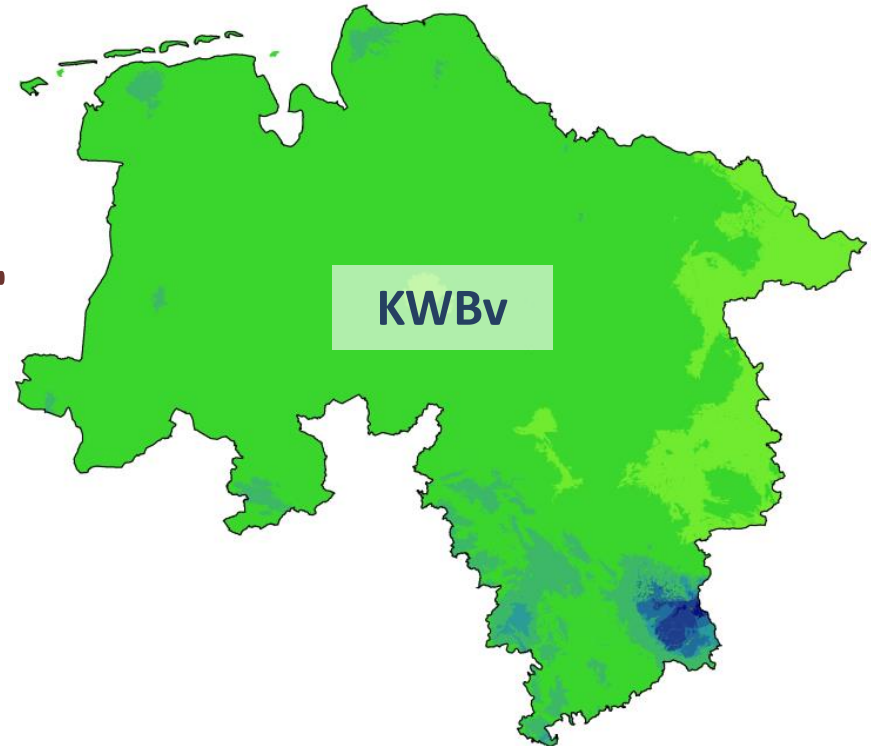
Potenzielle Berechnungsbedürftigkeit – Eingangsdaten

Bodendaten



Pflanzenverfügbares Bodenwasser

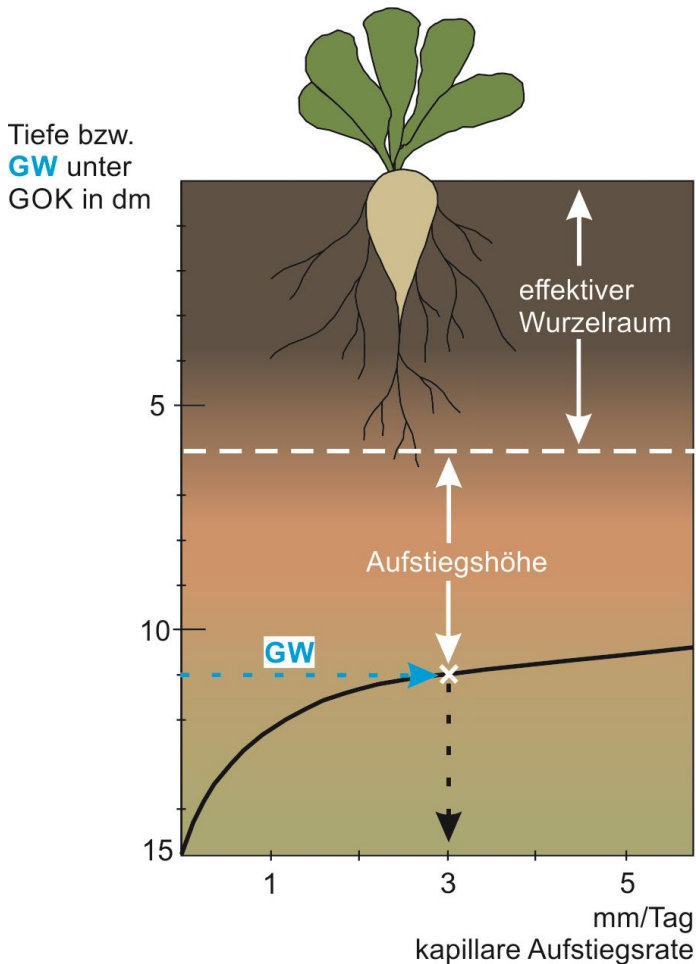
Klimadaten



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.

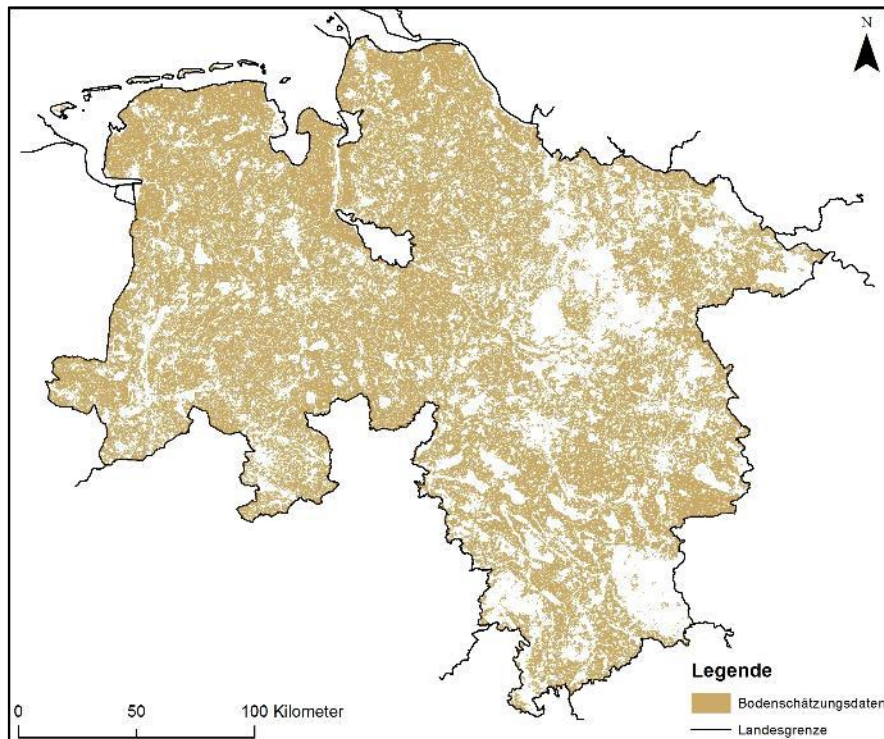
Beispielhafte Darstellung der kapillaren Aufstiegsrate in Abhängigkeit vom Grundwasserflurabstand (GW) bei einem feinsandigen Mittelsand unter Zuckerrüben.

27

Abbildung verändert nach: RENGIER & 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

Profilsäule NIBIS®

Übersetzung der
Bodenschätzungsdaten



Stichprobenhafte
Überprüfung



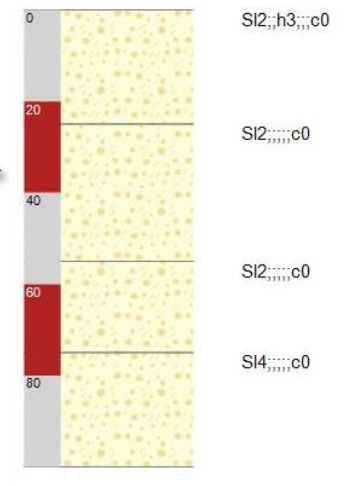
Ergänzung des zweiten
Profilmeters und der
Grundwasserstände



Ableitung der Kennwerte für
den Bodenwasserhaushalt



Klassenzeichen IS4D,
Ackerzahl 40



Informationen aus BK50

Korrektur von Kennwerten
zu Sonderstandorten wie
Sandmischkulturen

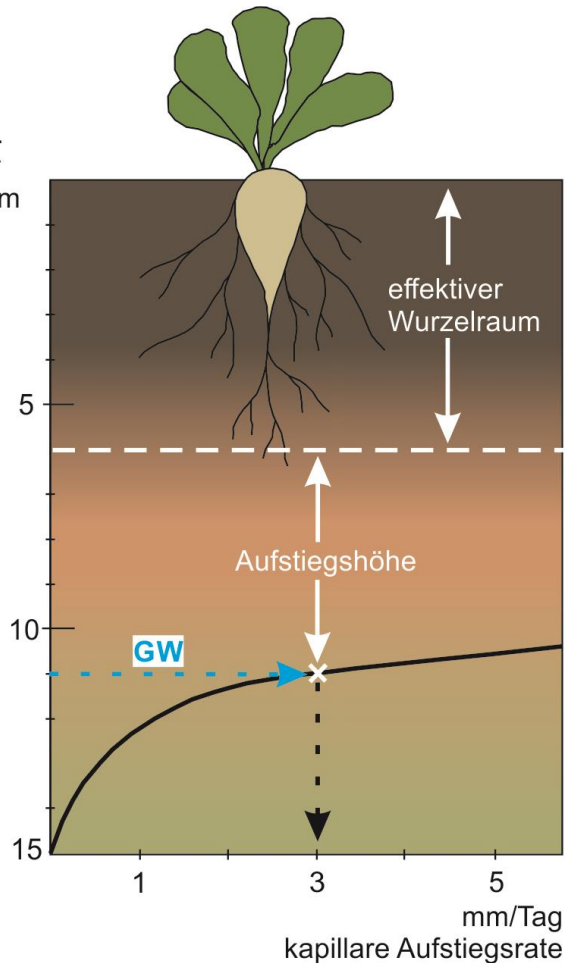


Foto: S. Langner, LBEG

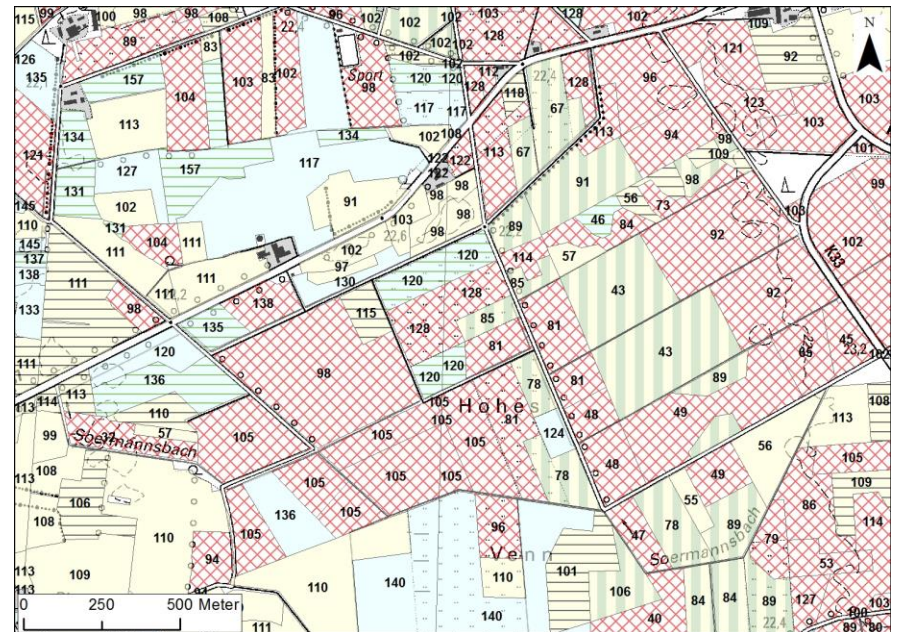


Kennwerte des Bodenwasserhaushaltes

Tiefe bzw.
GW unter
GOK in dm



- Für über 31000 (Celle) bzw. ca. 32000 (Heidekreis) Profile wurden Kennwerte abgeleitet,
- jeder landwirtschaftlich genutzten Fläche kann so ein individueller potenzieller Beregnungsbedarfswert zugewiesen werden.

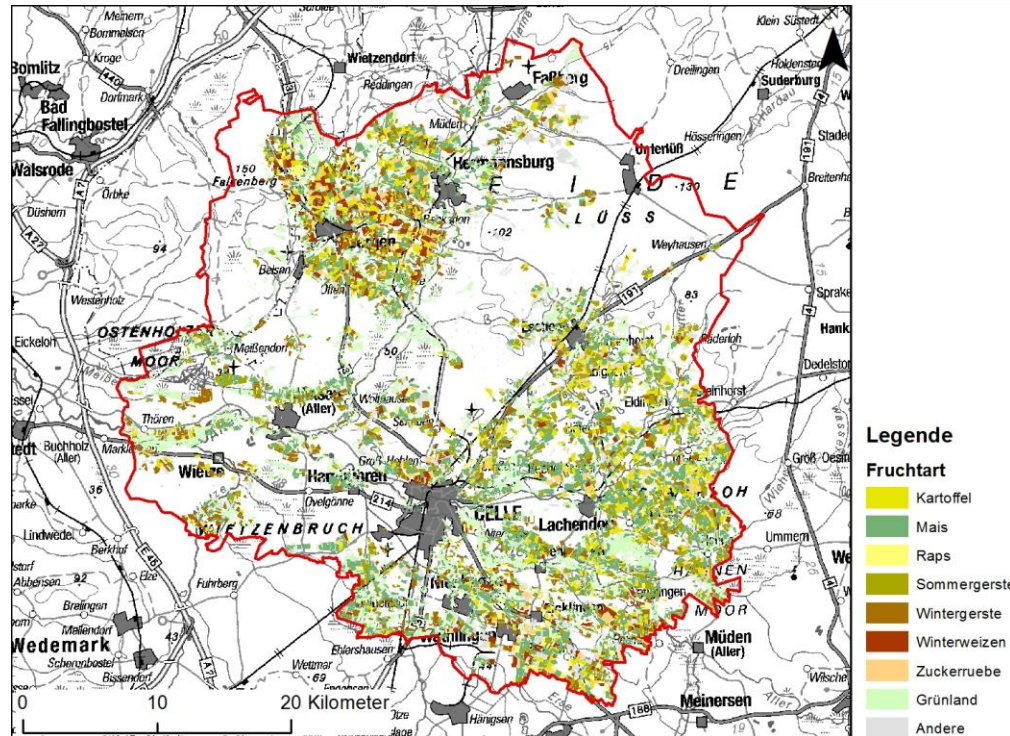


Rechts: Beispiel des errechneten Beregnungsbedarfs (in mm) für Winterweizen basierend auf Bodenschätzungsdaten.



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 Celle.

LSKN 2012



Berechnung regionsspezifischer Beregnungsbedarf

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 Celle

33

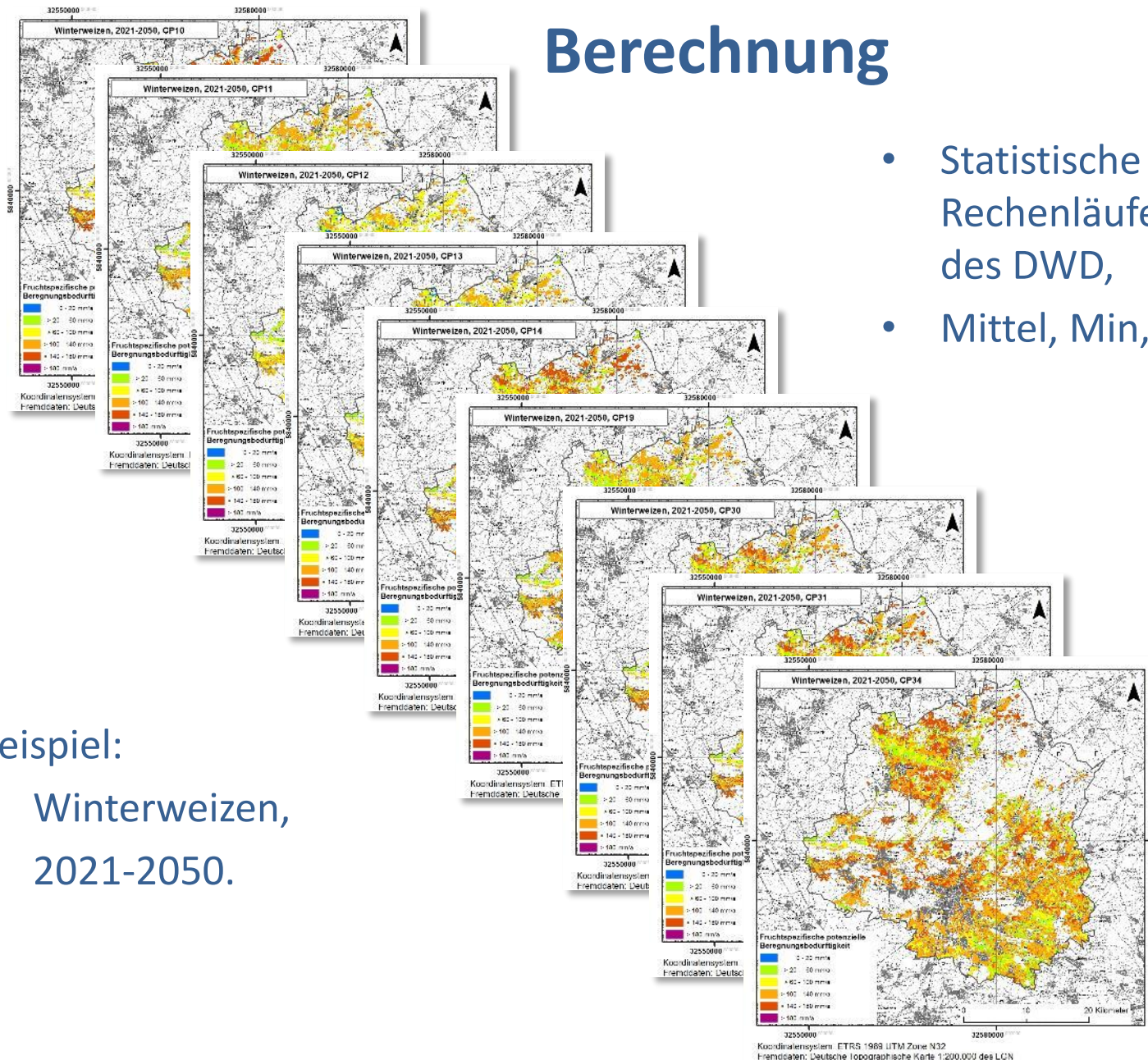


Berechnung

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

Beispiel:

- Winterweizen,
- 2021-2050.



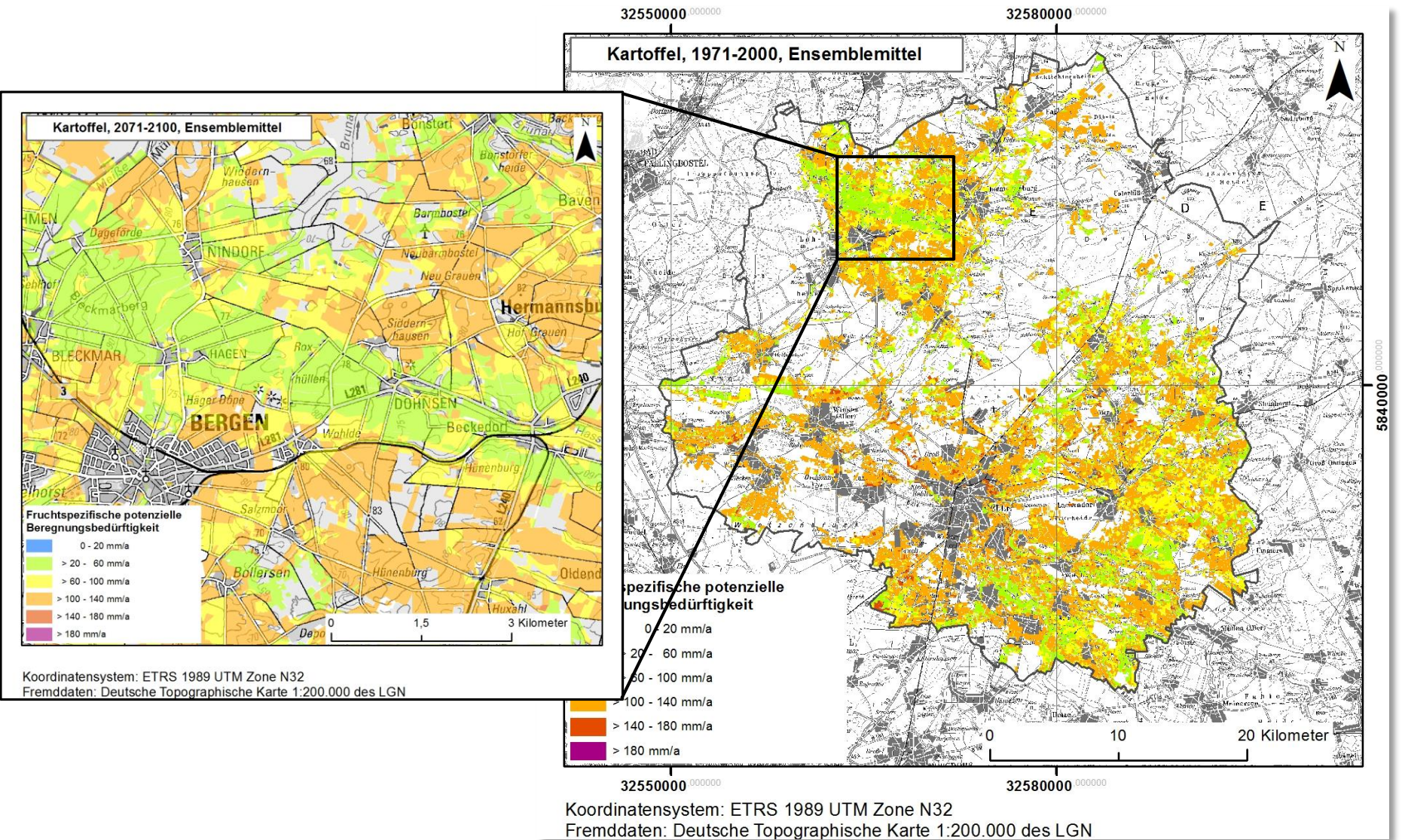
Fragen?



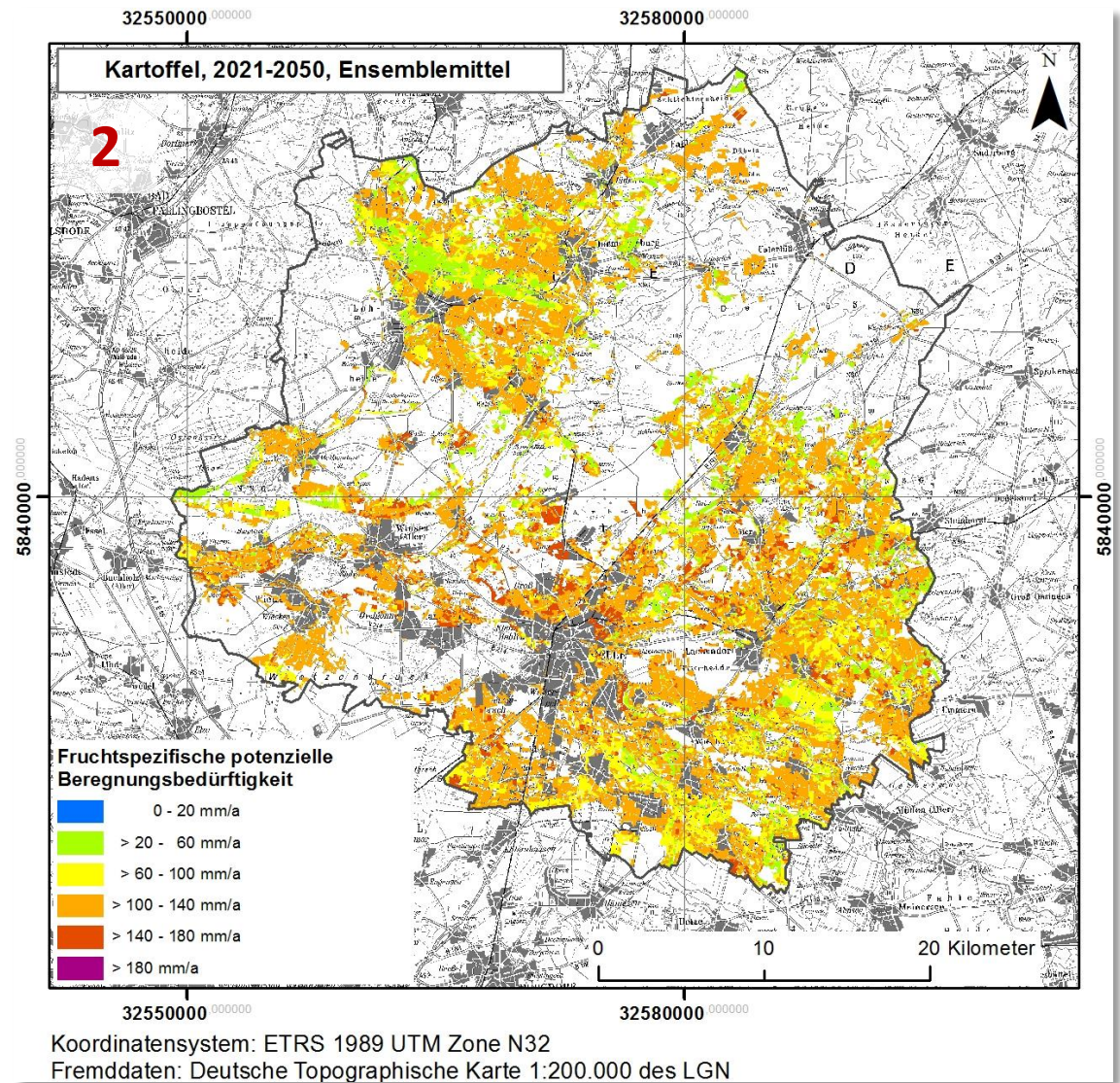
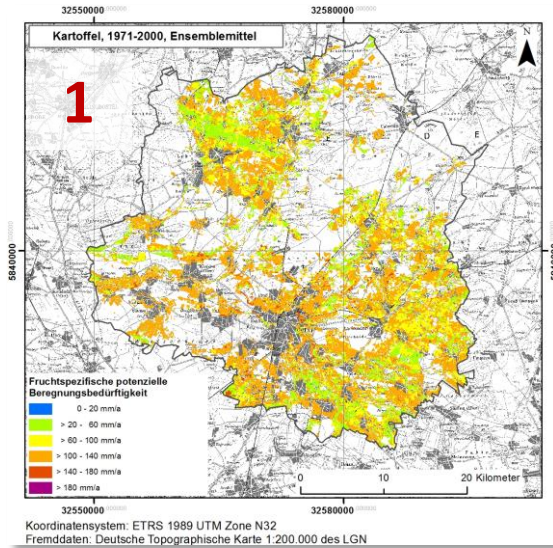
Landkreis Celle



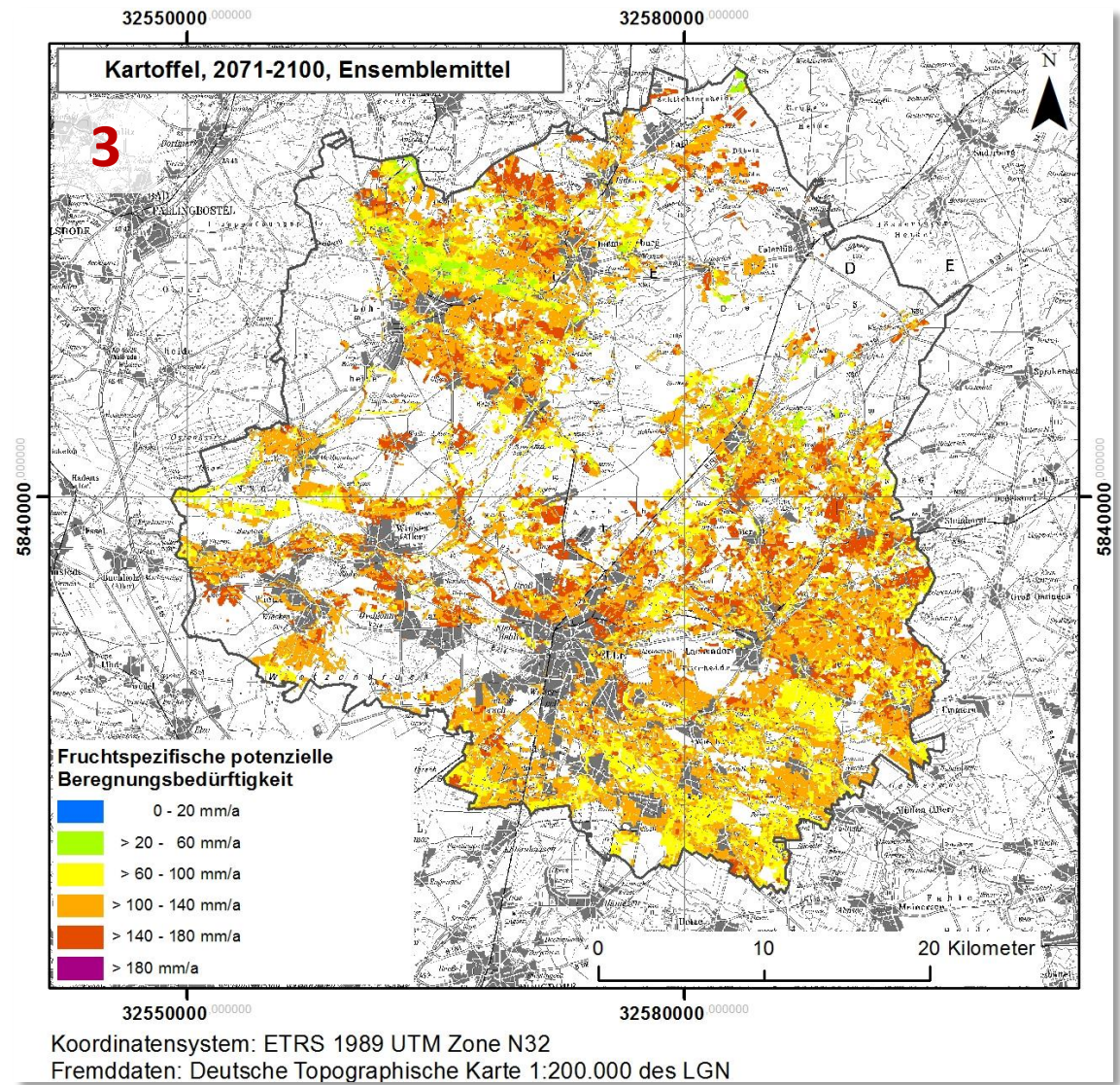
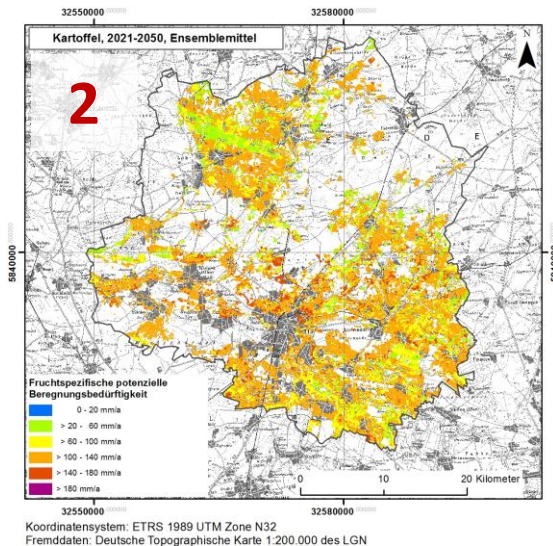
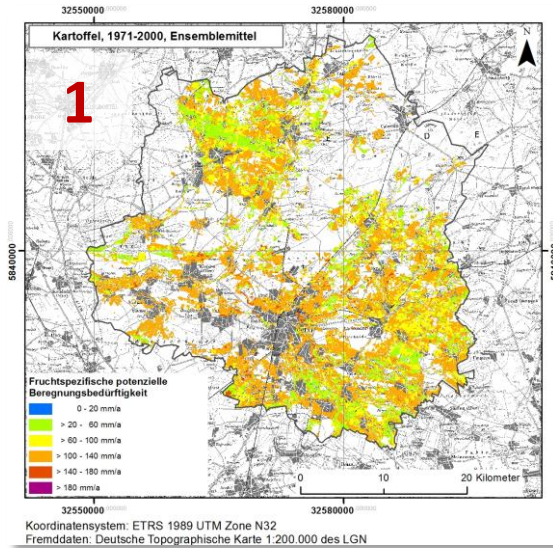
Ergebnisse: Entwicklung Kartoffel im Mittel



Ergebnisse: Entwicklung Kartoffel im Mittel

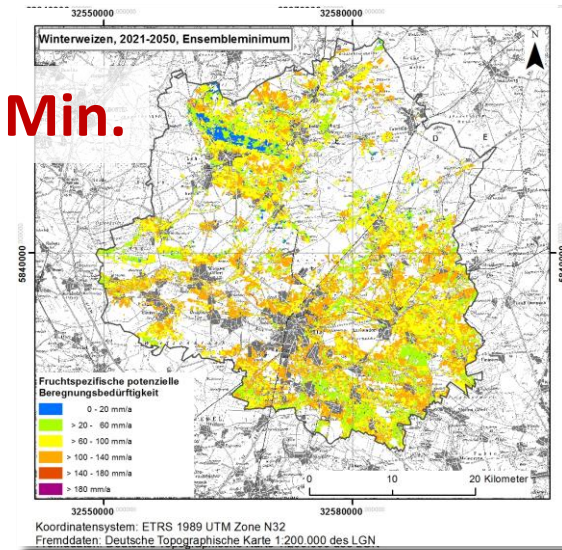


Ergebnisse: Entwicklung Kartoffel im Mittel

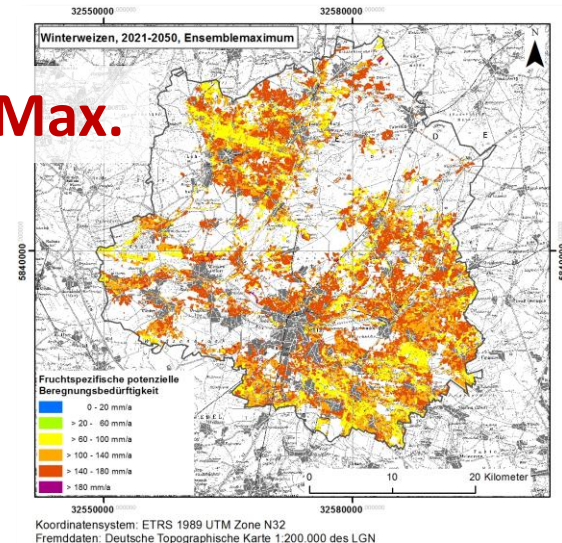


Ergebnisse: Winterweizen 2021-2050 (Mittel, Min. Max.)

Min.

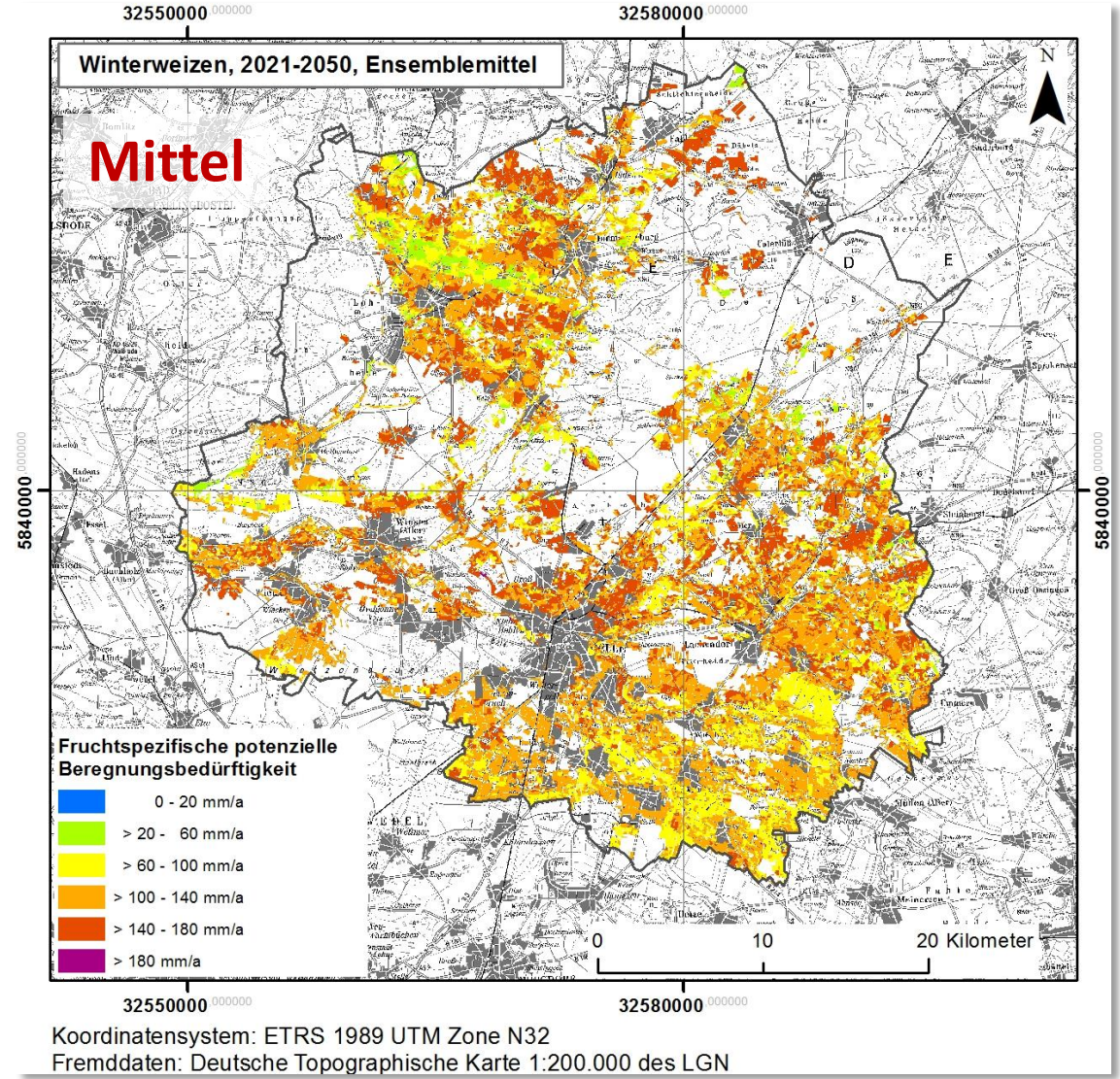


Max.



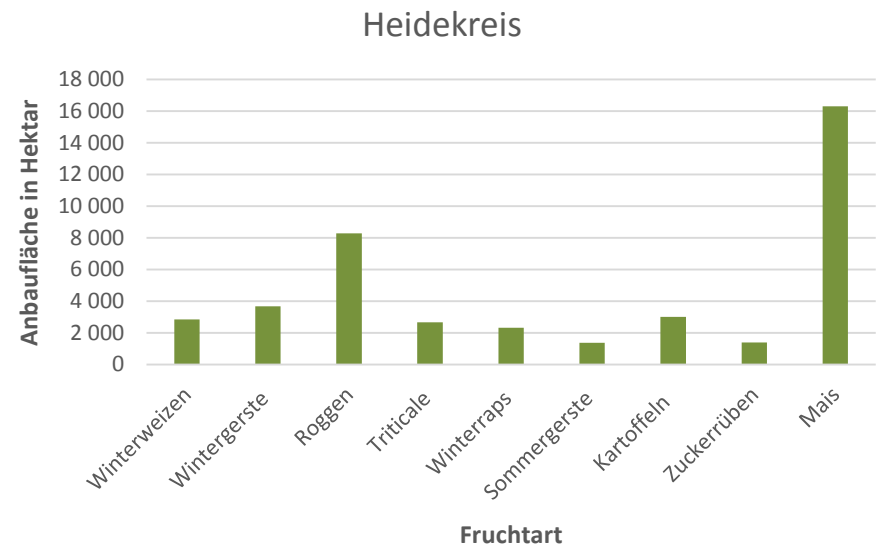
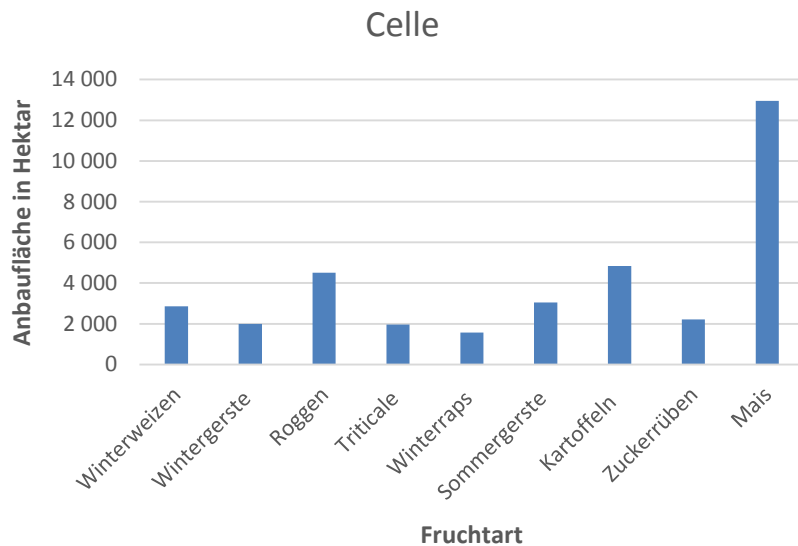
Winterweizen, 2021-2050, Ensemblemittel

Mittel



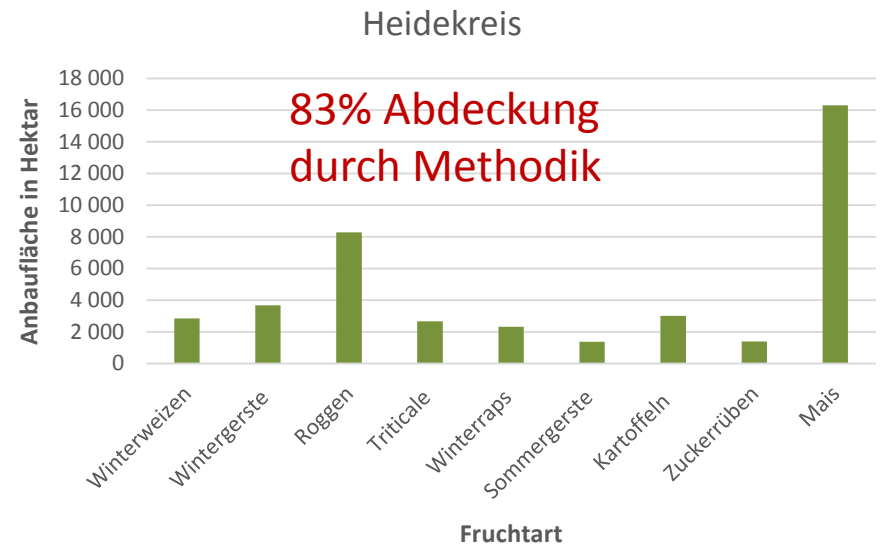
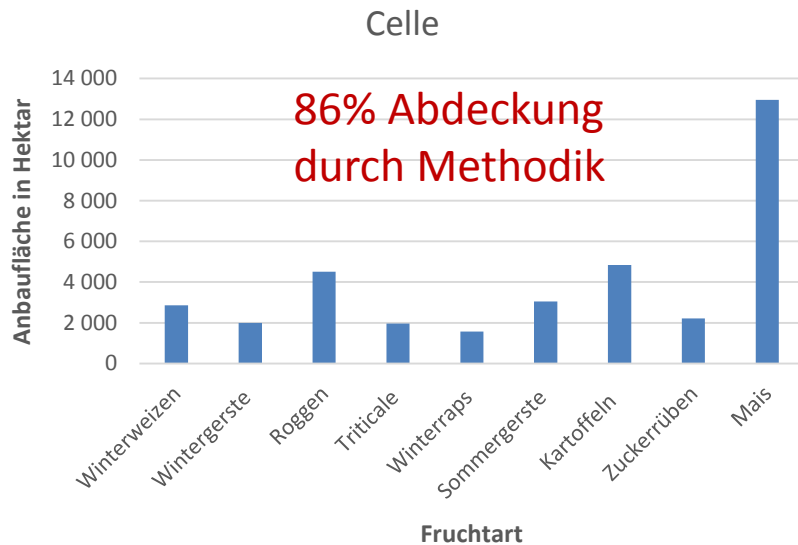
Fruchtartenverteilung

- 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):

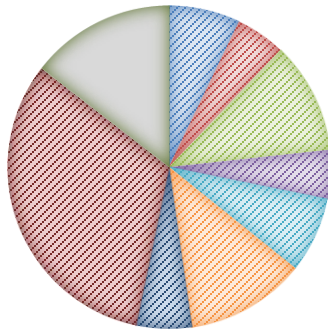
- Verteilung weitgehend erhalten geblieben,
- Zunahme von Sommergerste in beiden Landkreisen,
- Zunahme von Mais im Heidekreis.



Regionsspezifische potenzielle Beregnungsbedürftigkeit

- Landkreis Celle:

■ Winterweizen ■ Wintergerste ■ Roggen
■ Triticale ■ Sommergerste ■ Kartoffel
■ Zuckerrübe ■ Mais ■ Andere



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

Zeitraum	mm
1971-2000	Ø 84
2021-2050	Ø 92 (64-113)
2071-2100	Ø 100 (69-114)

Ø + 19 % von 1971 bis 2100

Was zeigt dieses Ergebnis?

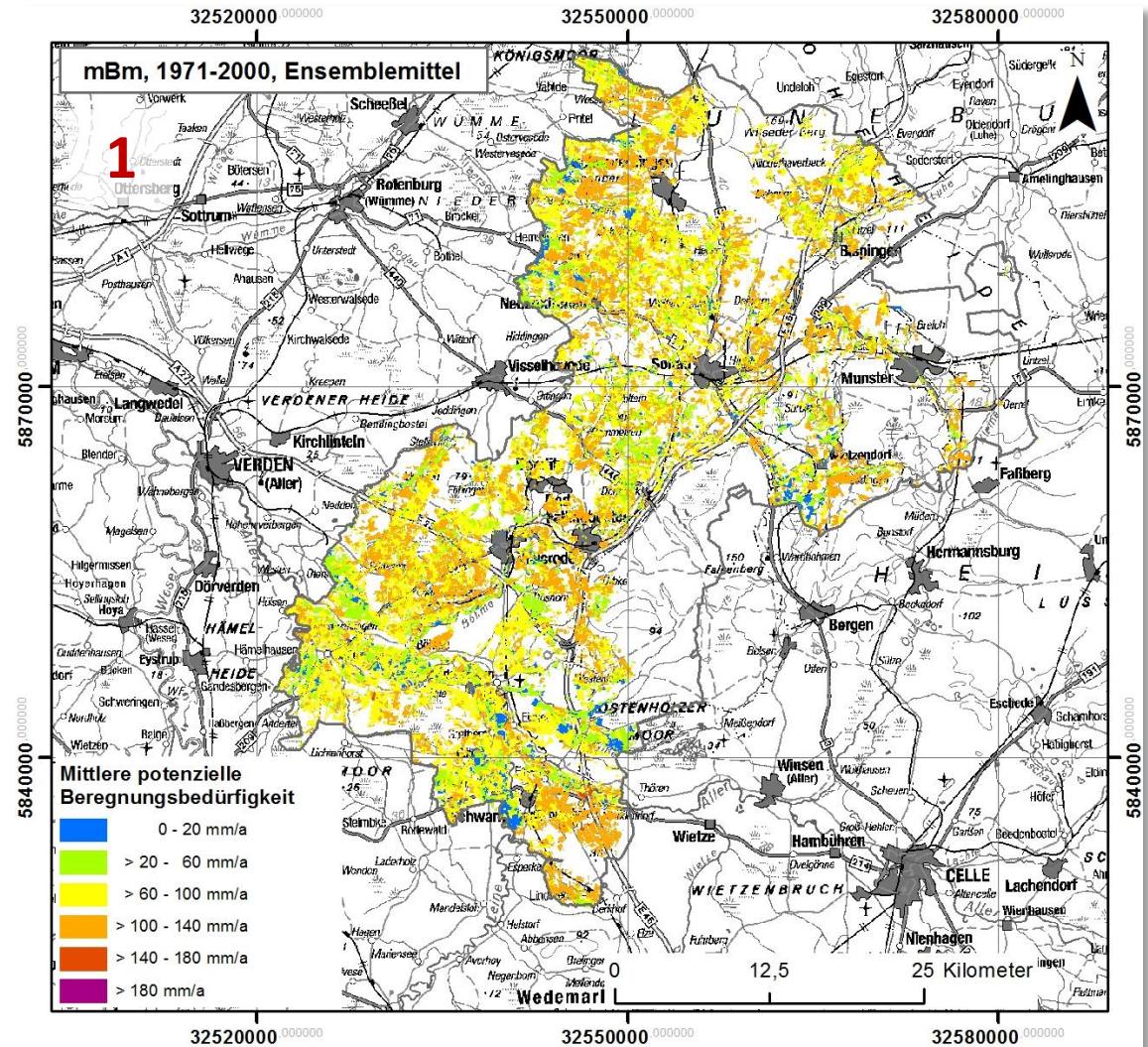
- Aus über 200 Rechenläufen (9 Modelle) ermittelte und auf die regionsspezifische Fruchtartenverteilung angepasste potenzielle Beregnungsbedürftigkeit (mm) als Landkreismittel.
- Das Ensemble zeigt einen Anstieg des Beregnungsbedarfs, der im Mittel von der Referenzperiode bis zur fernen Zukunft (2071-2100) +19% beträgt.

44

Landkreis Heidekreis



Mittlere potenzielle Beregnungsbedürftigkeit

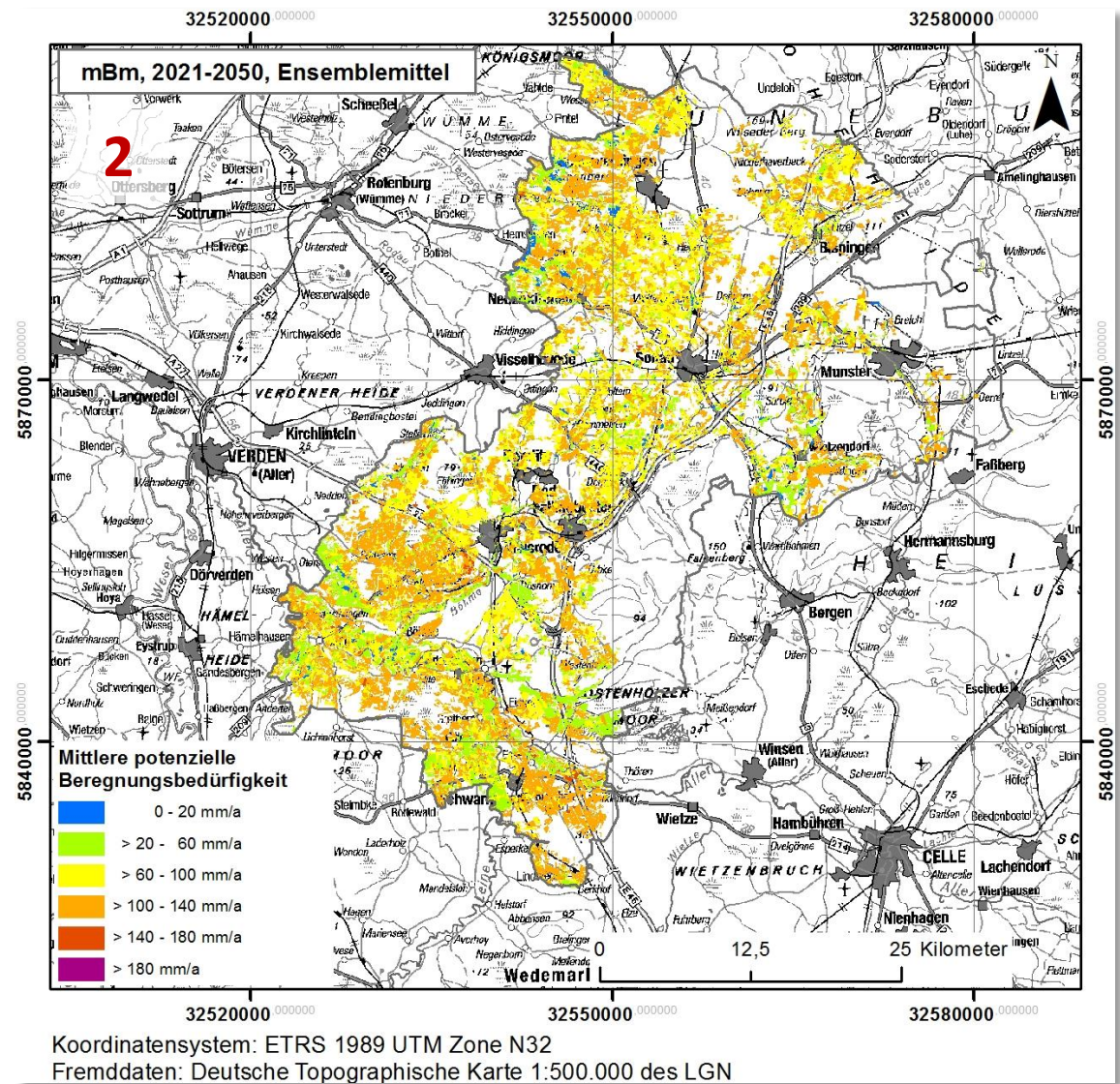
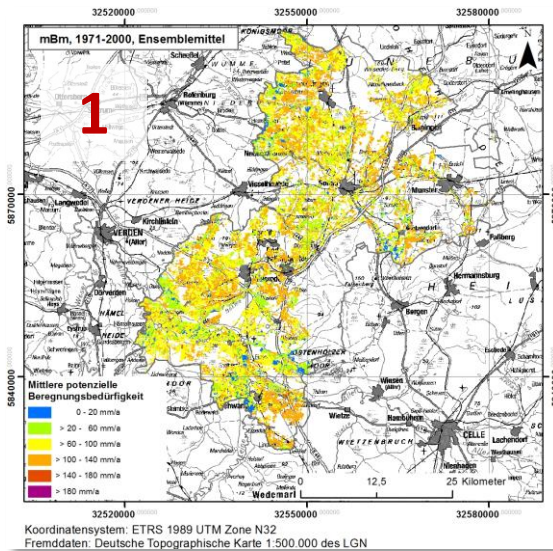


Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone N32

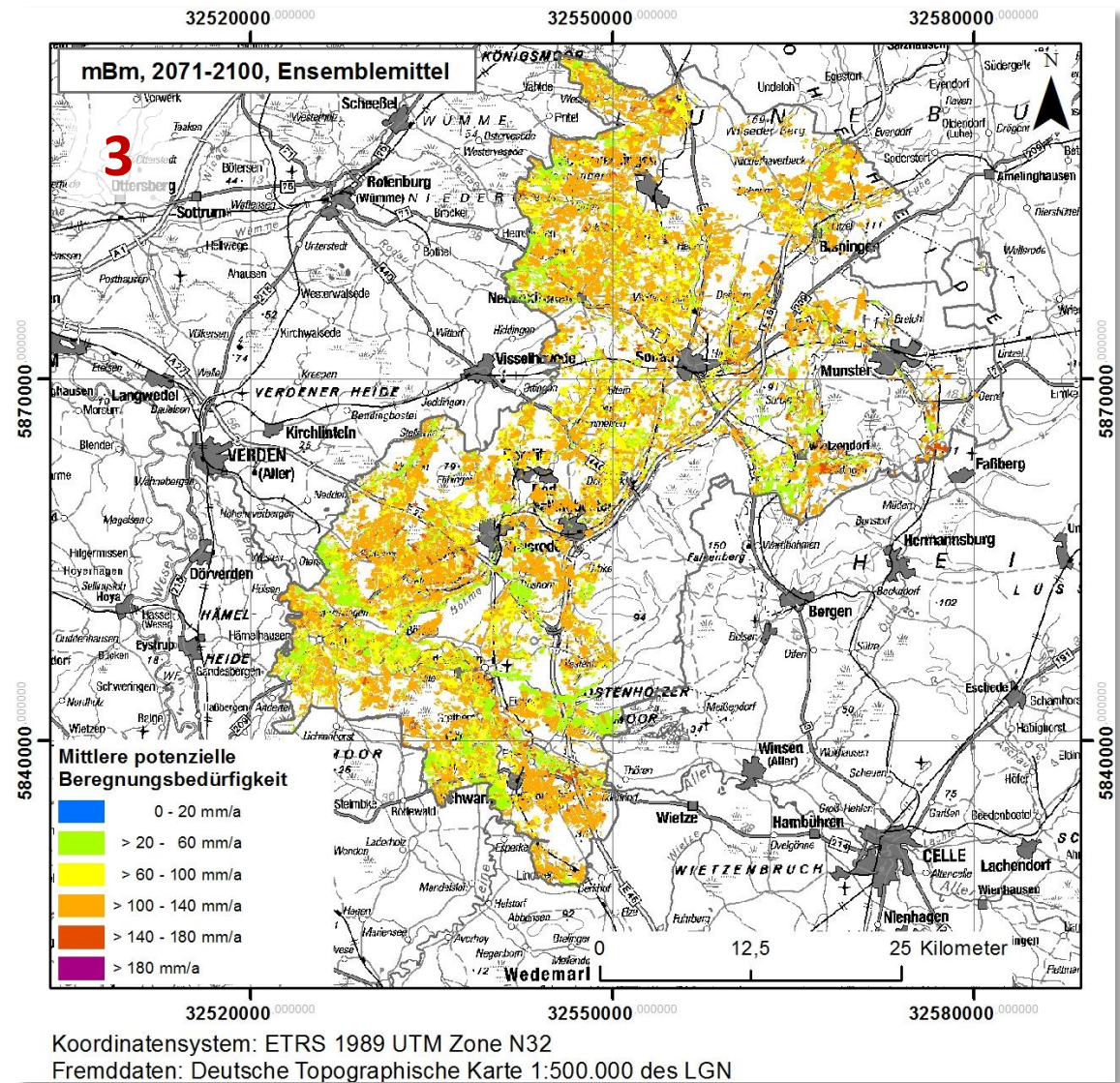
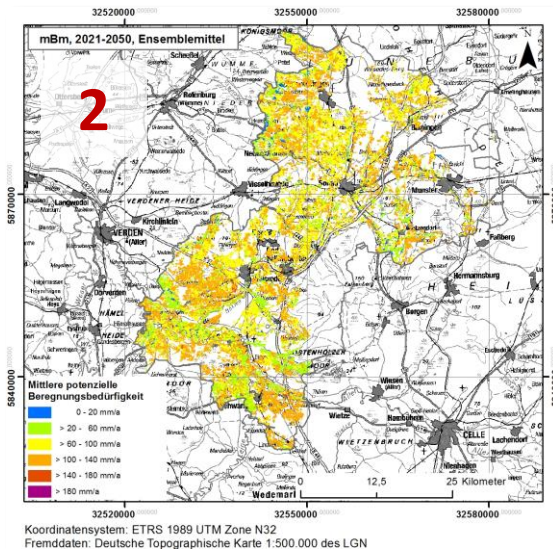
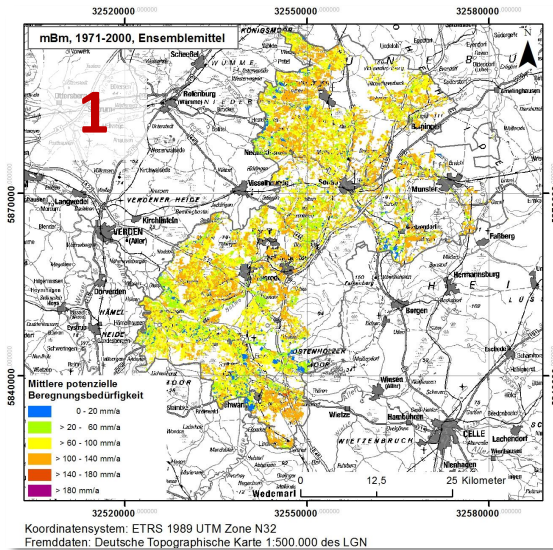
Fremddaten: Deutsche Topographische Karte 1:500.000 des LGN



Mittlere potenzielle Beregnungsbedürftigkeit



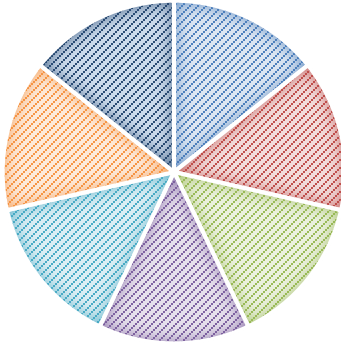
Mittlere potenzielle Beregnungsbedürftigkeit



Mittlere potenzielle Beregnungsbedürftigkeit

- Landkreis Heidekreis:

■ WW ■ WG ■ WGZ ■ SG ■ MA ■ KA ■ ZR



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

Zeitraum	mm
1971-2000	Ø 83
2021-2050	Ø 88 (67-107)
2071-2100	Ø 97 (73-110)

Ø + 17 % von 1971 bis 2100

Was zeigt dieses Ergebnis?

- Die aus 7 Fruchtarten gemittelte potenzielle Beregnungsbedürftigkeit als Landkreismittel.
- Das Ensemble zeigt einen Anstieg des Beregnungsbedarfs, der im Mittel von der Referenzperiode bis zur fernen Zukunft (2071-2100) +17% beträgt.



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 berechneten 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.

