

Projektskizze:

Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserneubildung in NRW

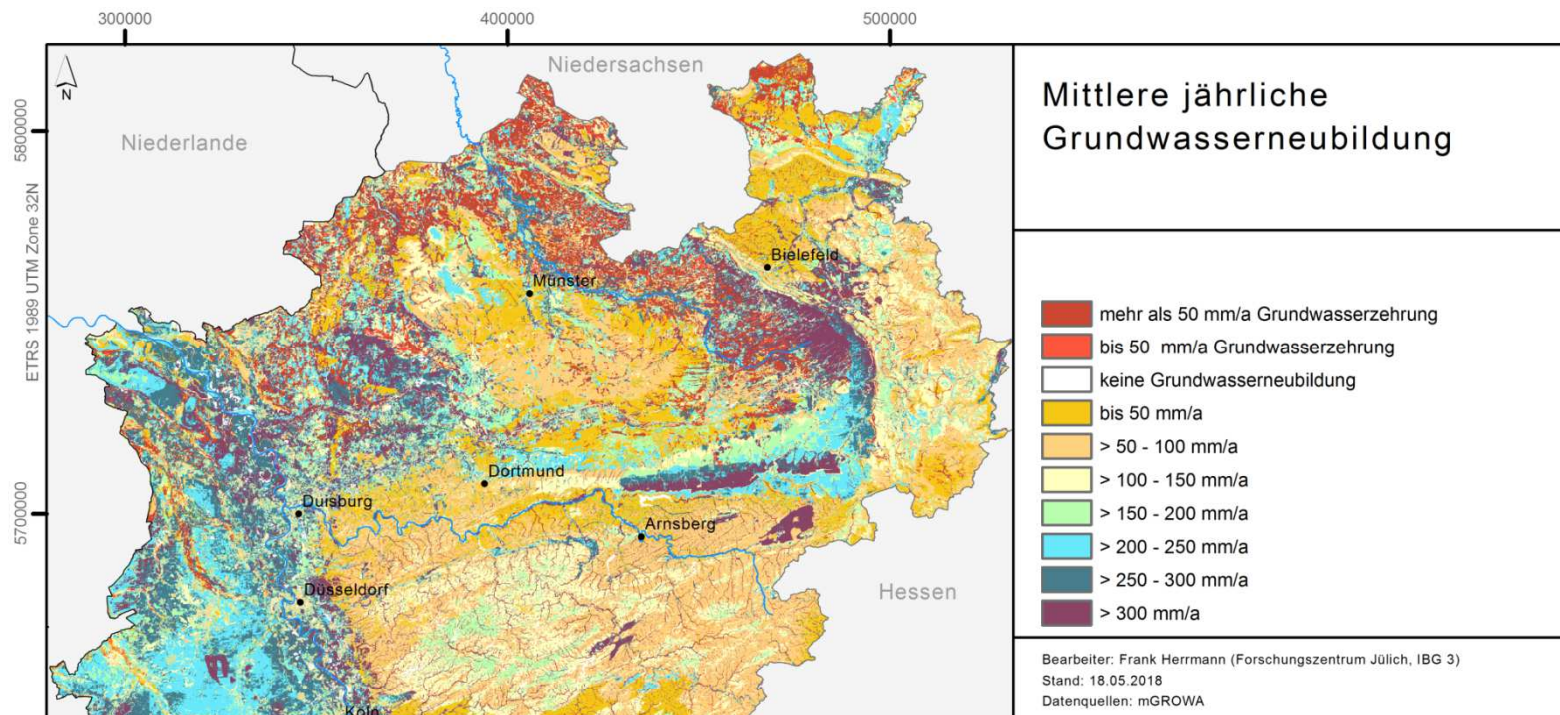
25. Juli 2018

Frank Herrmann, Frank Wendland

Institut für Bio- und Geowissenschaften IBG-3: Agrosphäre

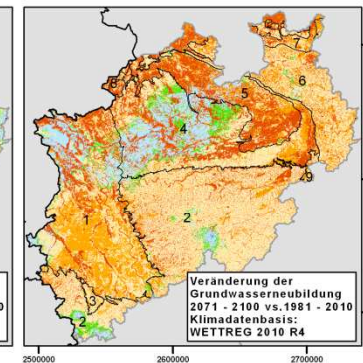
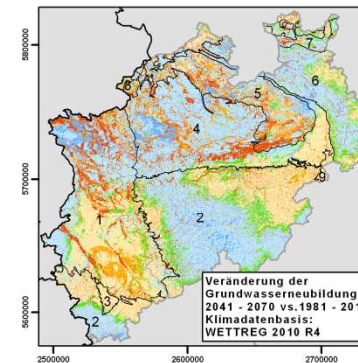
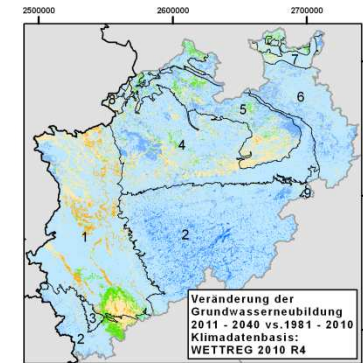
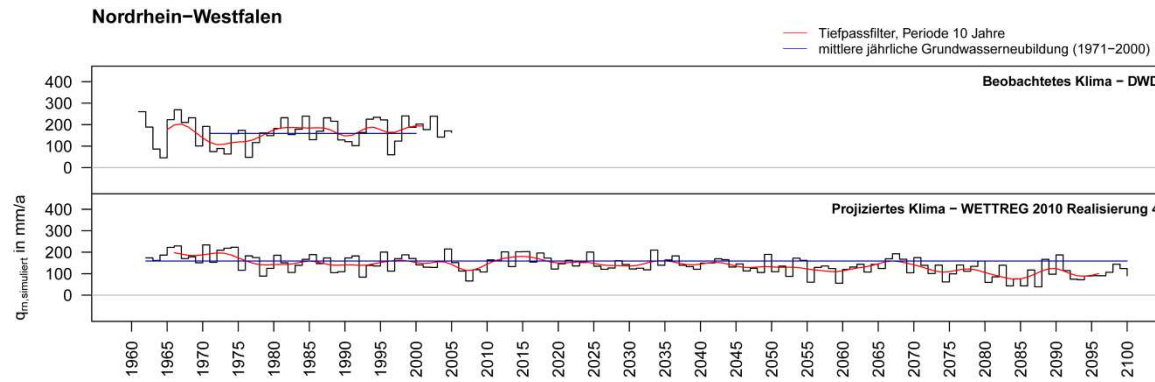
Referenz im Land NRW:

Mit mGROWA berechnete mittlere jährliche Grundwasserneubildung (1971-2000) in mm/a



Im Hinblick auf den Klimawandel steht folgende Frage im Raum:

Wie wird sich die räumliche und zeitliche Verteilung der Grundwasserneubildung zukünftig verändern?

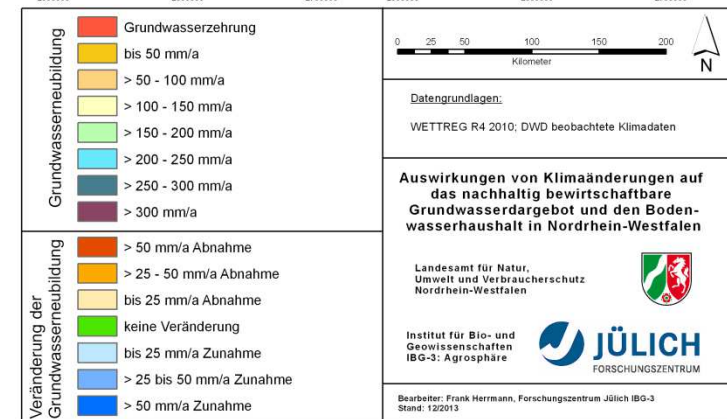


Bisher für NRW bestehende Projektion der Grundwasserneubildung:

SRES A1B+ECHAM5/MPI-OM+WETTREG2010R4+mGROWA

Schlussfolgerung im Jahr 2014:

... sinnvoll erscheint die Projektion mehrerer Entwicklungspfade des Wasserhaushalts basierend auf einem Klimamodell-Ensemble ... Erst auf einer solchen Basis sollten Adaptionstrategien für ein an den Klimawandel angepasstes Grundwassermanagement ausgearbeitet werden ...



Das Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland (ReKliEs-De)

- Verfügbar seit Ende 2017
- Umfangreichste Analysen von Klimamodellergebnissen die bisher für Deutschland durchgeführt wurden zu:
 - Klimaänderungssignalen,
 - Niederschlagsbias der regionalen Klimamodelle und dessen Adjustierung,
 - Robustheit der Ensembleprojektionen,
 - Und vieles mehr ...



ReKliEs-De ERGEBNISBERICHT



**Damit steht die ideale
Klimadatenbasis für Projektion der
Grundwasserneubildung bereit,
d.h. für den Aufbau von Ensembles
aus ReKliEs-De und mGROWA**

<http://reklies.hlnug.de/>

Liste aller in ReKliEs-De ausgewerteten Simulationen

RCM: Regionales Klimamodell
GCM: Globales Klimamodell
RCP: Strahlungsantrieb (Erwärmungsszenario)

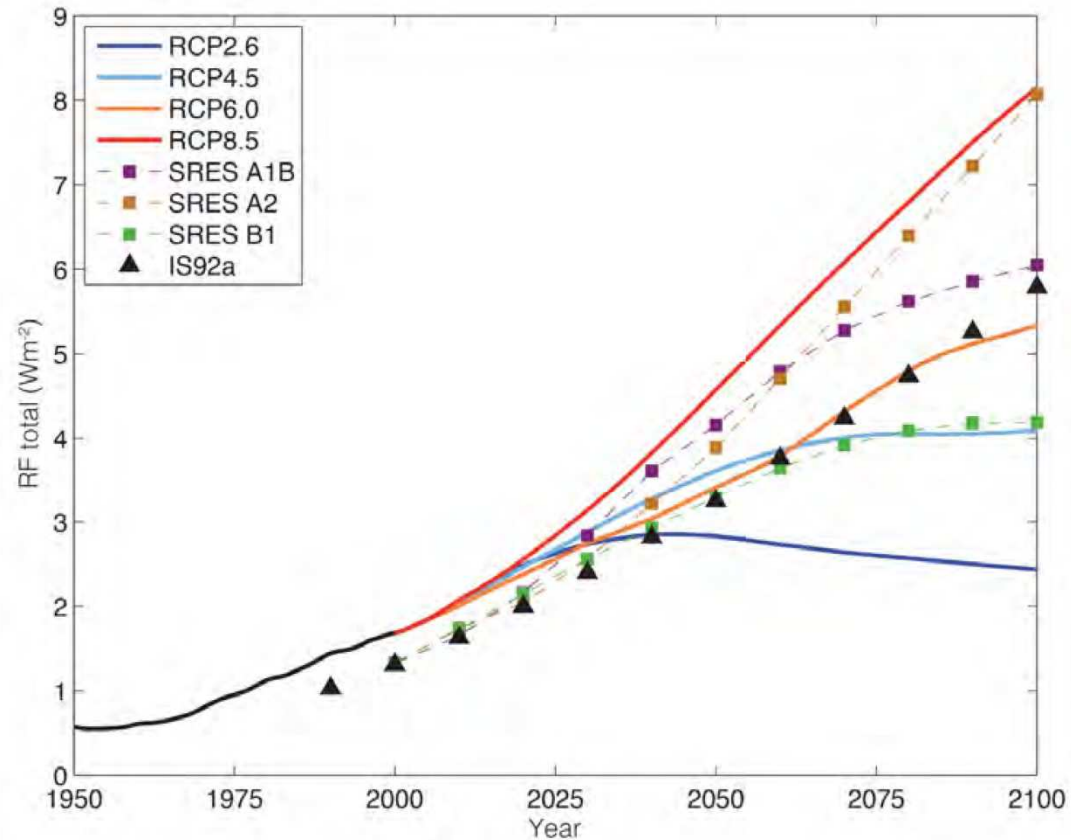
RCM / ESD GCM + RCP	CCLM	REMO	WRF	WR13	STARS3	RCA4	RACMO	HIRHAM5
EC-EARTH RCP2.6	EURO CORDEX				ReKliEs- De (PIK)	EURO CORDEX	EURO CORDEX	EURO CORDEX
HadGEM2-ES RCP2.6					ReKliEs- De (PIK)	EURO CORDEX	EURO CORDEX	
MPI-ESM-LR RCP2.6	ReKliEs- De (BTU)	EURO CORDEX*	ReKliEs- De (UHOH)	ReKliEs- De (PIK)	ReKliEs- De (PIK)	EURO CORDEX		
MPI-ESM-LR RCP8.5	EURO CORDEX	EURO CORDEX*	EURO CORDEX	ReKliEs- De (PIK)	ReKliEs- De (PIK)	EURO CORDEX		
CNRM-CM5 RCP8.5	EURO CORDEX	ReKliEs- De (GERICS)		ReKliEs- De (PIK)	ReKliEs- De (PIK)	EURO CORDEX		
HadGEM2-ES RCP8.5	EURO CORDEX	ReKliEs- De (GERICS)	ReKliEs- De (UHOH)	ReKliEs- De (PIK)	ReKliEs- De (PIK)	EURO CORDEX	EURO CORDEX	
EC-EARTH RCP8.5	EURO CORDEX	ReKliEs- De (GERICS)	ReKliEs- De (UHOH)	ReKliEs- De (PIK)	ReKliEs- De (PIK)	EURO CORDEX	EURO CORDEX	EURO CORDEX
CanESM2 RCP8.5	ReKliEs- De (DWD)	ReKliEs- De (GERICS)		ReKliEs- De (PIK)	ReKliEs- De (PIK)			
MIROC5 RCP8.5	ReKliEs- De (DWD)	ReKliEs- De (GERICS)	ReKliEs- De** (UHOH)	ReKliEs- De (PIK)	ReKliEs- De (PIK)			
IPSL-CM5A RCP8.5			EURO CORDEX			EURO CORDEX		

Entnommen aus:
 ReKliEs-De Ergebnisbericht

* Hier wurden Lauf 1 und Lauf 2 von MPI-ESM-LR gerechnet.

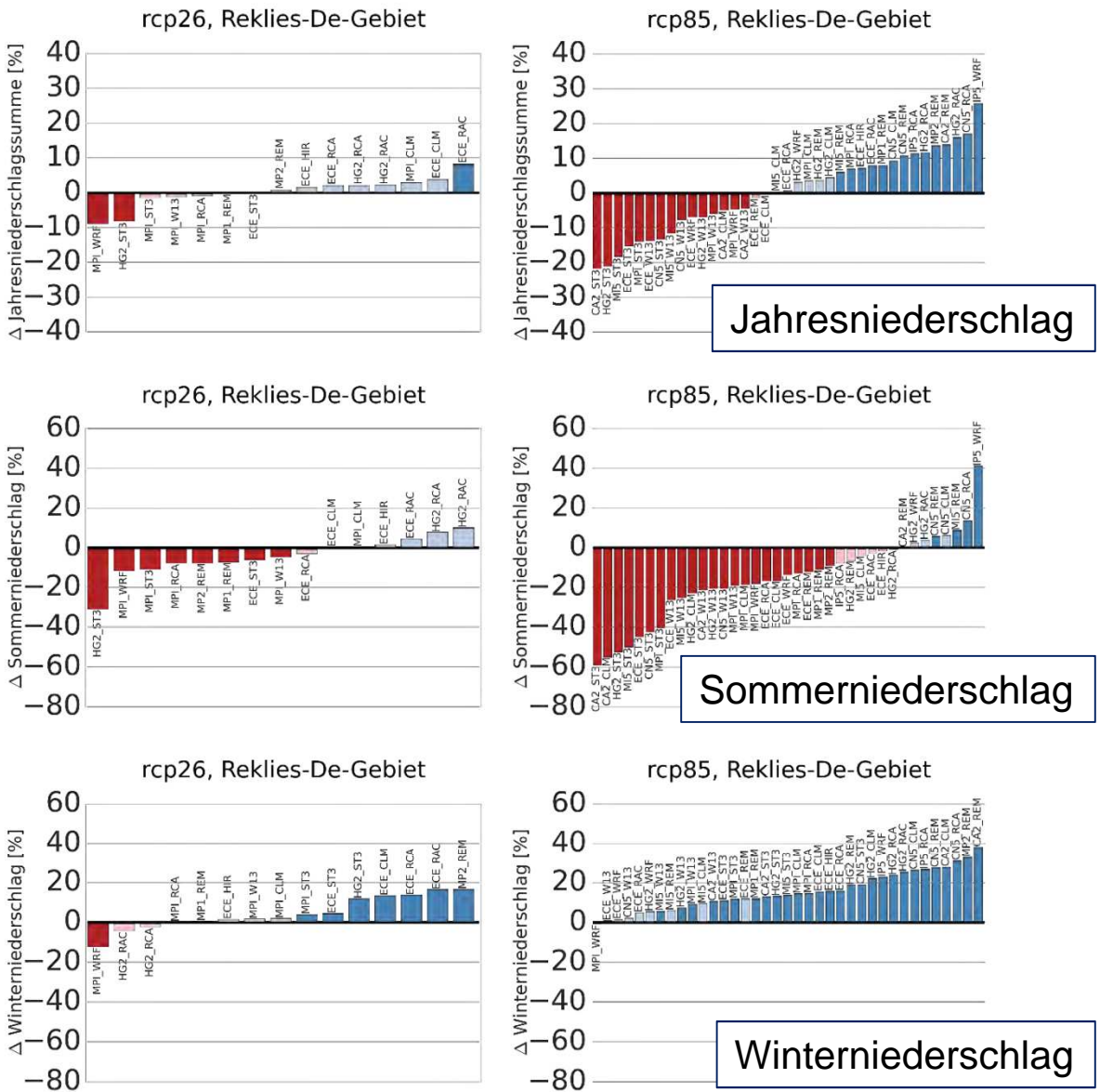
** Der Lauf wurde gerechnet, ist aber nicht in die Kennzahl-Berechnung und die Abbildungen eingegangen.

Szenarien zur globalen Erwärmung (SRES & RCP)



Entnommen aus:
ReKliEs-De Ergebnisbericht

Abbildung 7.1: Strahlungsantrieb (engl.: Radiative Forcing, RF) in W/m^2 für die SRES-Szenarien (gestrichelte Linien mit Symbolen) und die RCP-Szenarien (durchgezogene Linien). Zusätzlich ist das veraltete Szenario IS92a mit schwarzen Dreiecken dargestellt. Quelle: IPCC, 2013, AR5-WGI, Abb.1-15.



Projizierte Veränderung des Niederschlags

! Achtung !
 Die Veränderung des Winterniederschlags darf nicht linear oder 1:1 in eine Veränderung der Grundwasserneubildung übersetzt werden!

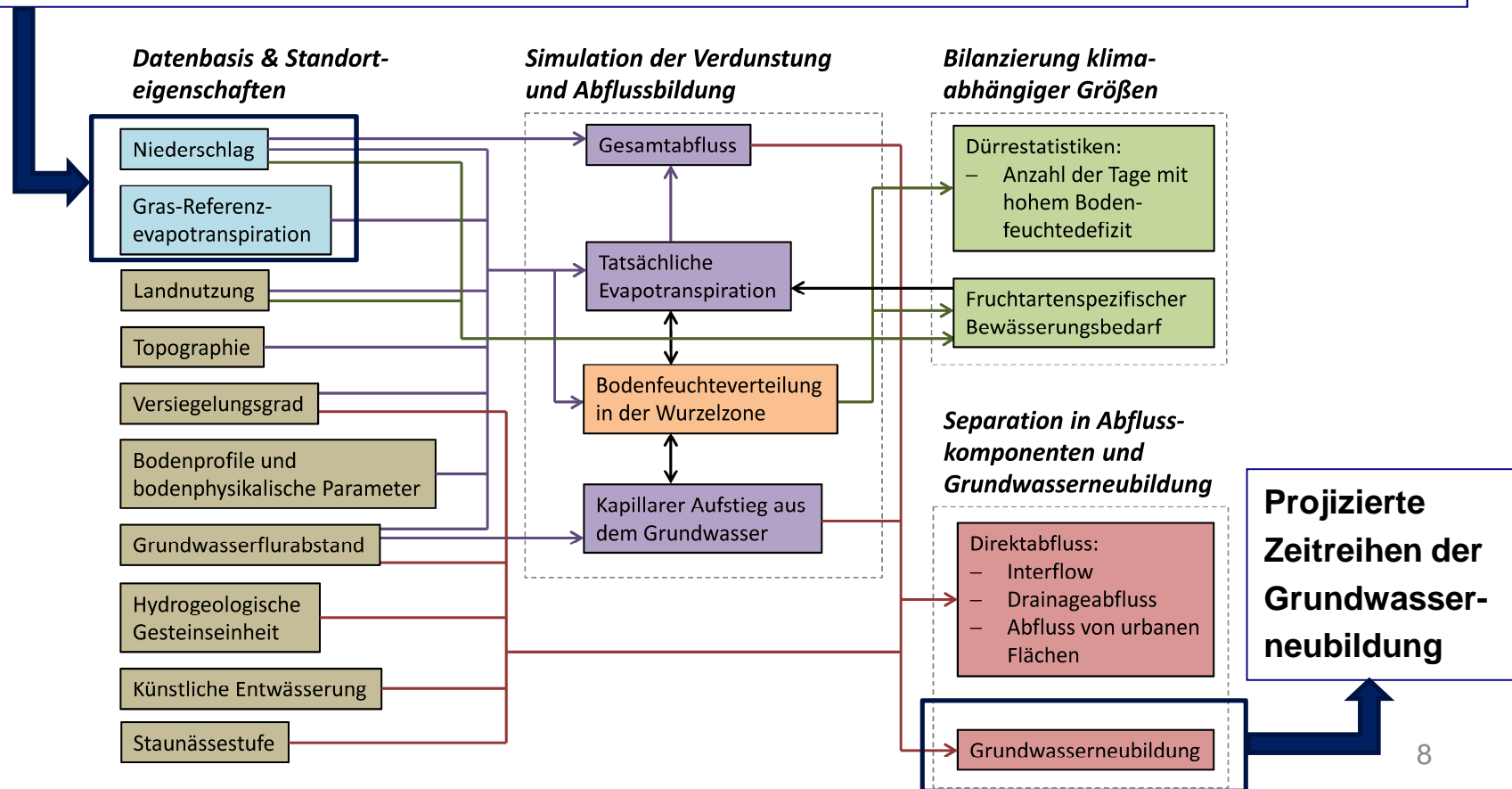
Entnommen aus:
 ReKliEs-De Ergebnisbericht

Abbildung 5.1: Änderungssignale des Niederschlages (in %) zwischen den Zeiträumen 2070–2099 und 1971–2000 im Jahresmittel (oben) und in den Jahreszeiten Sommer (JJA, 2. Zeile) und Winter (DJF, 3. Zeile) für das ReKliEs-De Gebiet. Linke Spalte: Szenario RCP2.6; rechte Spalte: Szenario RCP8.5. In hellblau sind Zunahmen, in dunkelblau signifikante Zunahmen, in rosa Abnahmen und in rot signifikante Abnahmen dargestellt. Die Signifikanz wird mit dem Mann-Whitney U-Test ermittelt.

Modellkette RCP+GCM+RCM+mGROWA zur Projektion einer Veränderung der Grundwasserneubildung

Ensemble der Regionalen Klimamodelle (RCMs) mit Klimagrößen von 1951-2100

- Downscaling vom RCM Gitter (ca. 10 km) auf das 100 m mGROWA-Raster
- BIAS-korrigierte Niederschläge (LOCI-Verfahren aus ReKliEs-De)



Bewertung der Robustheit von Ensembleprojektionen

Beispiel: Robustheit der Veränderung der Winterniederschläge Deutschlandweit auf Ebene der Landkreise

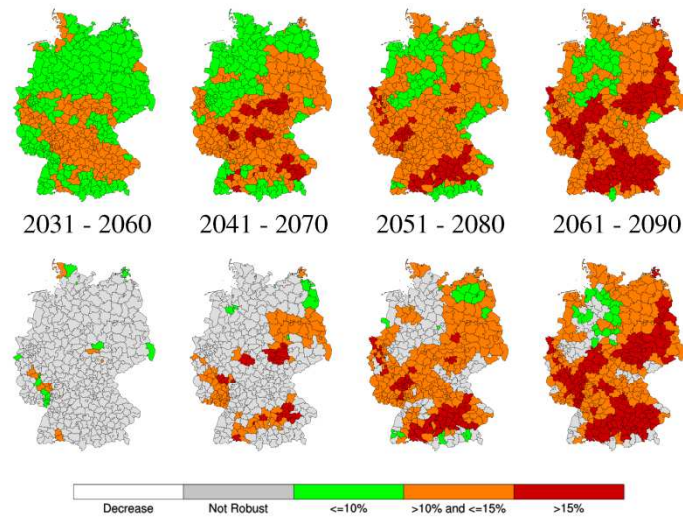


Figure 3. Increase of winter precipitation (%) for (from left to right) 2031–2060, 2041–2070, 2051–2080 and 2061–2090 compared to the reference period 1971–2000. Color coded: median of 11 RCM simulations from the EURO-CORDEX RCP8.5 simulations. For the top panels, no test was applied to the data. In the lower panels, regions that failed at least one of the two robustness tests are grayed out.

Zielstellung im Projekt:

Darstellung der Robustheit des Ensembles der projizierten Grundwasserneubildung mit Hilfe von Klimasignalkarten und Signifikanztests für verschiedene Flächentypen in NRW:

- Grundwasserkörper
- Naturräume
- Landkreise
- Einzugsgebiete
- ...

Entnommen aus:

Pfeifer S, Bülow K, Gobiet A, Hänsler A, Mudelsee M, Otto J, Rechid D, Teichmann C, Jacob D. Robustness of Ensemble Climate Projections Analyzed with Climate Signal Maps: Seasonal and Extreme Precipitation for Germany. *Atmosphere* 2015; 6: 677-698. DOI: 10.3390/atmos6050677

Arbeitsprogramm des Projekts

2018

- Ensemblesimulationen, d.h. Projektion der jährlichen Erneuerung der Grundwasserressourcen durch in-situ-Grundwasserneubildung mit dem ReKliEs-De Ensembles (mit BIAS-Korrektur des Niederschlags) gekoppelt mit mGROWA.
- Berechnung (statistische Kennzahlen) und Bewertung des Rest-BIAS der projizierten Grundwasserneubildung.

2019

- Berechnung und Analyse der Änderungssignale und Trends der jährlichen Grundwasserneubildung auf verschiedenen Raumskalen (Raster, Grundwasserkörper, Landkreise, etc.) einzeln für die Ensemblemitglieder:
 - Langjährige Mittelwerte
 - Jährliche Variabilität
 - Interdekadische Variabilität
- Regional differenzierte Bewertung (Darstellung) der Robustheit der Änderungssignale der Grundwasserneubildung mit einer Methodik in Anlehnung an Klimasignalkarten.
- Analyse der in ReKliEs-De berechneten Klimaindizes im Hinblick auf die projizierte Veränderung der Grundwasserneubildung und Ableitung von Kriterien zur Auswahl repräsentativer Simulation (Ensemblebreite, -median, -zusammensetzung, Extremszenarien).

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !