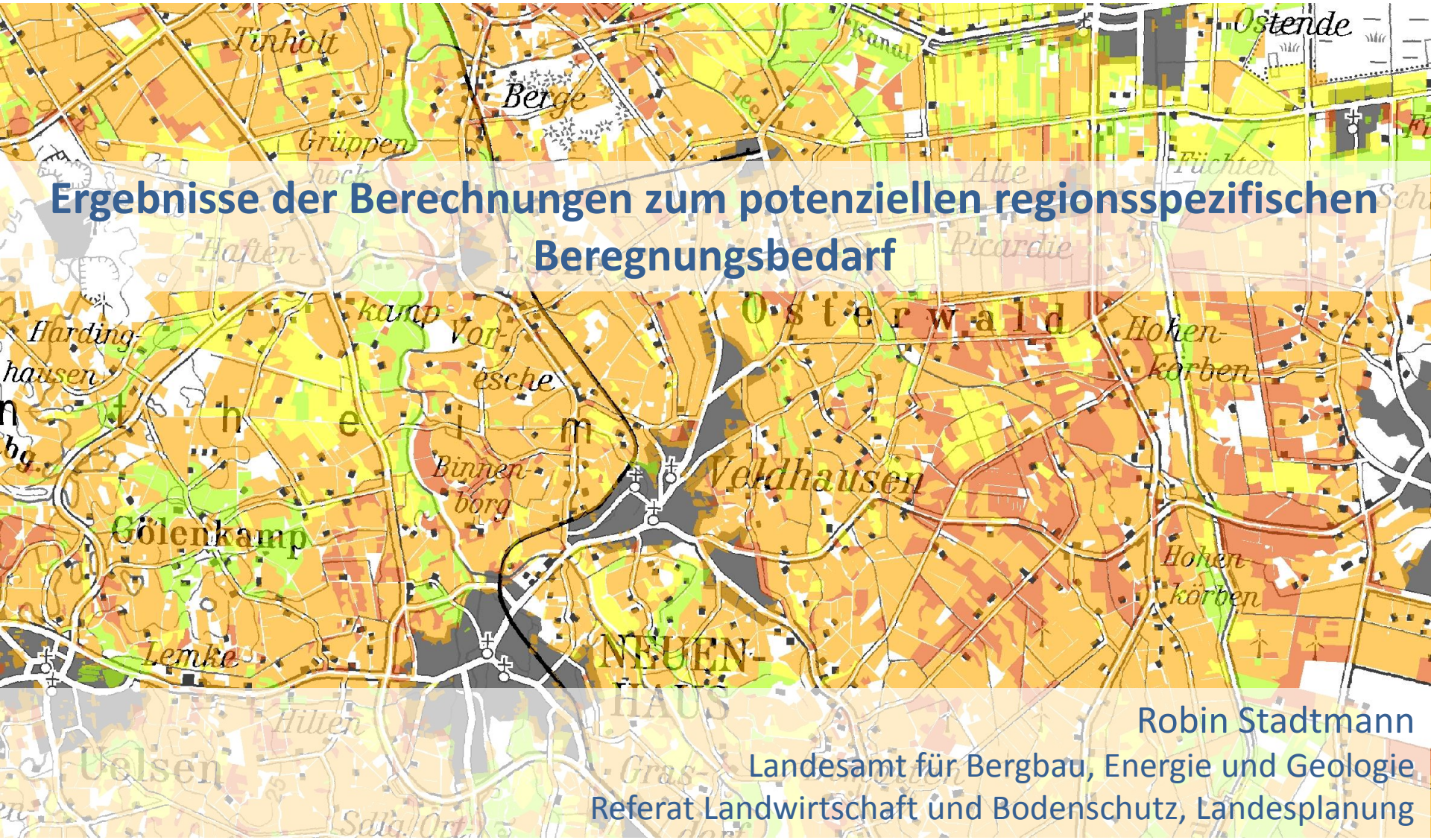


Ergebnisse der Berechnungen zum potenziellen regionsspezifischen Beregnungsbedarf

Robin Stadtmann
Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
Referat Landwirtschaft und Bodenschutz, Landesplanung

Leitfragen

- Klimawandel: Welche klimatischen Veränderungen sind in Niedersachsen zu erwarten? Wie ist der aktuelle Kenntnisstand?

- Nach welcher Methodik und mit welchen Daten wurden die Beregnungs-bedarfsprognosen beim LBEG erstellt?

- Welche Entwicklungen des potenziellen Beregnungsbedarfs sind im Landkreis Grafschaft Bentheim und dem Landkreis Emsland zu erwarten?

Aktueller Kenntnisstand

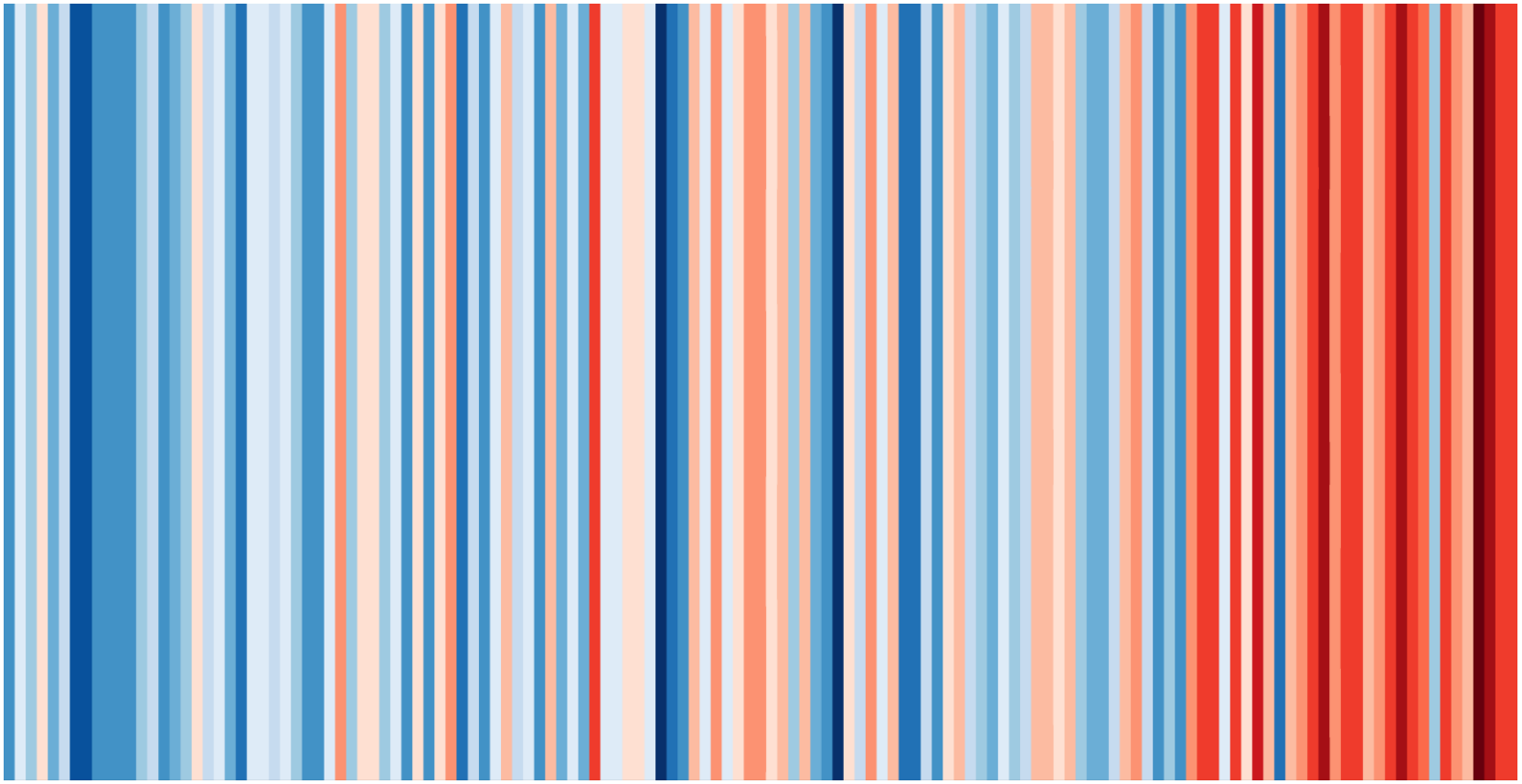
Welche klimatischen Veränderungen sind in Niedersachsen zu erwarten?

Als PDF herunterladen (klick)

DWD 2018
u.a. mit Beiträgen des LBEG

„Warming stripes“

1881 2017



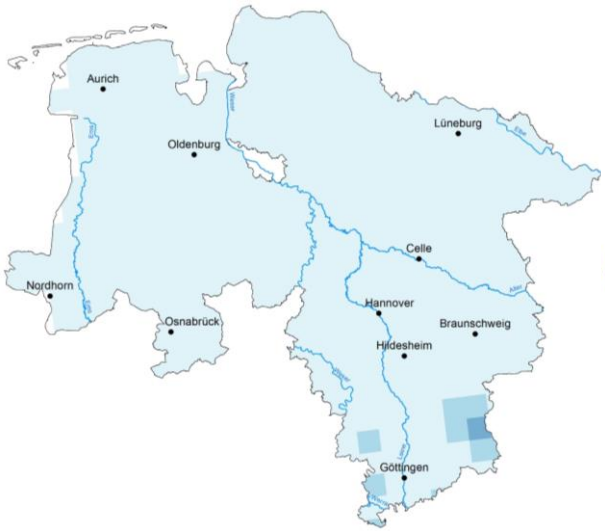
Die Streifen zeigen die Jahresmitteltemperaturen in Deutschland von 1881 (links) bis 2017 (rechts). Von Dunkelblau (6,6°C) bis Dunkelrot (10,3°C).

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

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

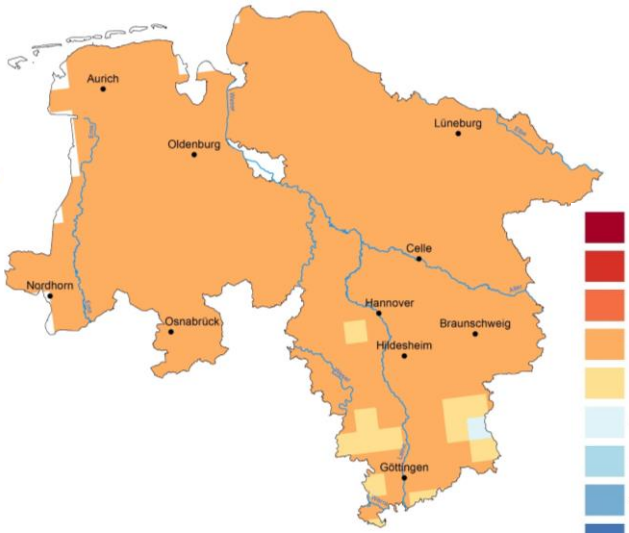


Gebietsmittel: 9,0 °C

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

DWD 2018

Niederschlag

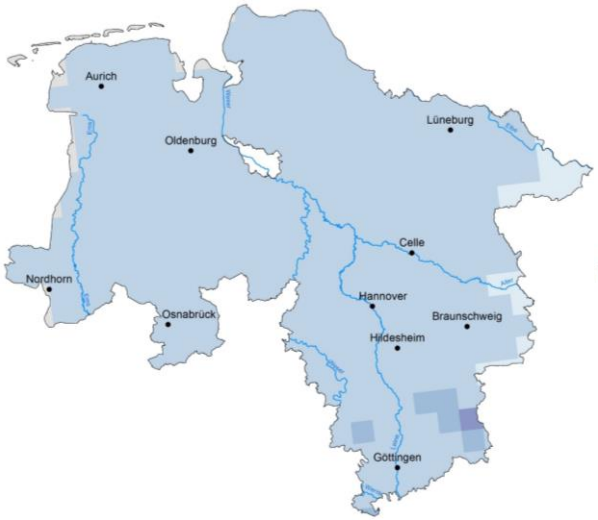
- Zunahme der Niederschläge um 15% seit 1881 (Anstieg in Herbst und Winter),
- Starkregenereignisse leicht angestiegen,
- kurzfristig keine wesentlichen Änderungen beim Niederschlag zu erwarten,
- langfristig wird leichter Anstieg des Jahresniederschlags erwartet (+8% im **Weiter-wie-bisher-Szenario**),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

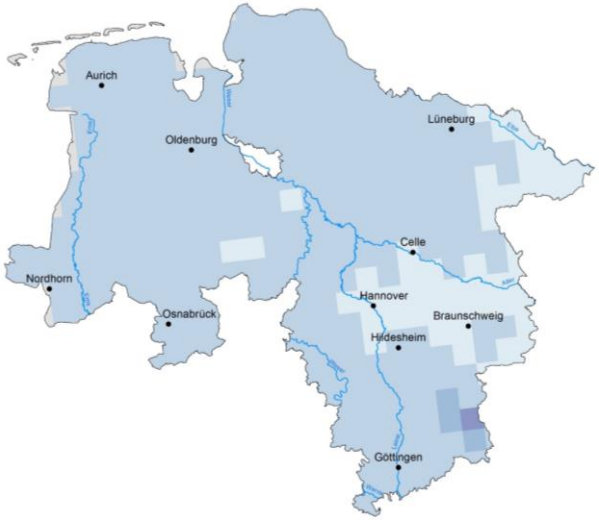
Klimatische Wasserbilanz im Sommer

1971-2000



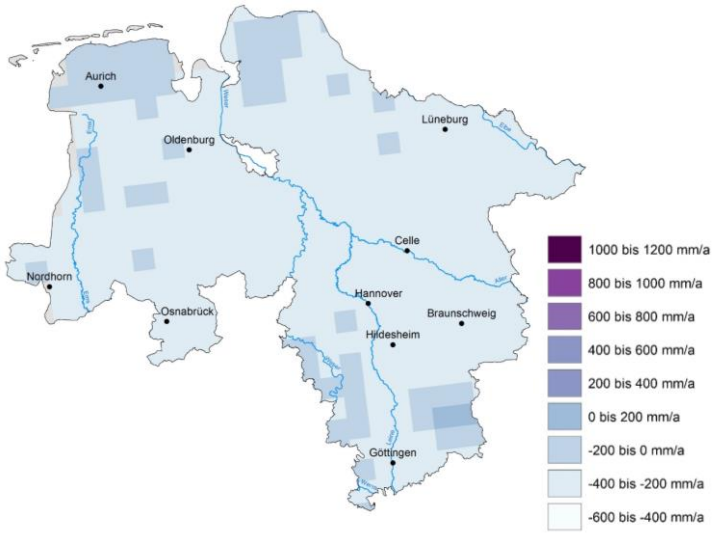
Gebietsmittel: -119 mm/a

2021-2050



Gebietsmittel: -150 mm/a
Bandbreite: -216 bis -74 mm/a

2071-2100



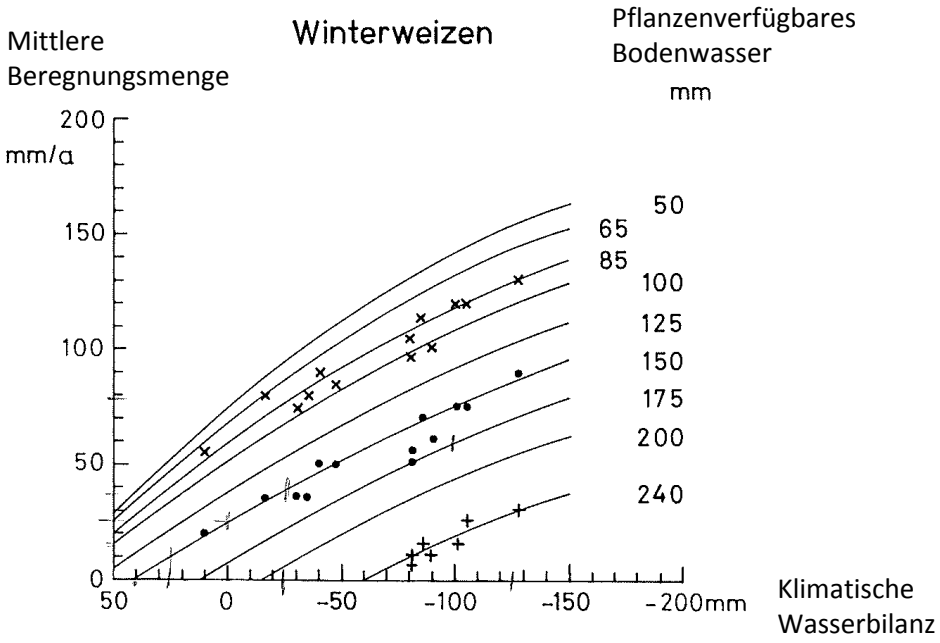
Gebietsmittel: -239 mm/a
Bandbreite: -339 bis -92 mm/a

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 RENGER & STREBEL (1982)

Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit – Fruchtarten

Getreide

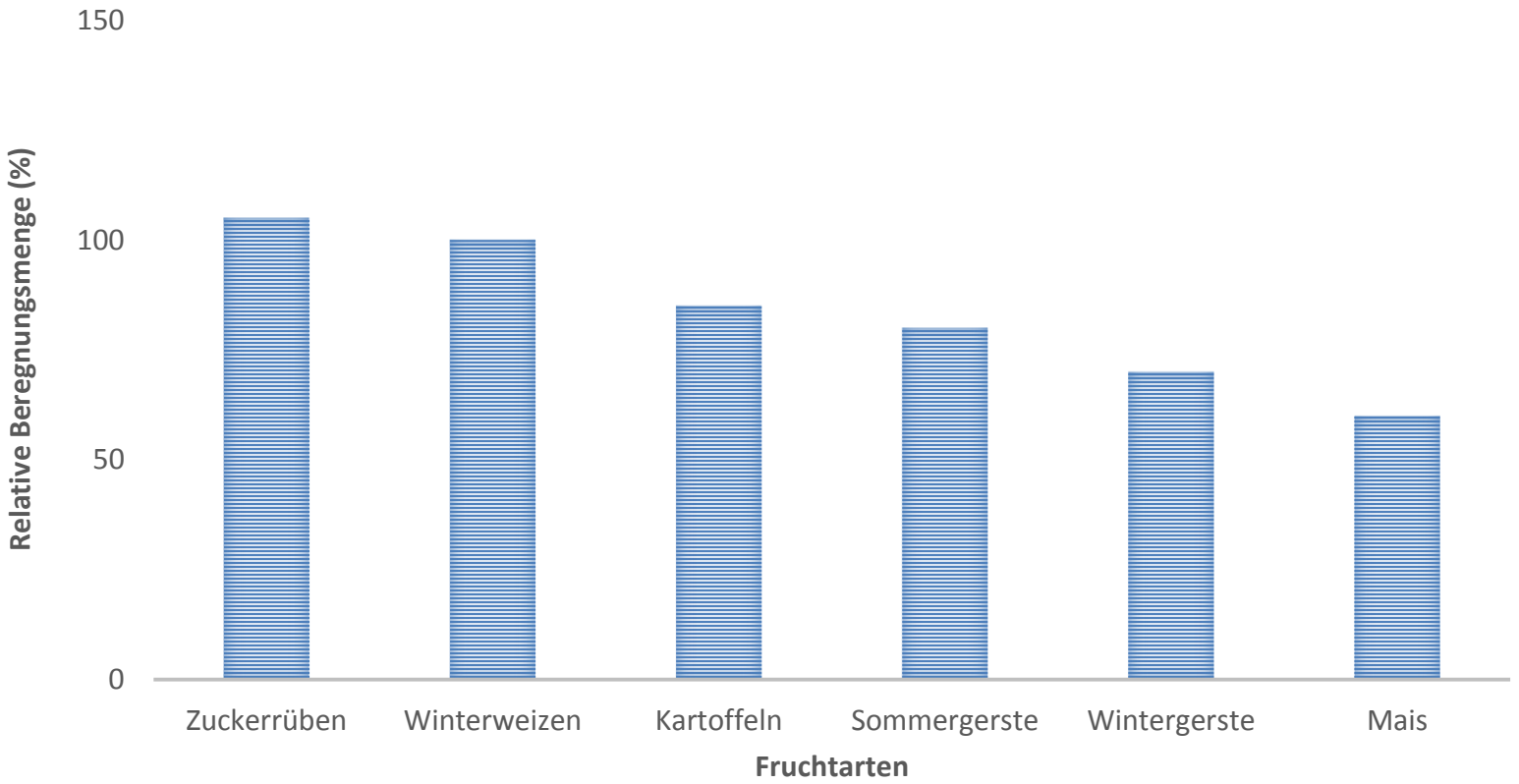
- Wintergerste mit Zwischenfrucht
- Winterweizen
- Wintergerste
- Sommergerste

- Triticale
- Roggen

Hackfrüchte

- Zuckerrüben
- Kartoffeln
- Mais

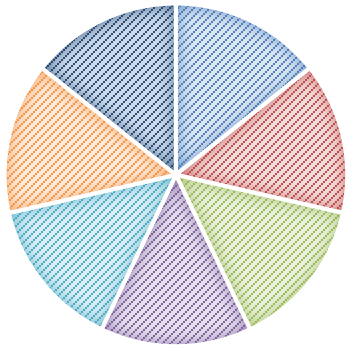
Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit – Fruchtarten



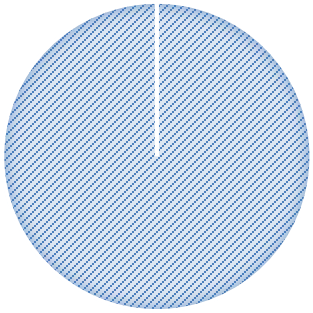
Relativer Vergleich ausgewählter Fruchtarten nach RENGER & STREBEL (1982), wobei Winterweizen = 100%.

Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit – Methoden

- 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.



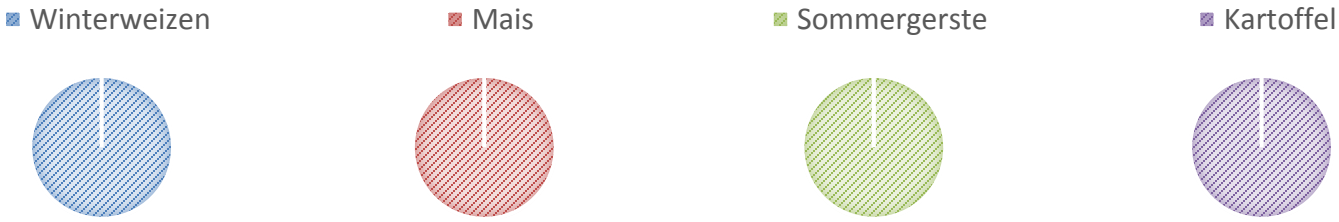
- fBm = fruchtspezifische Beregnungsmenge
  - Der potenzielle fruchtspezifische Beregnungsbedarf wird flächenhaft für eine der oben genannten Fruchtarten errechnet.



Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit – Methoden

- rBm = regionsspezifische Beregnungsmenge
  - Der potenzielle regionsspezifische Beregnungsbedarf wird mittels fBm und Agrarstatistik regionsbezogen errechnet.

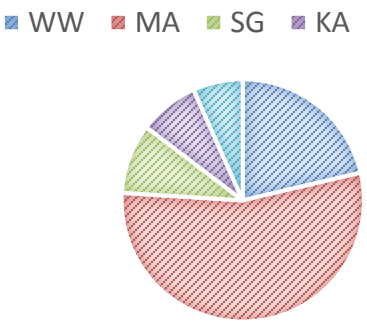
1) Separate Berechnung der gesamten Region mit je einer Fruchtart



weitere…..

2) Auswertung der realen Anteile der Fruchtarten im Berechnungsgebiet.

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

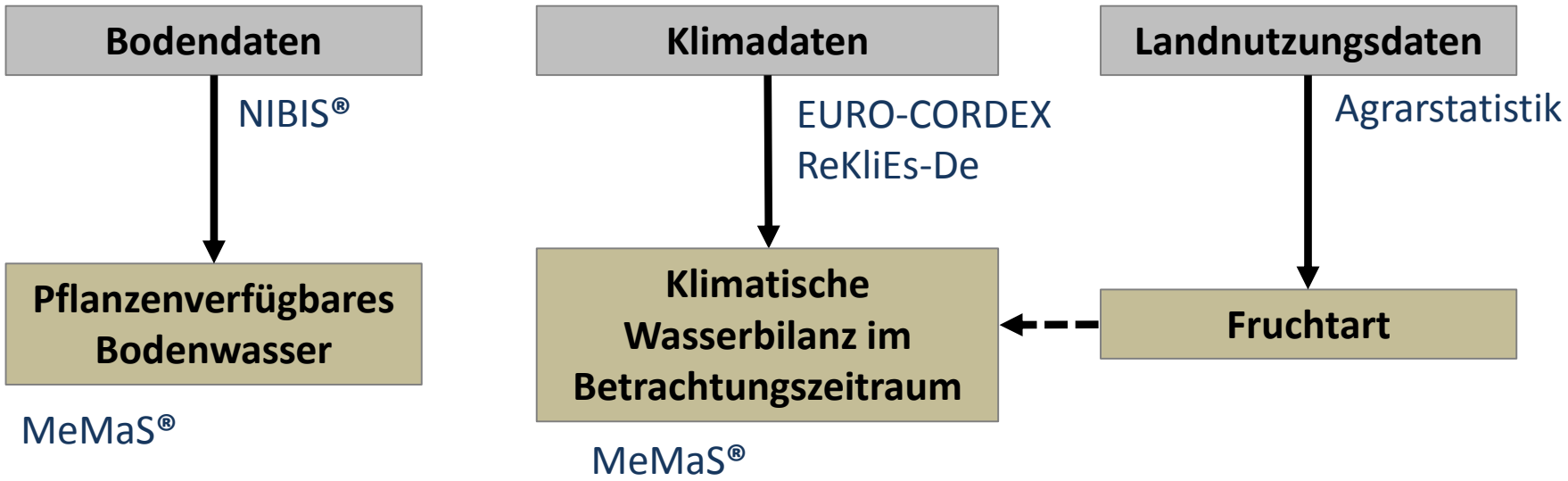


Methodik

Bodendaten	Klimadaten	Landnutzungsdaten
NIBIS®	EURO-CORDEX ReKliEs-De	Agrarstatistik

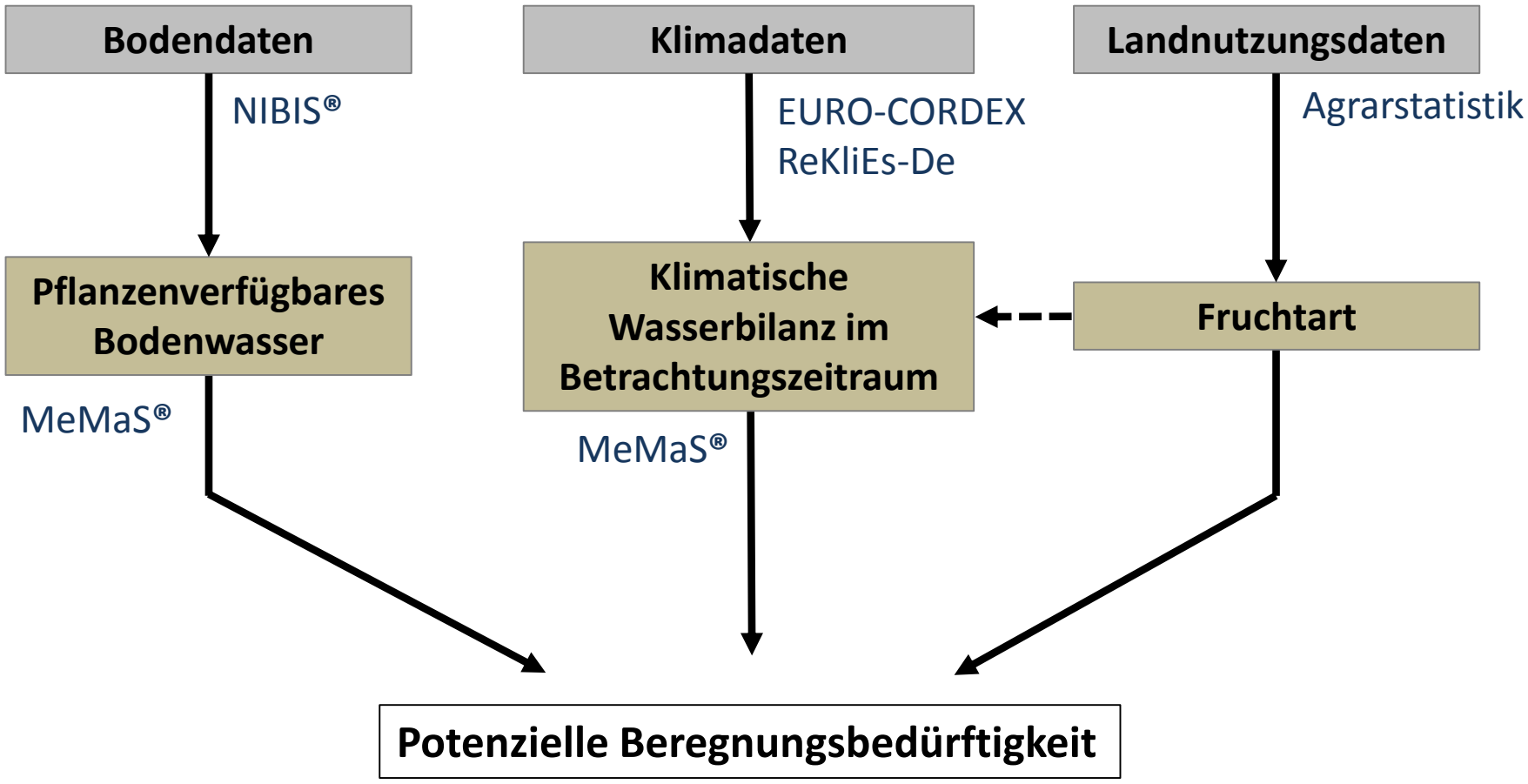
MÜLLER & WALDECK 2011, MÜLLER et al. 2012, ENGEL et al. 2017

Methodik



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

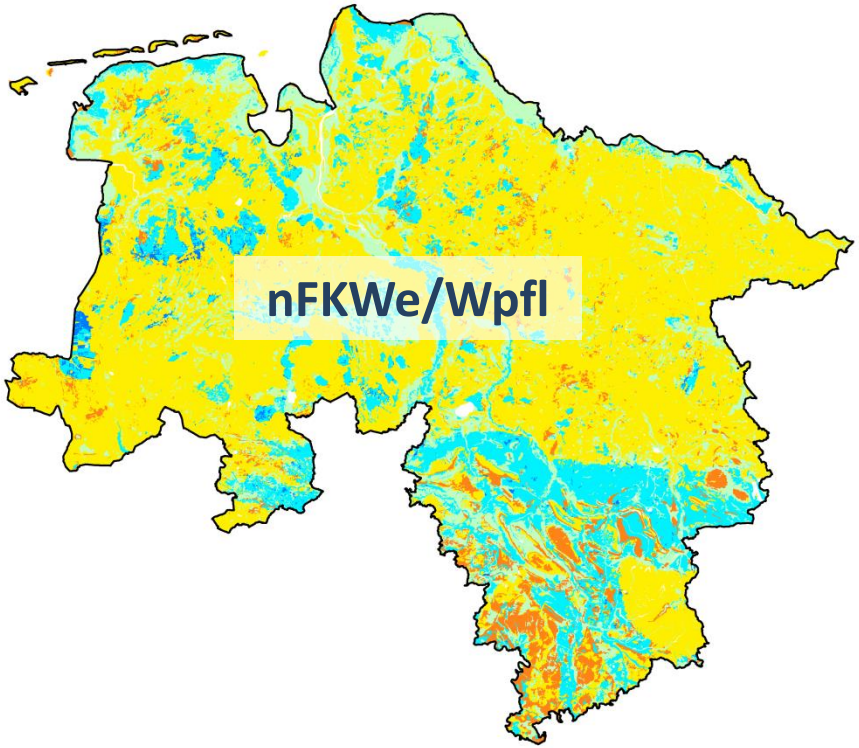
Methodik



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

Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit – Eingangsdaten

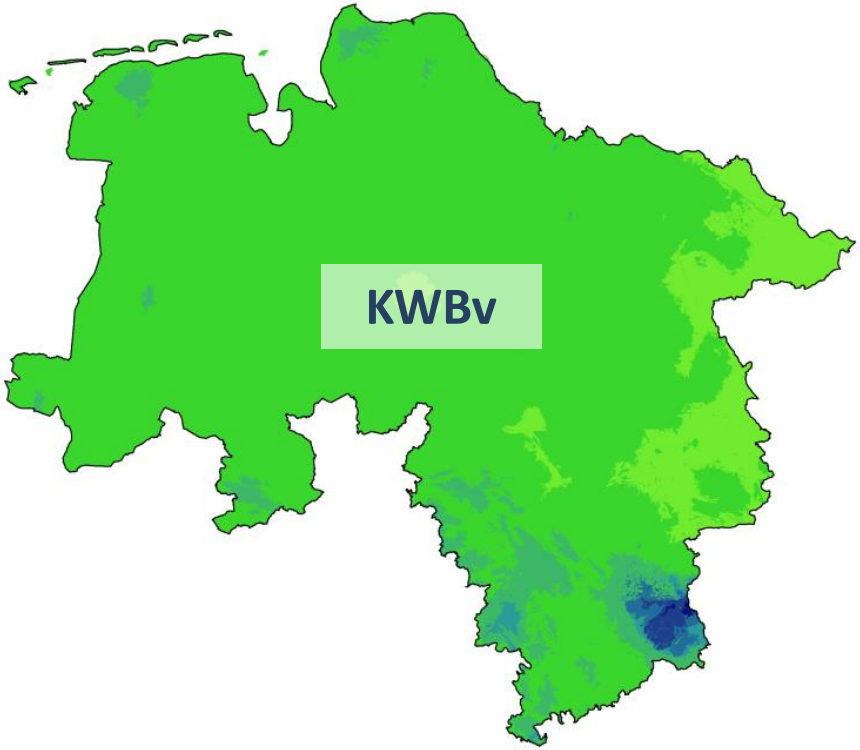
Bodendaten



Pflanzenverfügbares Bodenwasser

+

Klimadaten



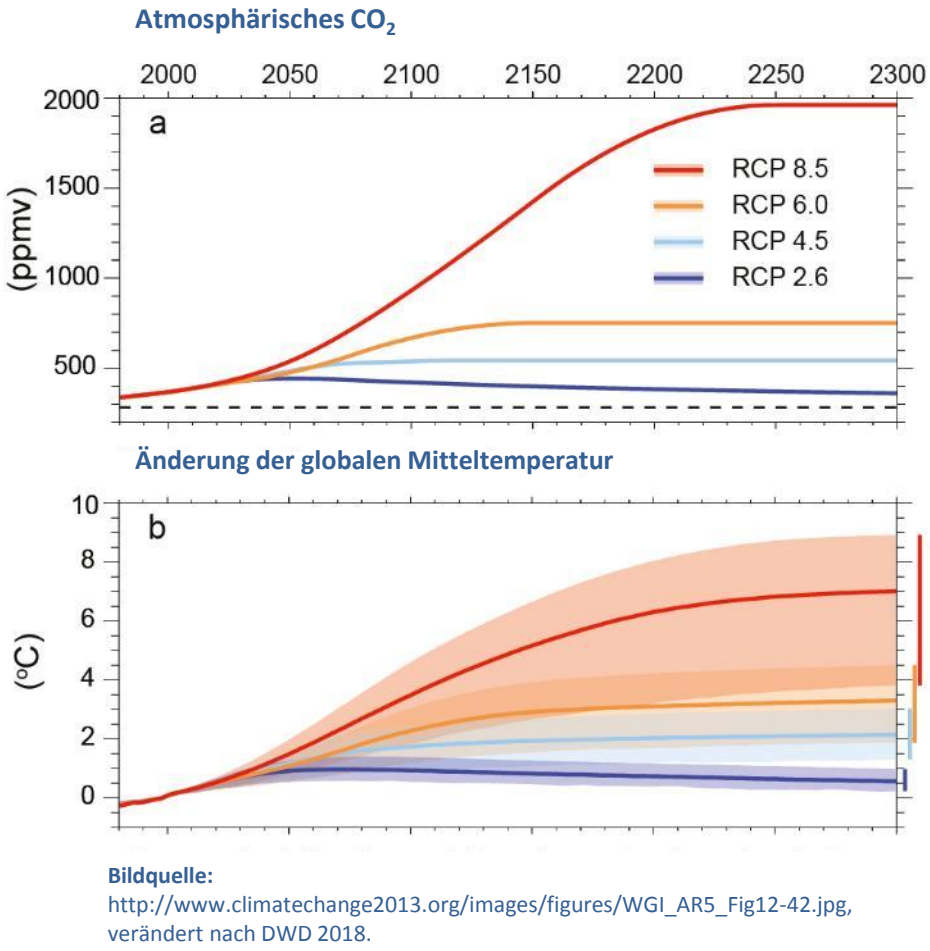
Klimatische Wasserbilanz der Vegetationsperiode

Klimaszenarien

Klimaszenarien basieren auf Annahmen

Bildquelle: DWD 2018

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

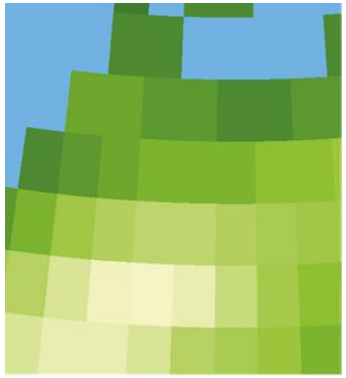


Bildquelle:
http://www.climatechange2013.org/images/figures/WGI_AR5_Fig12-42.jpg, verändert nach DWD 2018.

RCP = *Representative Concentration Pathway*

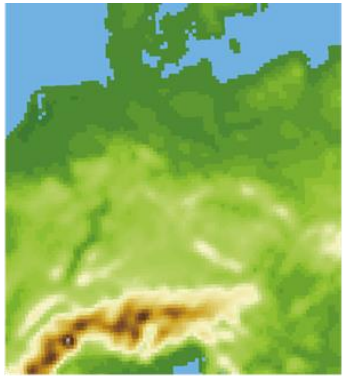
IPCC 2014, DWD 2018

Klimamodelle



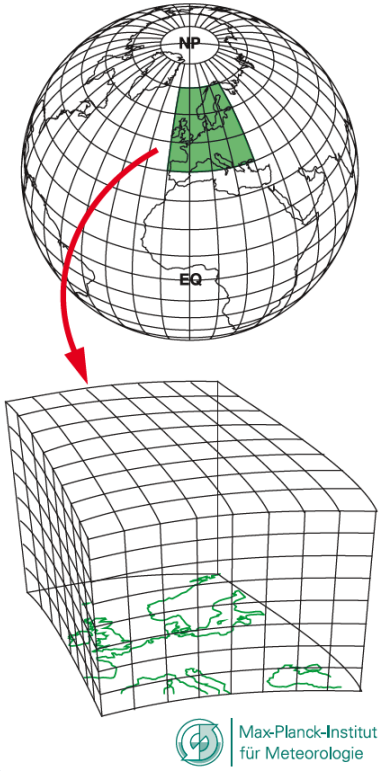
Globales Klimamodell
1,875°

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



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

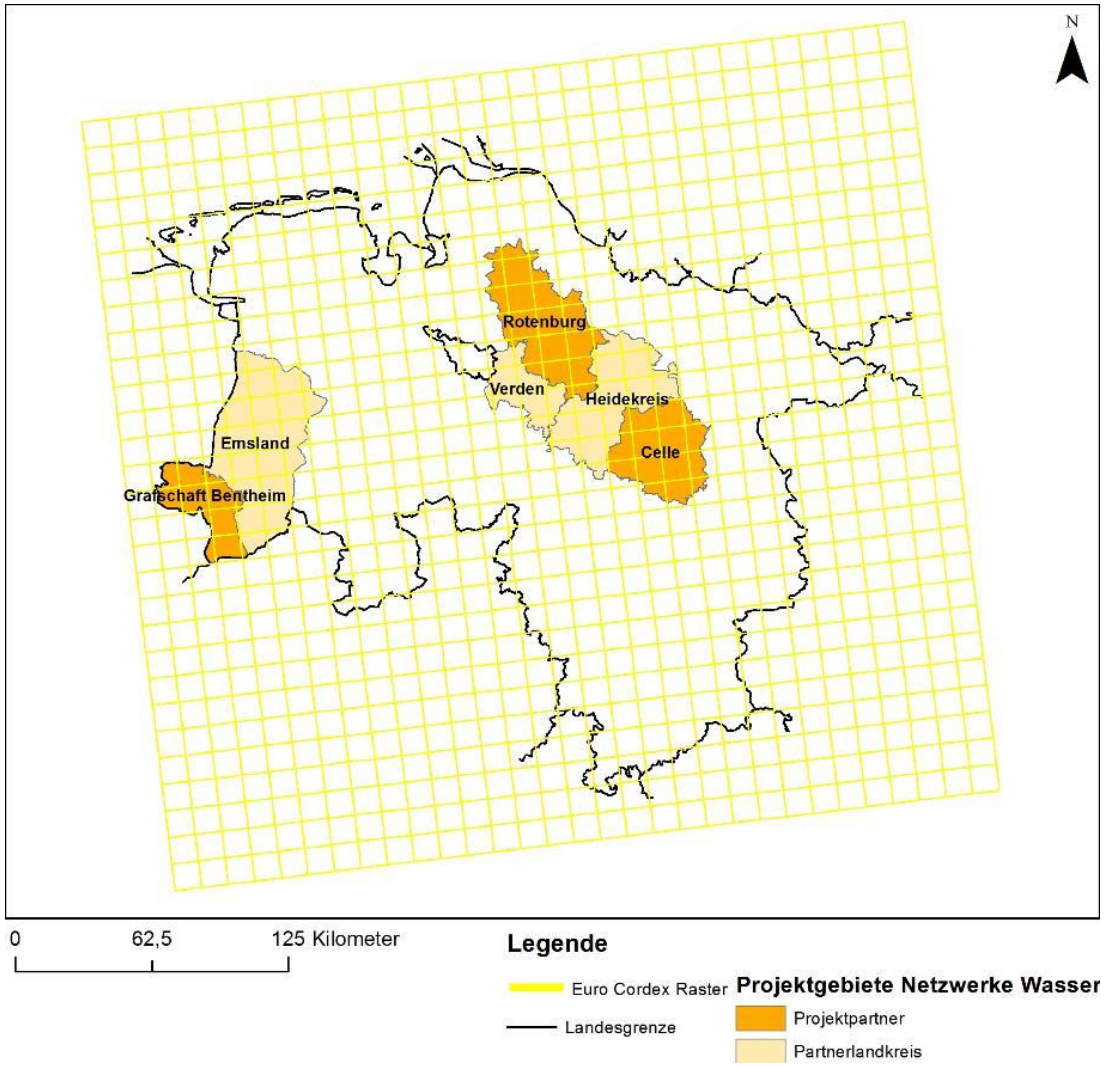
Unterschiedliche Modellgitterauflösungen (Quelle: Max-Planck-Institut für Meteorologie)

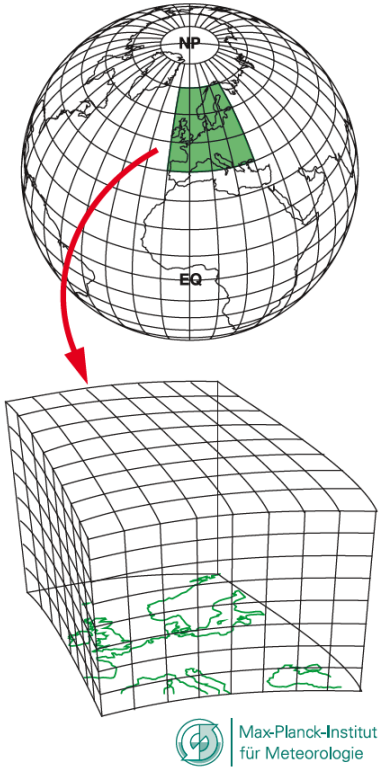


- Klimamodelle simulieren das Klima,
- Regionale Klimamodelle (RCM) verfeinern Globale Klimamodelle (GCM),
- Globale Klimamodelle treiben die Regionalen Klimamodelle an,
- daraus resultieren GCM-RCM-Kombinationen.

KEUP-THIEL et al. 2012

Klimamodelle





Klimaprojektionen

- Modelle können genutzt werden, um basierend auf den Szenarioannahmen einen möglichen Klimawandel zu berechnen (= **Projektion**).

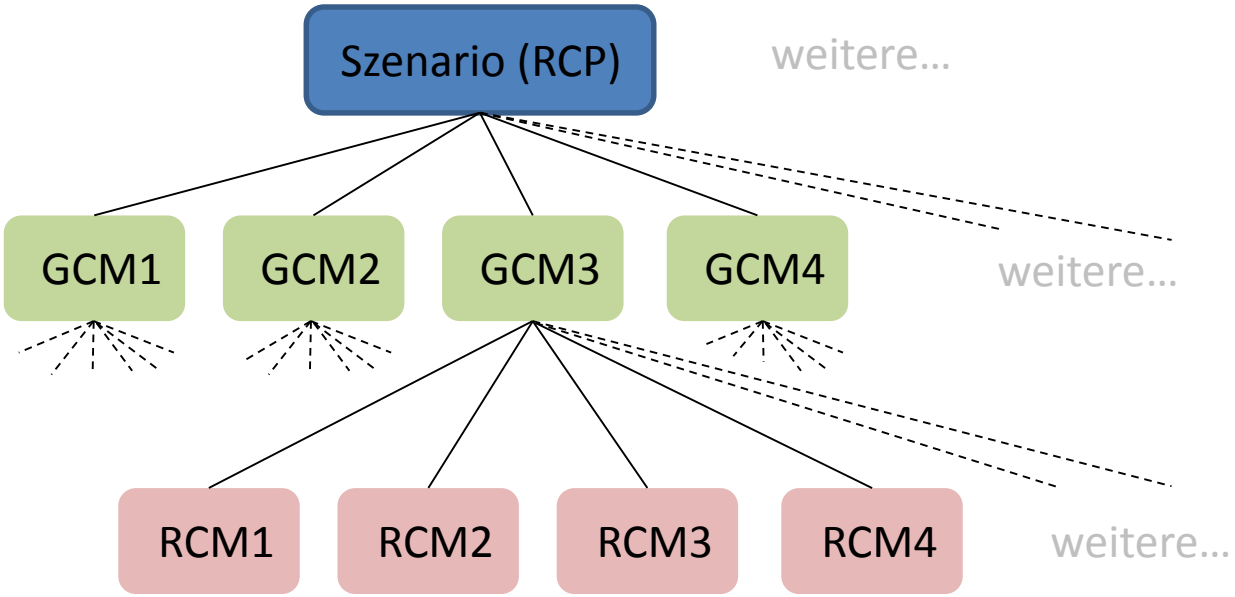
- Projektion: Eine Klimaprojektion ist **keine Vorhersage**, sondern eine „was-wäre-wenn“ Rechnung basierend auf den Annahmen der Szenarien.

- Eine Gruppe von Klimaprojektionen wird als **Klimamodellensemble** oder Multimodellensemble bezeichnet.

DWD 2018

Klimamodellensemble

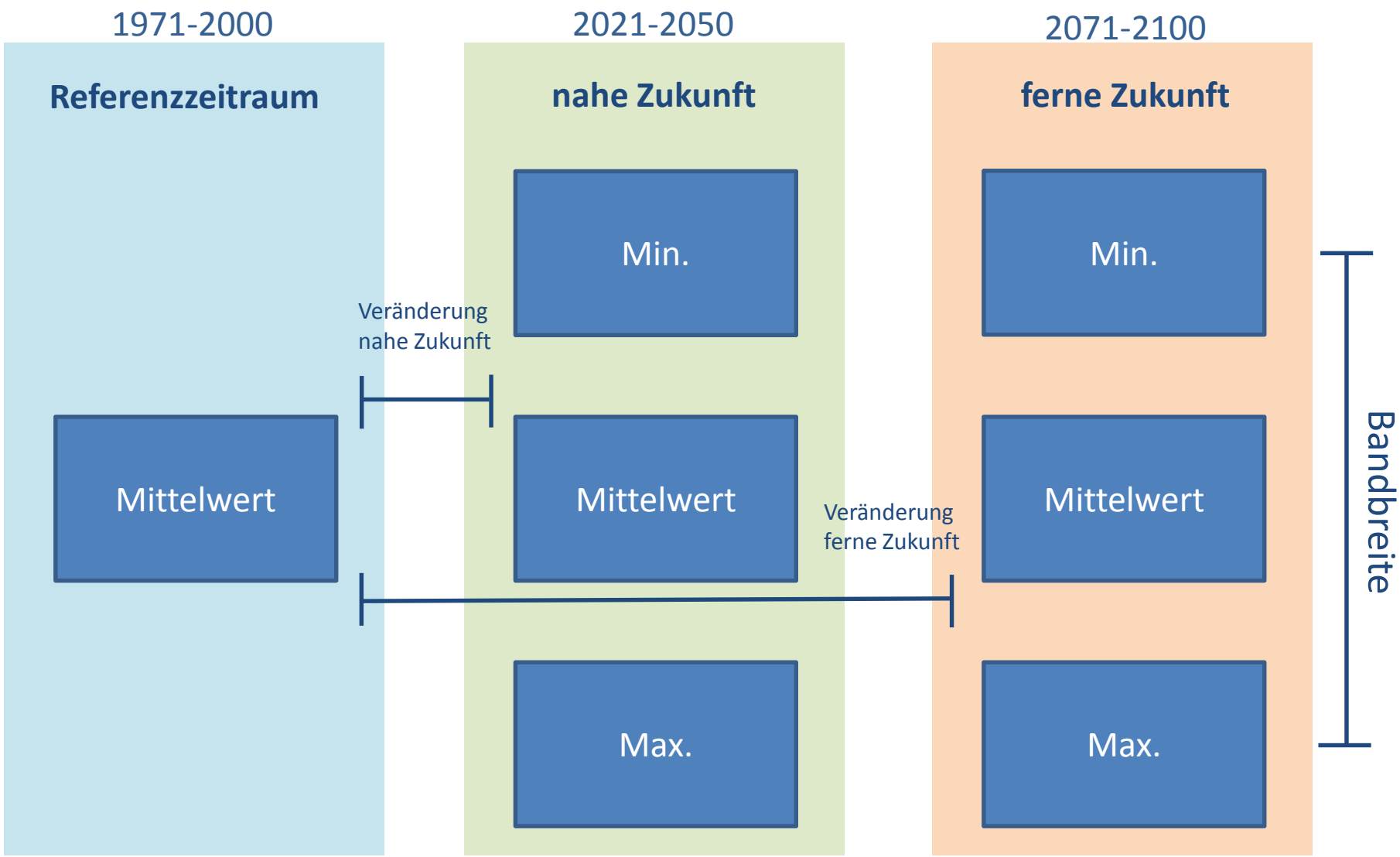
Szenarien x Globale Modelle x Regionale Modelle (x Zeiträume)



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

Auswahl von **37 Varianten** (Ensemble) für Deutschland durch den DWD

Rücksprache mit DWD (Qualitäts-kontrolle)

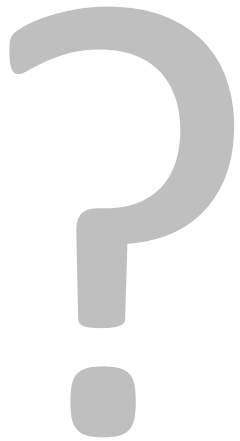
Projekte:
EURO-CORDEX
ReKliEs-De

Ensemblereduktion auf **9** Varianten für Niedersachsen

- kein signifikanter Informations-verlust,
- Reduktion der Datenmengen, Rechenzeit und Arbeitsaufwand

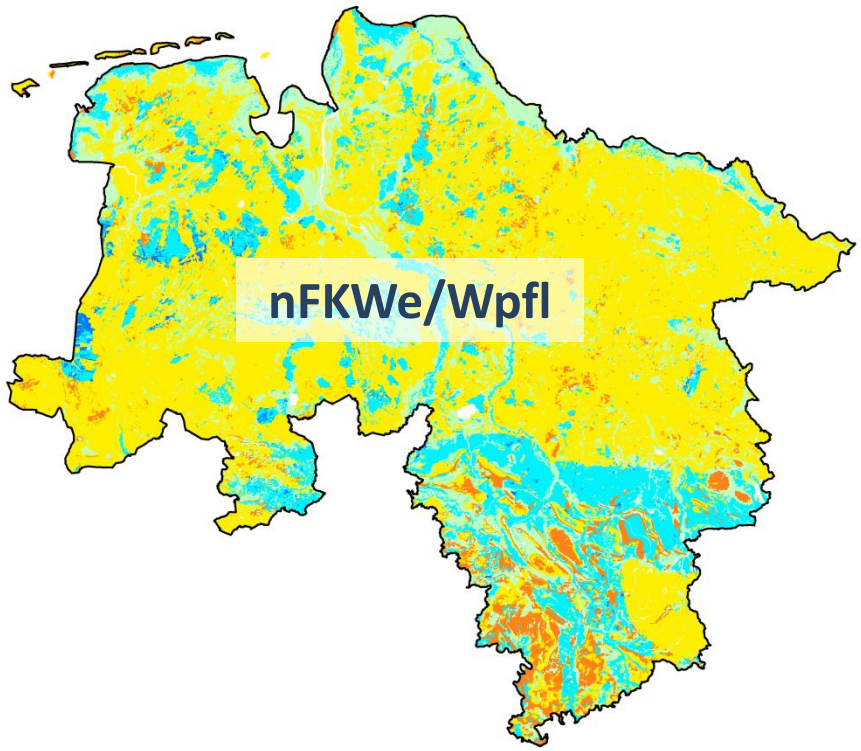
BIAS-Korrektur der Modellergebnisse mit Messdaten

Fragen?



Potenzielle Beregnungsbedürftigkeit – Eingangsdaten

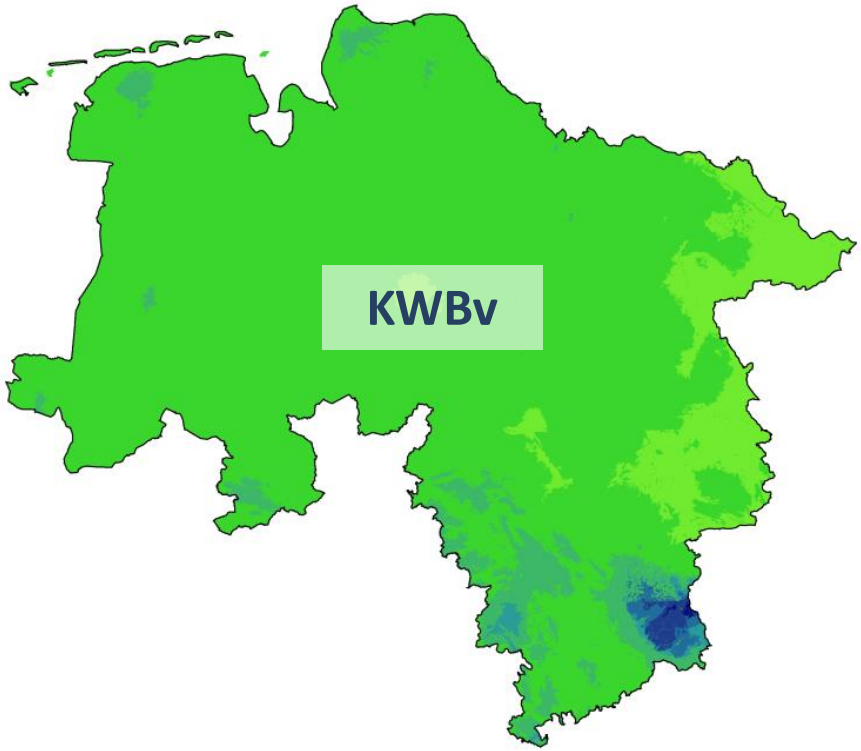
Bodendaten



Pflanzenverfügbares Bodenwasser

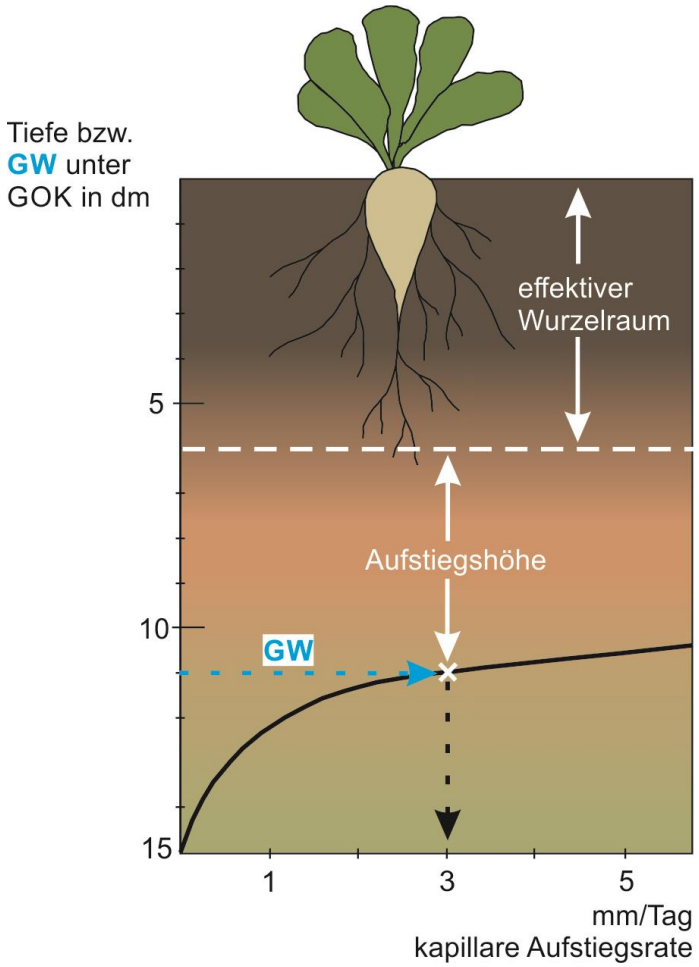
+

Klimadaten



Klimatische Wasserbilanz der Vegetationsperiode

Kennwerte des Bodenwasserhaushaltes



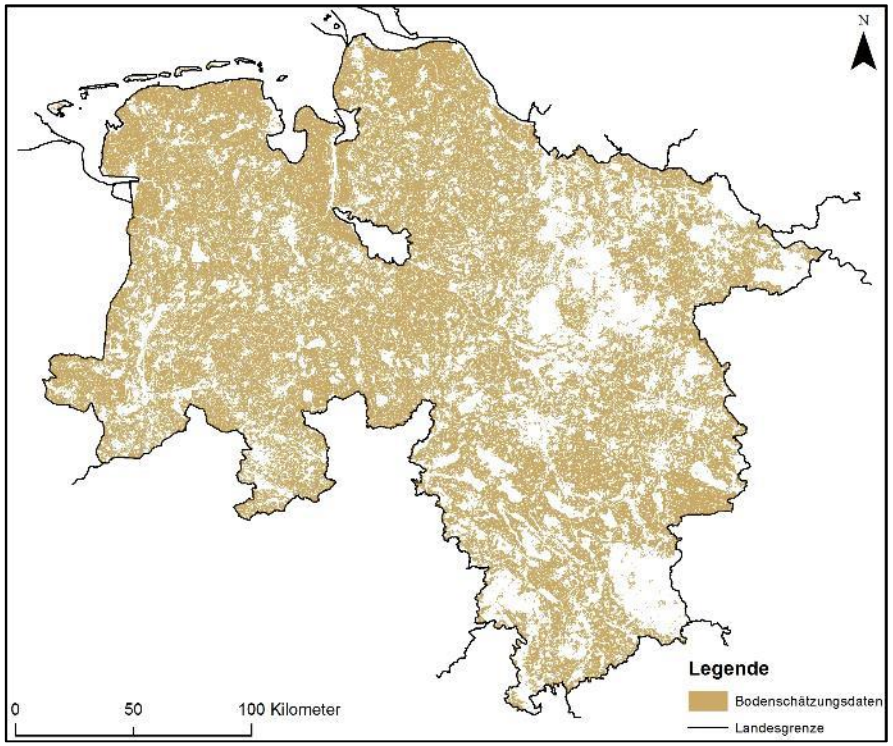
- Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFKWe),
- Grundwassereinfluss kann Wasserversorgung der Pflanze verbessern oder sicherstellen,
- Beregnungsbedarf wird dadurch gemindert,
- Berechnung von kapillarem Aufstieg (KA) während der Vegetationsperiode.
- nFKWe und KA (falls vorhanden) bilden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

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

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

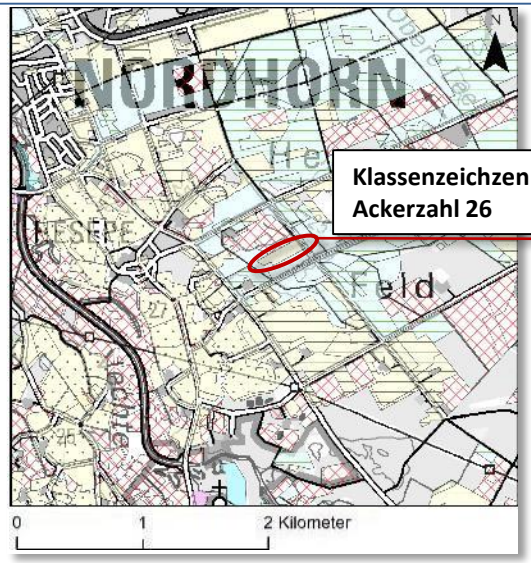
Bodenschätzungsdaten

Übersetzung der Bodenschätzungsdaten

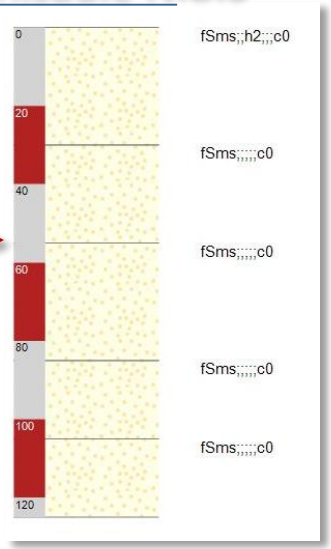
Stichprobenhafte Überprüfung

Ergänzung des zweiten Profilmeters und der Grundwasserstände

Ableitung der Kennwerte für den Bodenwasserhaushalt



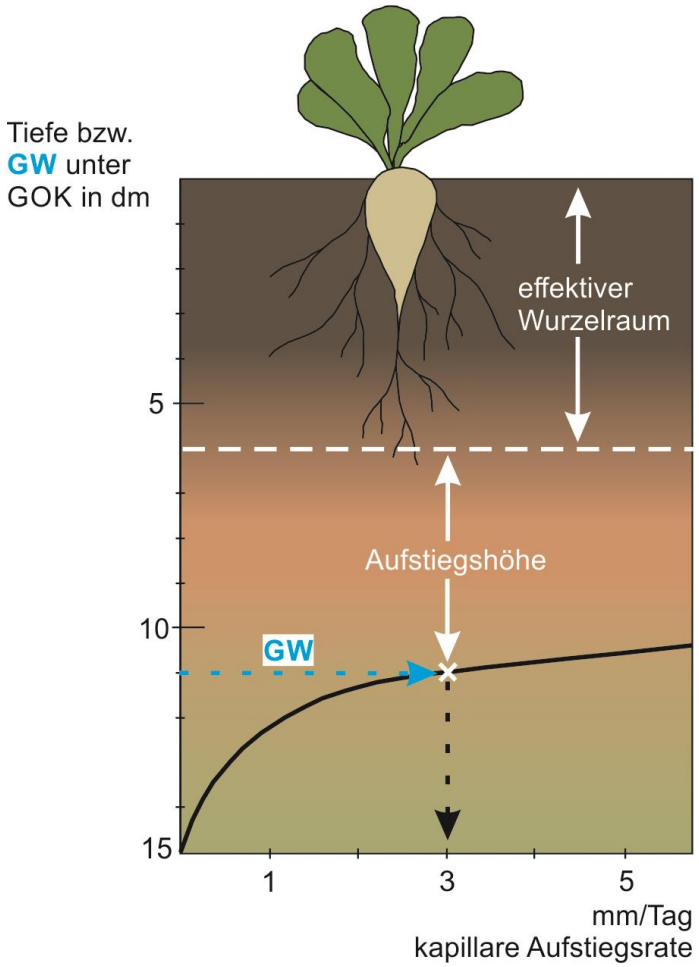
Profilsäule NIBIS®



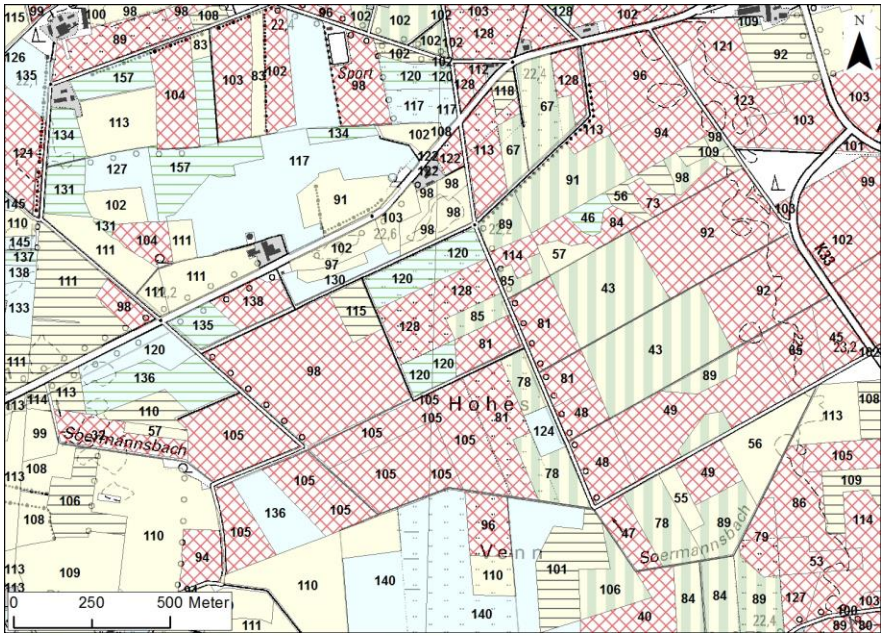
Informationen aus BK50

Korrektur von Kennwerten zu Sonderstandorten wie Sandmischkulturen

Kennwerte des Bodenwasserhaushaltes



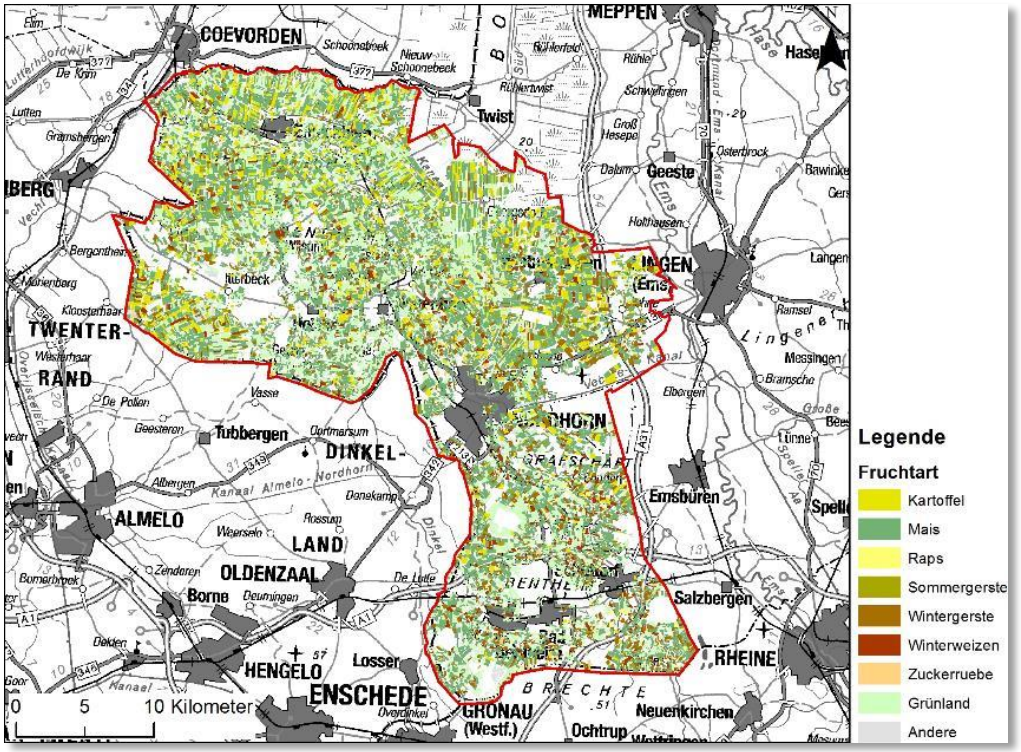
- Für über 37000 (Grafschaft Bentheim) bzw. ca. 88000 (Emsland) Profile wurden Kennwerte abgeleitet,
- jeder landwirtschaftlich genutzten Fläche kann so ein individueller potenzieller Beregnungsbedarfswert zugewiesen werden.



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 Grafschaft Bentheim.

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

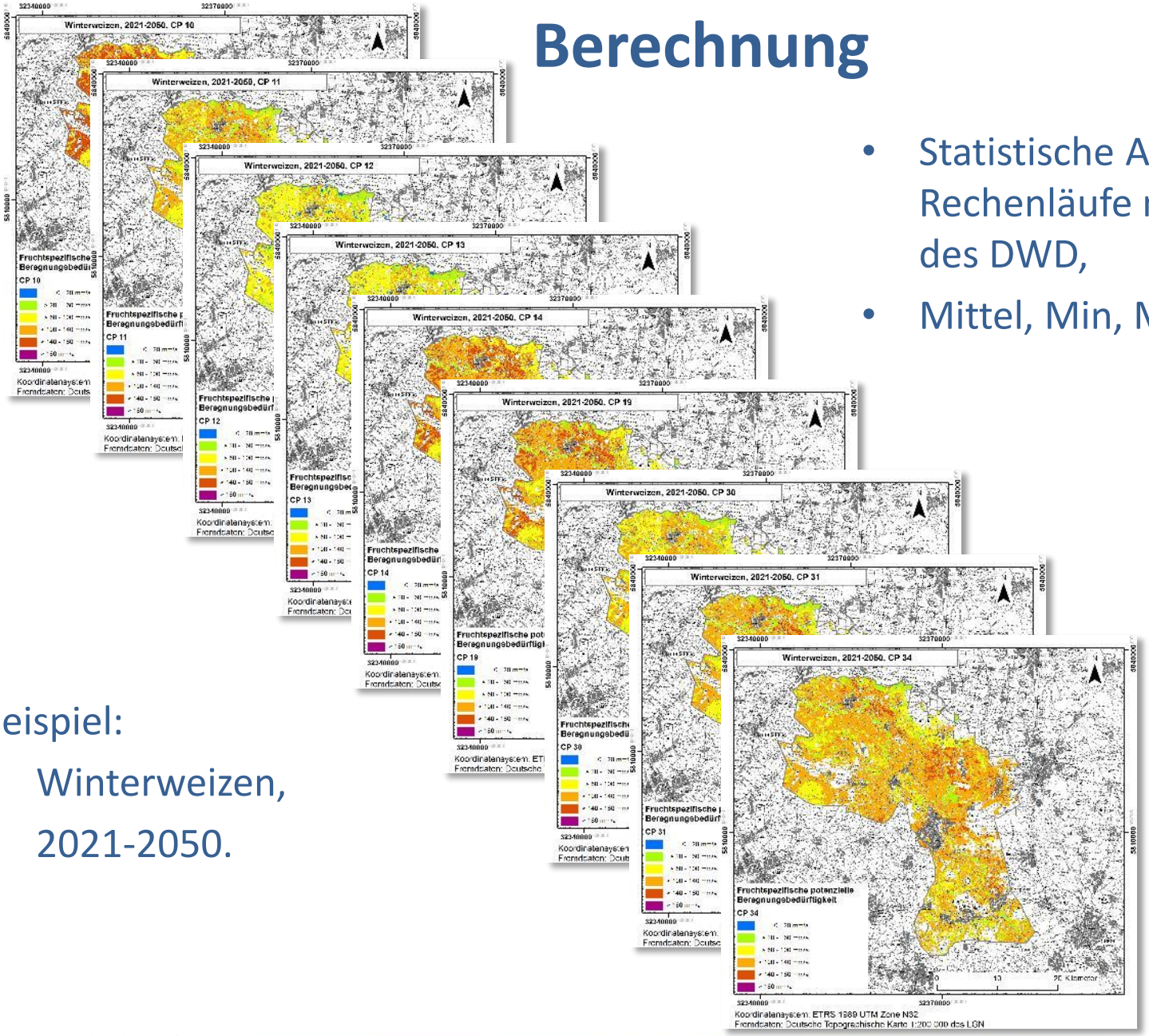
3 Zeiträume

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

=

Über 200 Rechenläufe für die Grafschaft Bentheim

Berechnung

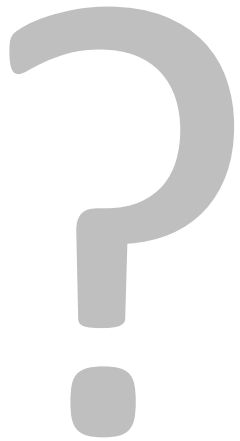


- Statistische Auswertung der Rechenläufe nach Vorgaben des DWD,
- Mittel, Min, Max.

Beispiel:

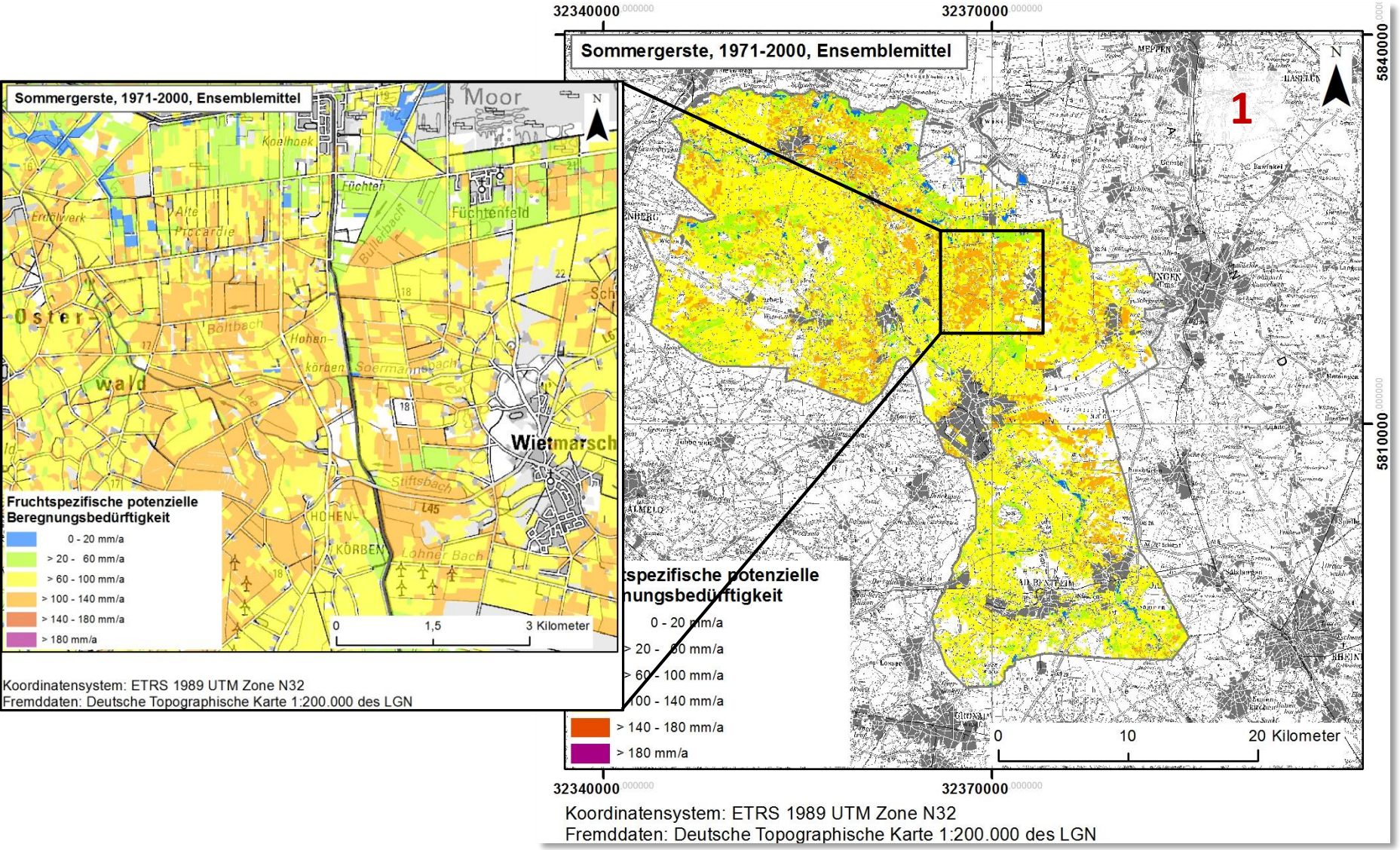
- Winterweizen,
- 2021-2050.

Fragen?

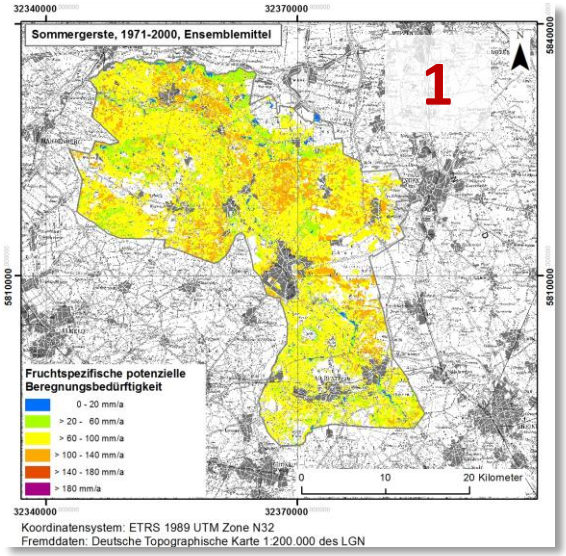


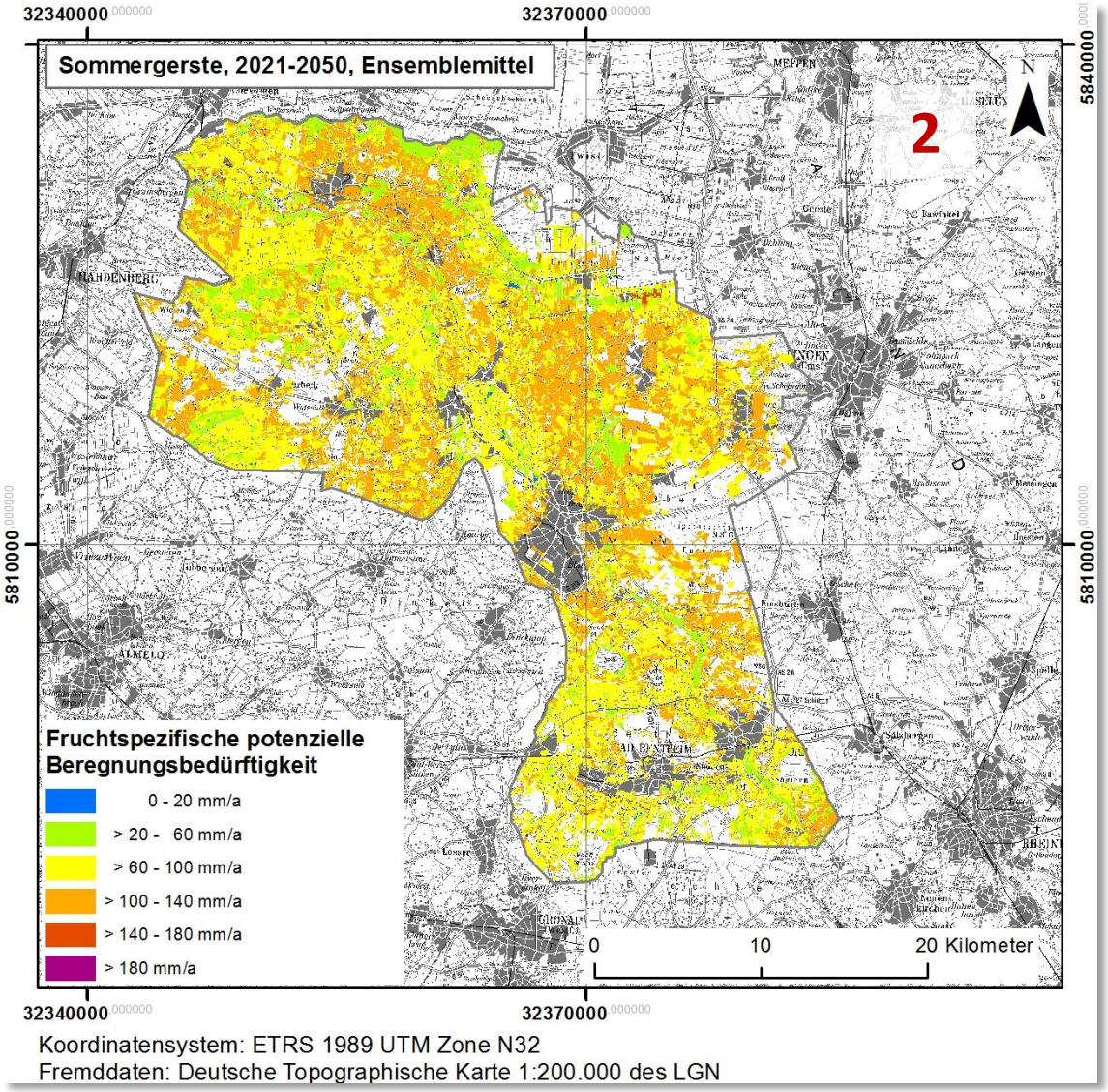
Landkreis Grafschaft Bentheim

Ergebnisse: Entwicklung Sommergerste im Mittel

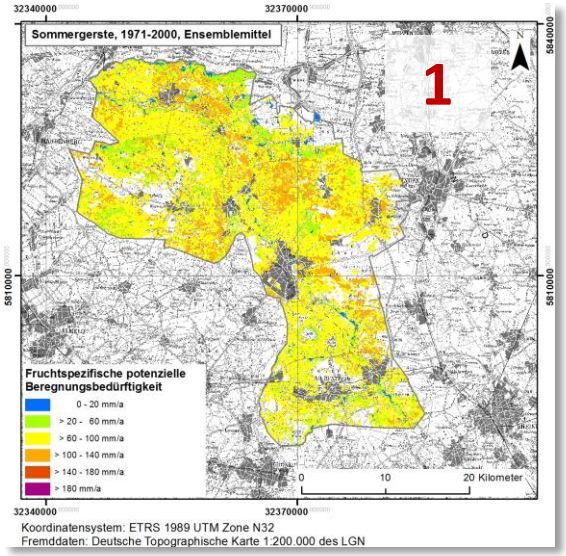


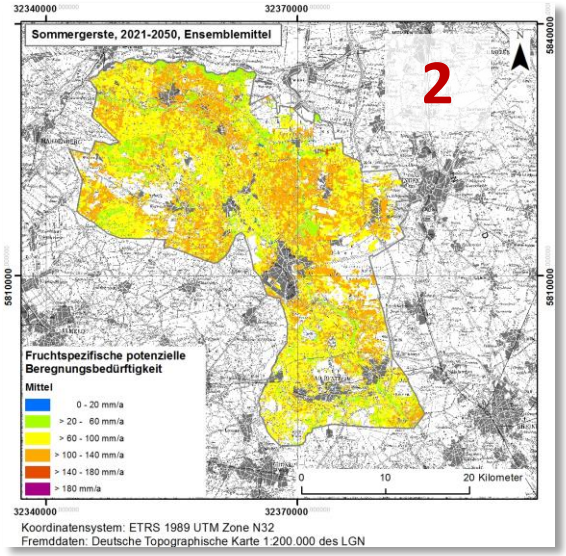
Ergebnisse: Entwicklung Sommergerste im Mittel

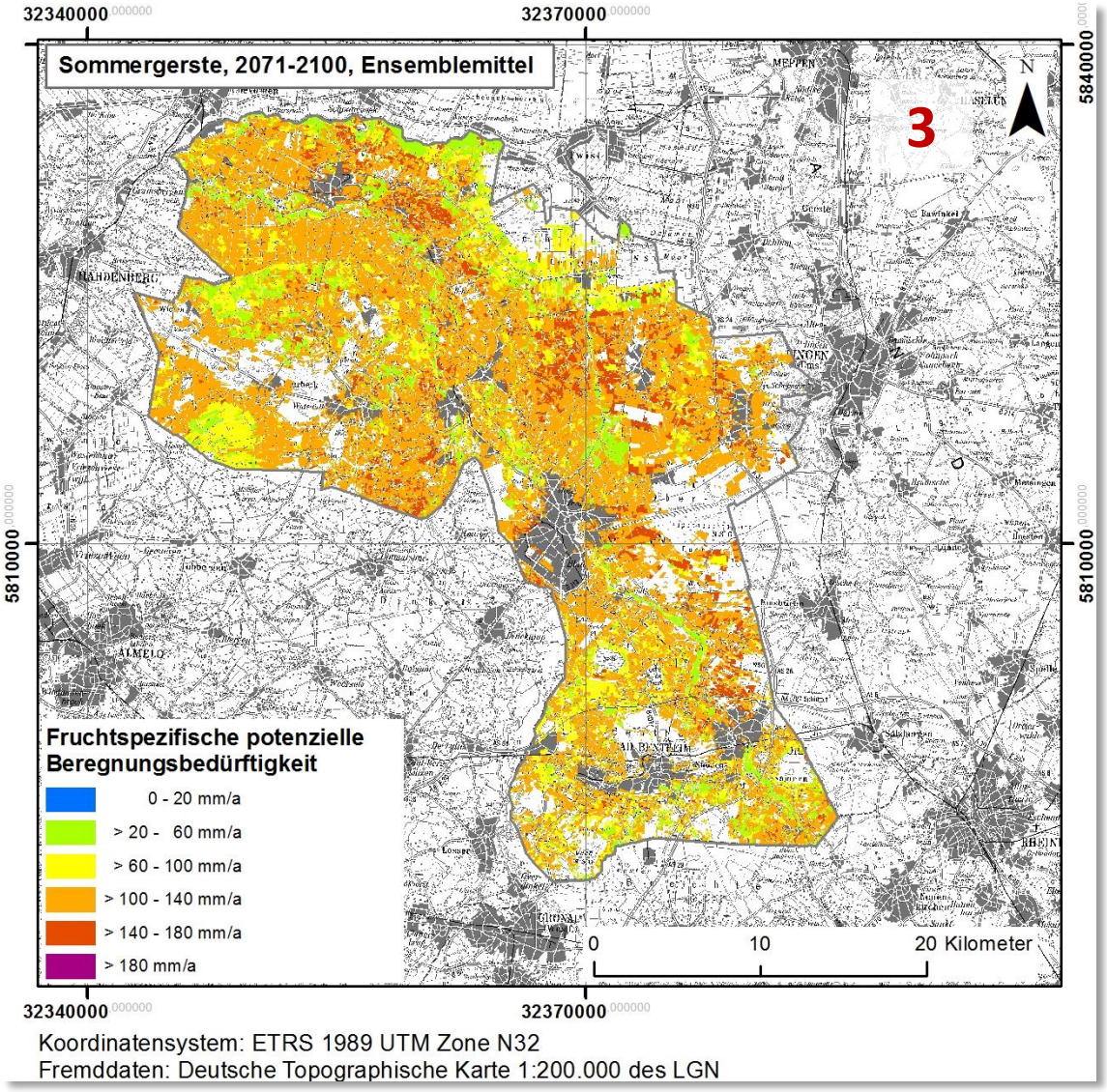




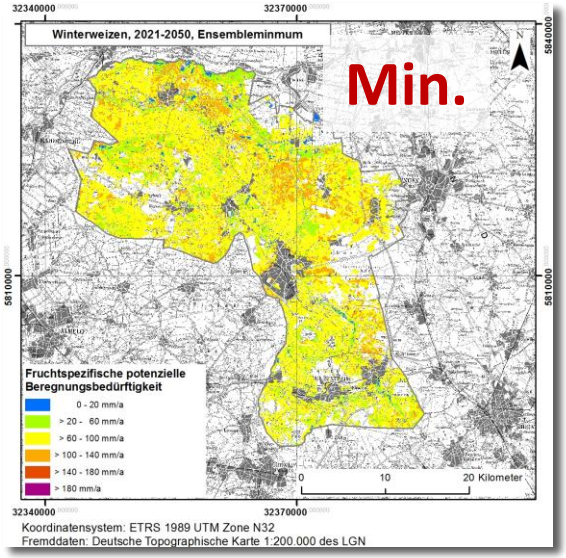
Ergebnisse: Entwicklung Sommergerste im Mittel

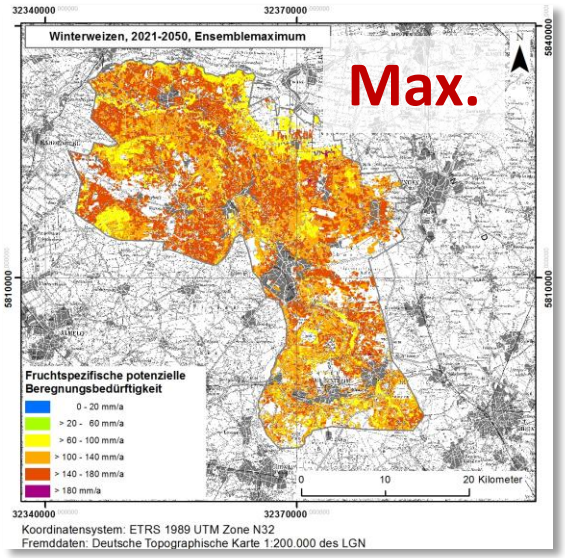


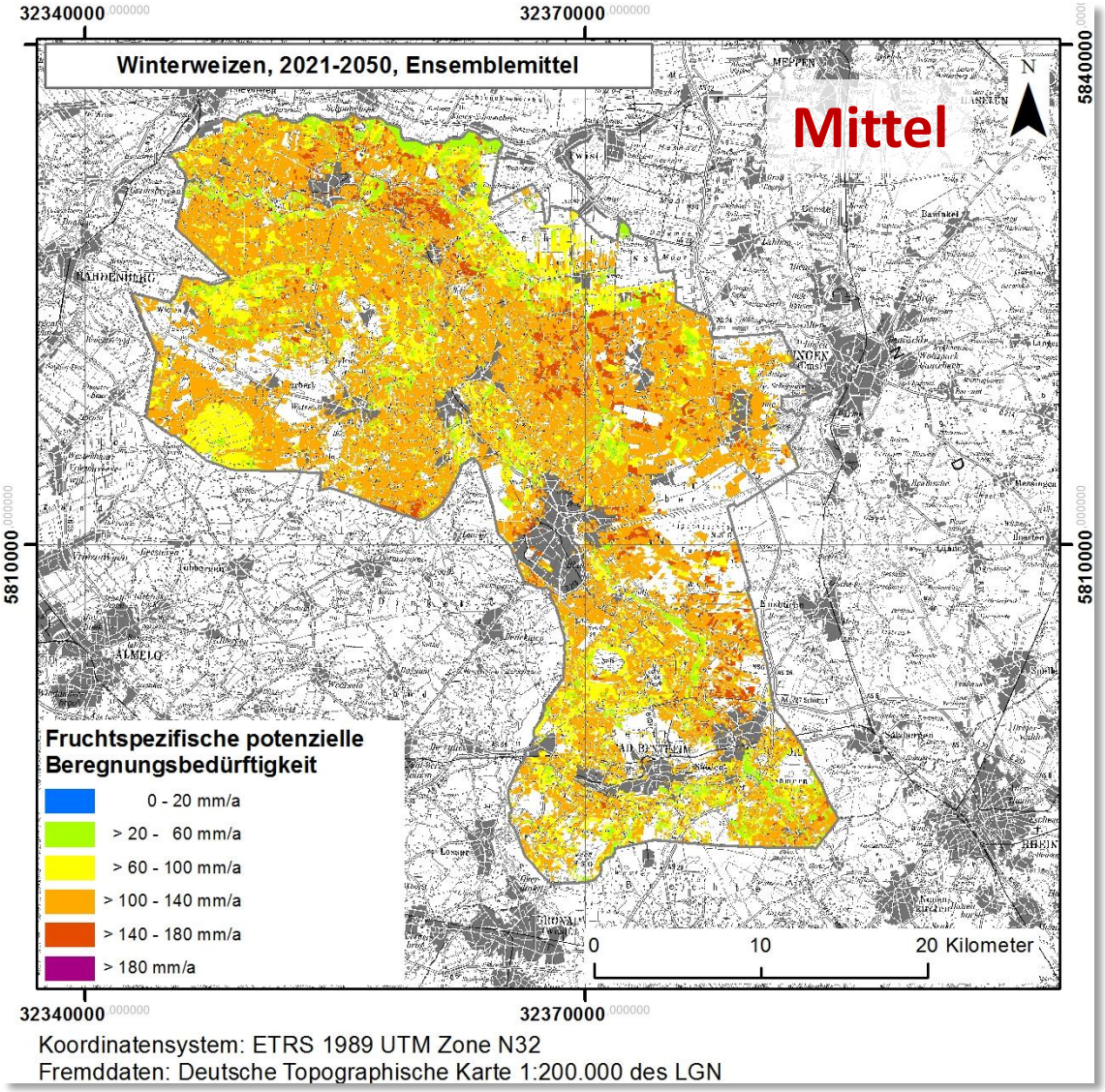




Ergebnisse: Winterweizen 2021-2050 (Mittel, Min. Max.)

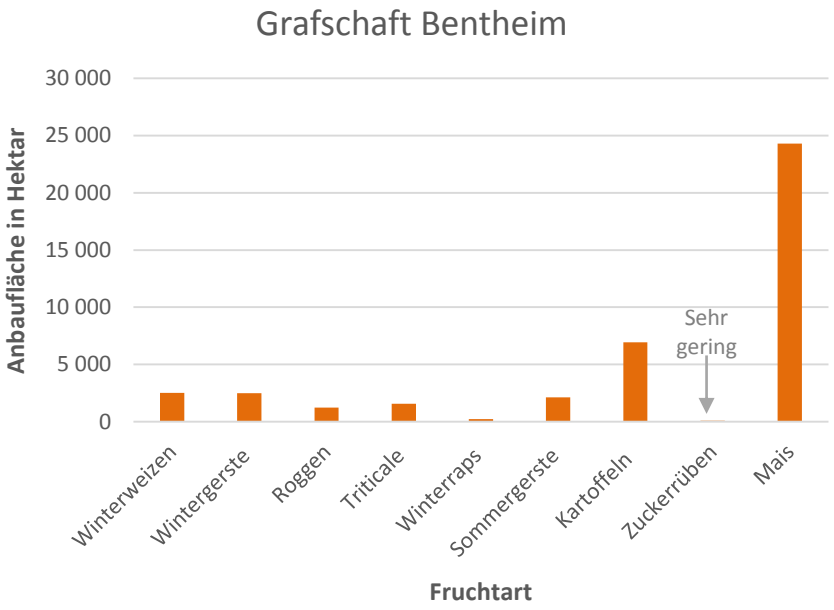






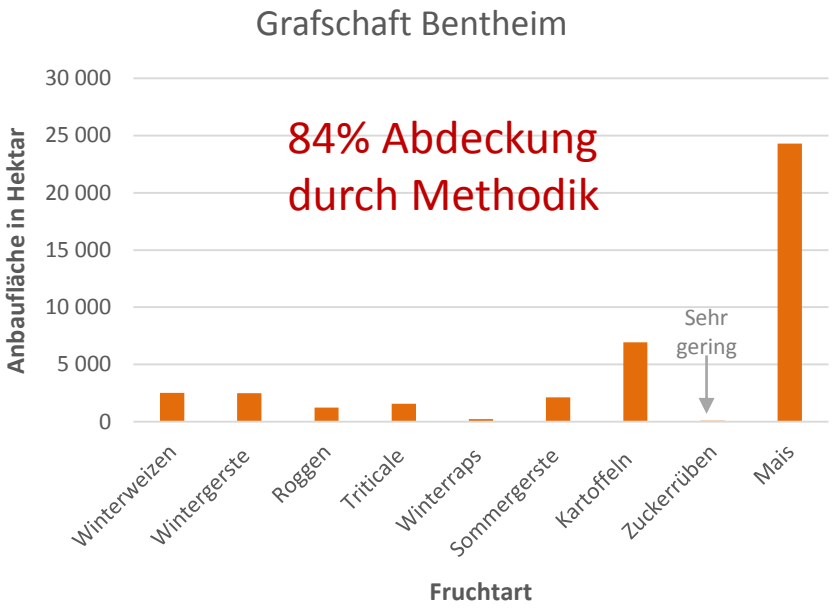
Fruchtartenverteilung

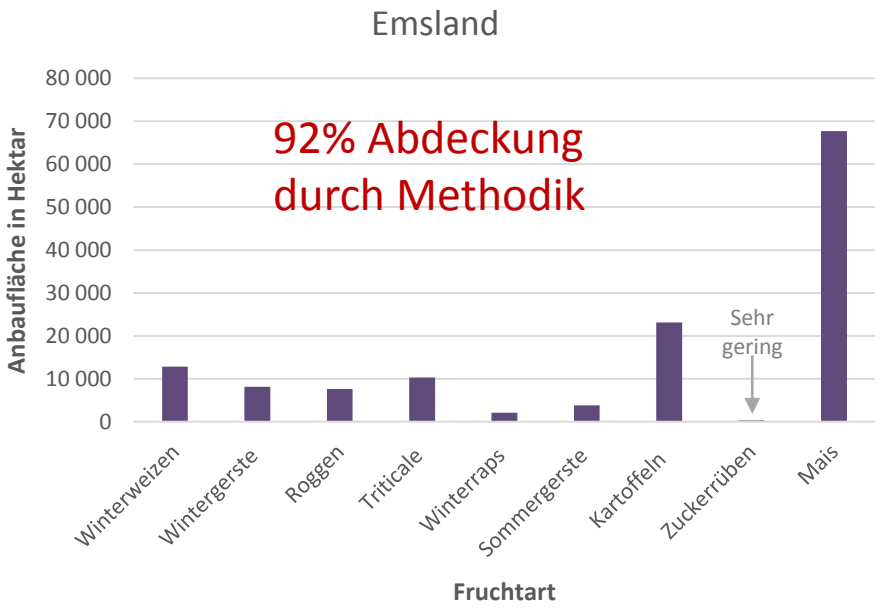
- Vergleich der angebauten Fruchtarten in der Netzwerkregion (Stand: 2010),
- Hoher Abdeckungsgrad durch im Modell enthaltene Fruchtarten.



Fruchtartenverteilung

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



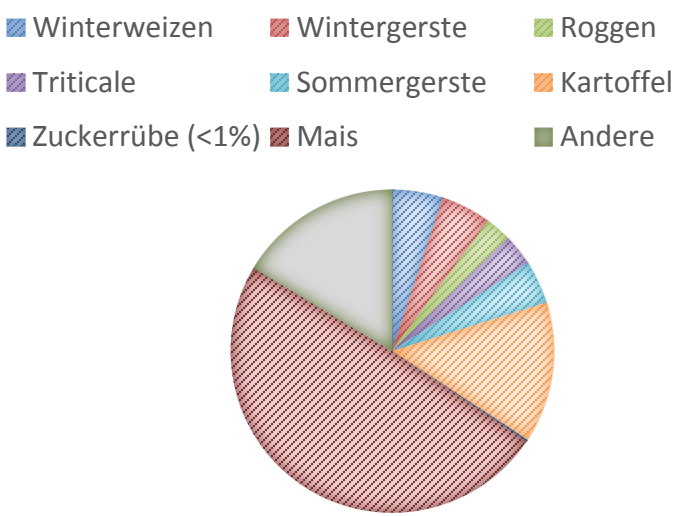


<u>Orientierender Abgleich mit aktuellen InVeKoS Daten (mehrere Jahre):</u>

- Verteilung weitgehend erhalten geblieben,
- Leichter Rückgang von Winterweizen in beiden Landkreisen,
- Zuckerrübe nahm in beiden Landkreisen zu,
- Zunahme von Kartoffel im Emsland,
- Zunahme von Sommergerste in Grafschaft Bentheim.

Regionsspezifische potenzielle Beregnungsbedürftigkeit

- Landkreis Grafschaft Bentheim:



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

Zeitraum	mm
1971-2000	**Ø 79**
2021-2050	**Ø 86 (56-117)**
2071-2100	**Ø 99 (68-118)**

Ø + 25 % von 1971 bis 2100

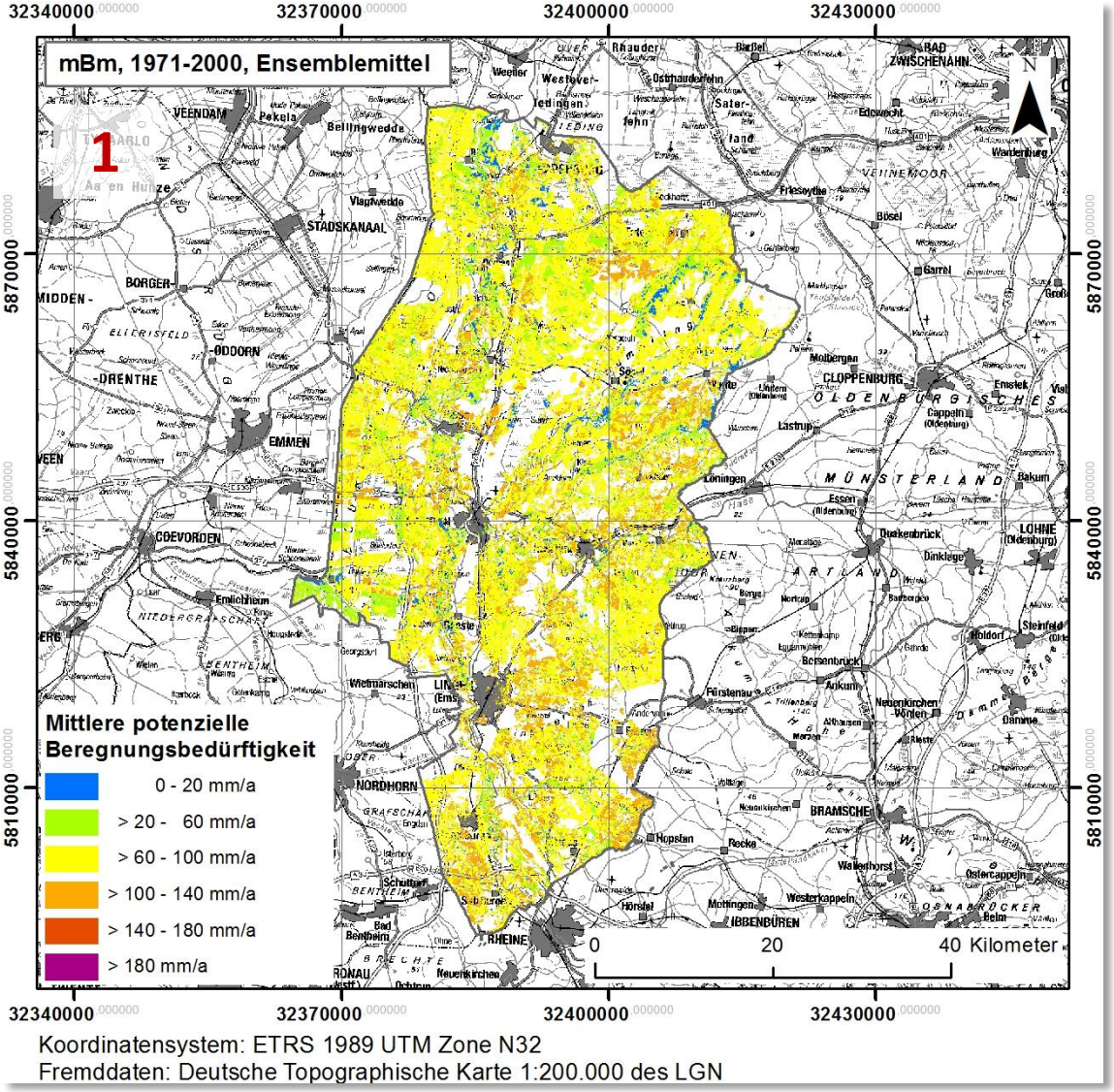
Was zeigt dieses Ergebnis?

- Aus über 200 Rechenläufen (9 Modelle) ermittelte und auf die regionsspezifische Fruchtartenverteilung angepasste potenzielle Beregnungsbedürftigkeit (mm) als Landkreismittel.

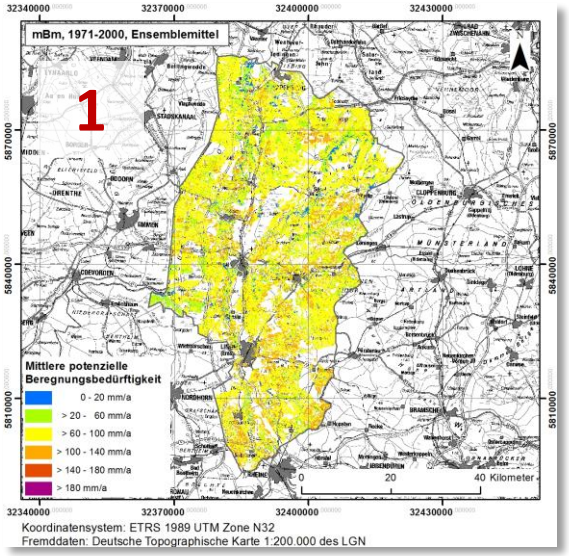
- Das Ensemble zeigt einen Anstieg des Beregnungsbedarfs, der im Mittel von der Referenzperiode bis zur fernen Zukunft (2071-2100) +25% beträgt.

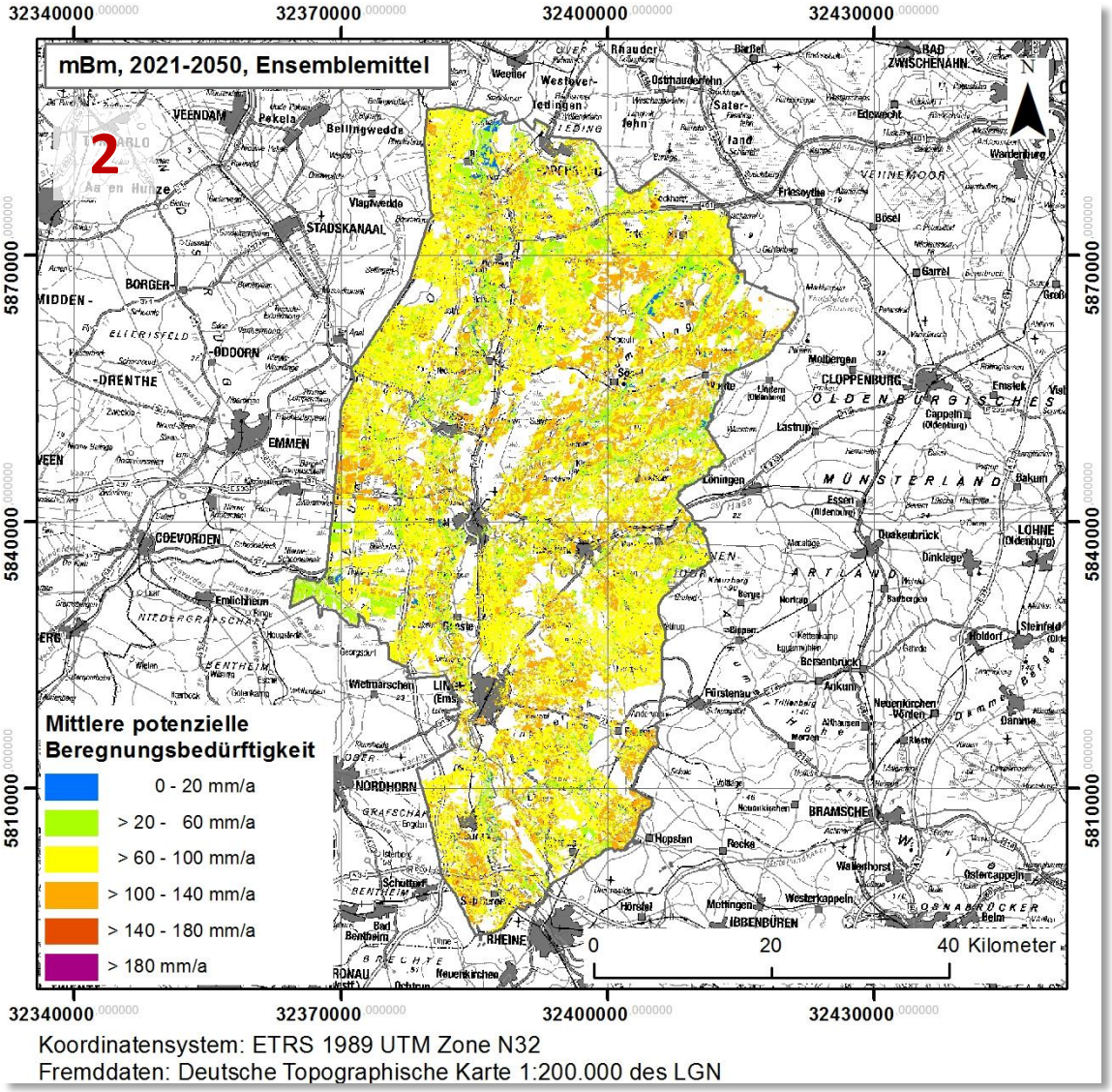
Landkreis Emsland

Mittlere potenzielle Beregnungsbedürftigkeit

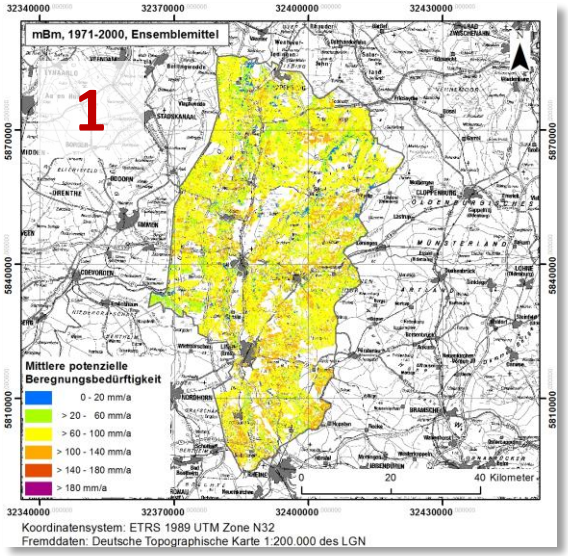


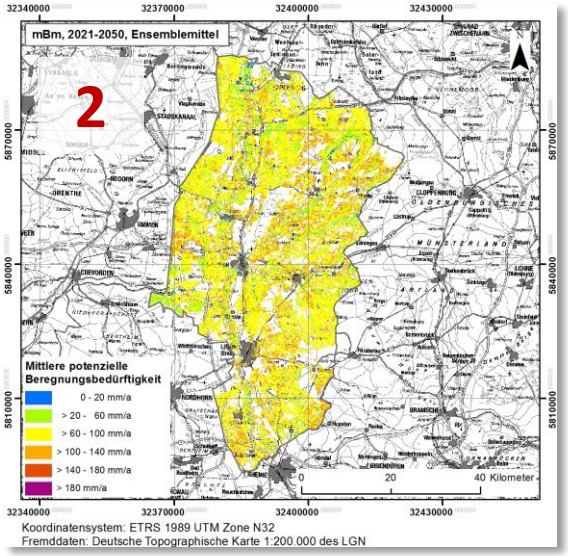
Mittlere potenzielle Beregnungsbedürftigkeit

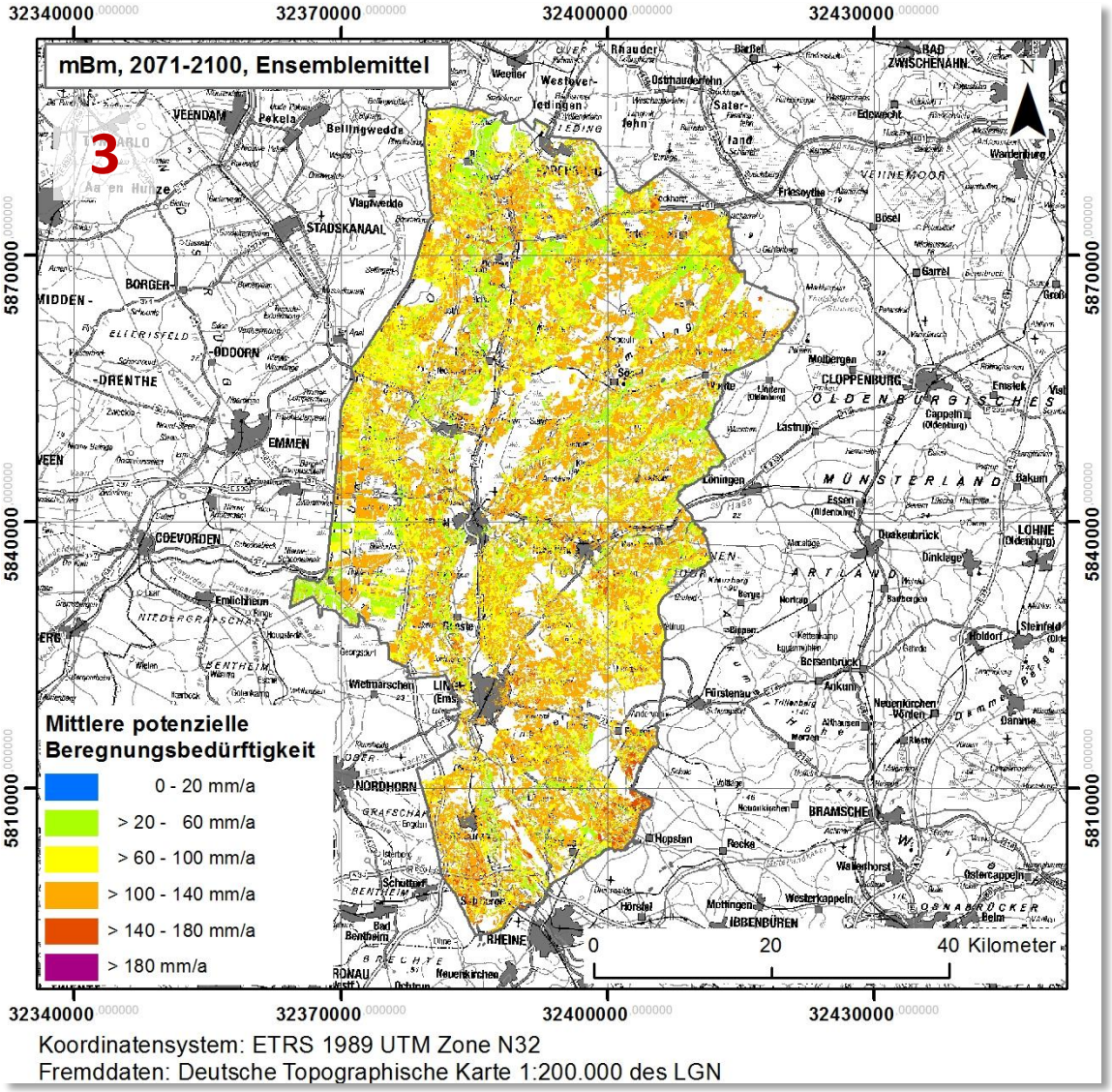




Mittlere potenzielle Beregnungsbedürftigkeit

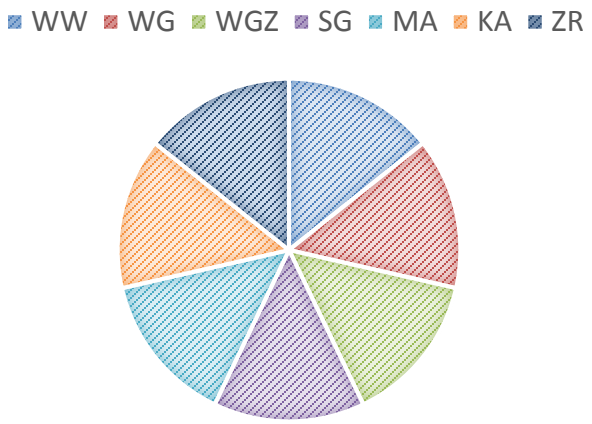






Mittlere potenzielle Beregnungsbedürftigkeit

- Landkreis Emsland:



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

Zeitraum	mm
1971-2000	**Ø 80**
2021-2050	**Ø 86 (64-106)**
2071-2100	**Ø 95 (72-109)**

Ø + 19 % 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) +19% beträgt.

Resümee

- Die Methodik zur Beregnungsbedarfsberechnung 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 Beregnungsbedarfs 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.

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

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.