RegiKlim
Regionale Informationen zum Klimahandeln

NUKLEUS
Nutzbare lokale Klimainformationen für Deutschland

Regionale Klimasimulationen

Klaus Keuler, Hendrik Feldmann, Ronny Petrik, Kevin Sieck, Florian Ehmele, Julia Mömken, Nadja Samtleben, Michael Woldt

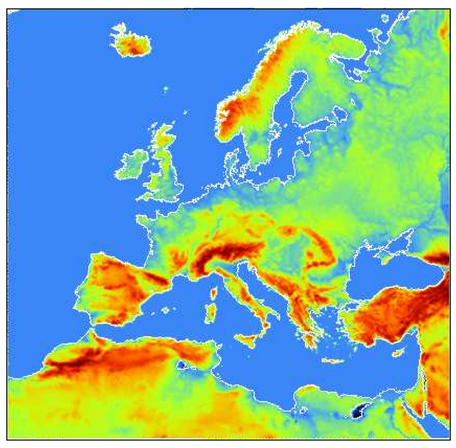
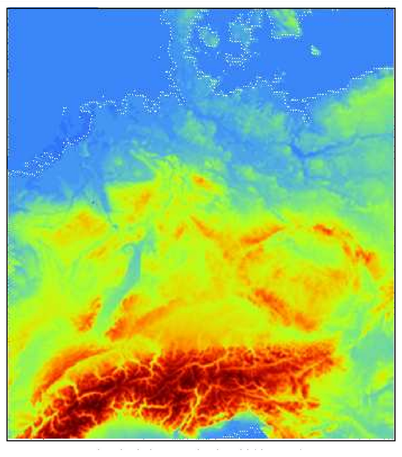
Kontakt: Klaus.Keuler@b-tu.de, Kevin.Sieck@hereon.de

Ziel des Projektes

Bereitstellung lokaler Klimaszenarien für die Modellregionen.

3 globale Klimasimulationen des CMIP6 Ensembles werden mit 3 regionalen Klimamodellen in zwei Auflösungsstufen regionalisiert.

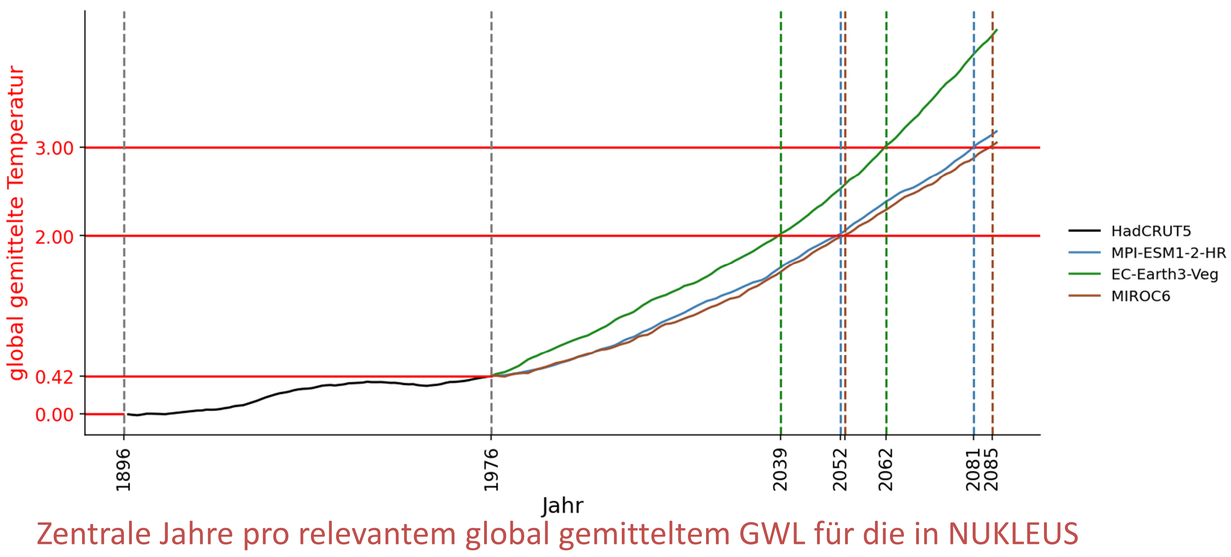
Simulationsstrategie

Globale Reanalyse oder Klimasimulation	Regionale Simulation Stufe 1: EUR-11	Regionale Simulation Stufe 2: CEU-3
Modellevaluation mit ERA5 1979-2020		
Klimasimulation mit 3 Globalmodellen für Szenario SSP3-7.0 MPI-ESM1-2-HR EC-EARTH3-VEG MIROC6		

Räumliche Auflösung:	ca. 12 km	ca. 3 km
Zeitraum:	transient 1960 – 2100	3 x 30 Jahre
Regionalmodelle:	ICON-CLM, COSMO-CLM,	REMO

Konzept der Global Warming Level (GWL)

Basierend auf Vautard et al. (2014) werden die Szenariozeitscheiben für jedes der 3 GCMs individuell anhand des geglätteten (über 30 Jahre) mittleren globalen Temperaturanstieges der jeweiligen SSP3-7.0 Simulation bestimmt. Um einen einheitlichen Referenzzeitraum in einer beobachteten Periode zu erhalten, wird bis zur Periode 1961-1990 eine Erwärmung aus Beobachtungen (HadCruT5) von 0,42°C gegenüber der vorindustriellen Periode 1881-1910 vorgeschrieben. Um die 2°C bzw. 3°C Perioden zu erhalten, wird für die Globalmodelle die differentielle Erwärmung ggü. der Referenzperiode bestimmt.



Zentrale Jahre pro relevantem global gemitteltem GWL für die in NUKLEUS ausgewählten Globalmodelle und zugehörige Zeitscheiben (Tabelle rechts).

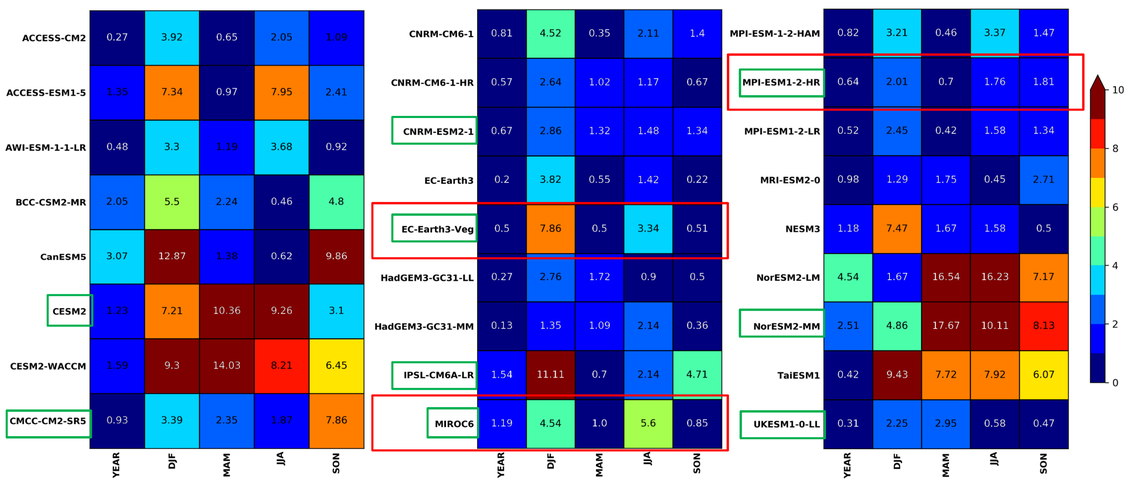
Auswahl der Globalsimulationen

Kriterien für die Auswahl:

- Verfügbarkeit der für das Downscaling notwendigen Daten
- Gute Wiedergabe der Wetterlagen für Deutschland
- Hohe Auflösung der Globalmodelle (GCMs)
- Abdeckung der plausiblen Bandbreite der Klimasensitivität
- GWL 3°C wird im ssp3-70 Szenario bis 2100 erreicht
- Globalmodell auch in der Auswahl für EURO CORDEX

Methoden:

- Abweichung der jahreszeitlichen Wetterlagenhäufigkeiten (CWT), Blocking-Bedingungen und des Bias im Vergleich zu ERA5 Reanalysen
- Abstimmung mit der CORDEX Arbeitsgruppe „Balanced Ensemble Matrix“



Abweichung (RMSE) der Wetterlagenhäufigkeit (CWT) bei CMIP6 GCMs zu ERA5 Reanalysen für Mitteleuropa 1970-2000. Rot umrandet: in NUKLEUS gewählte GCMs; grün umrandet: für CORDEX empfohlene GCMs

GCM	TCR	Atm. Auflösung km	CWT	Blocking
NorESM2-MM	1.33	100	8.66	14.83
NorESM2-LM	1.48	250	9.23	11.92
MIROC6	**1.55**	**150**	**2.64**	**1.32**
MPI-ESM1-2-HR	**1.66**	**100**	**1.29**	**1.05**
MPI-ESM1-2-LR	1.84	250	1.26	0.98
CNRM-ESM2-1	1.86	150	1.53	1.40
ACCESS-ESM1-5	1.95	250	4.00	-
CESM2	2.06	100	6.23	15.06
CMCC-CM2-SR5	2.09	100	3.28	-
ACCESS-CM2	2.10	250	1.64	1.04
EC-Earth3	2.30	100	1.24	0.94
IPSL-CM6A-LR	2.32	250	3.94	0.94
TaiESM1	2.34	100	6.31	12.58
EC-Earth3-Veg	**2.62**	**100**	**2.54**	**0.94**
CanESM5	2.74	500	5.56	2.63
UKESM1-0-LL	2.79	250	1.31	-

Auswahl CMIP6 GCMs
Hell-rosa: CORDEX Auswahl,
RegiKlim-rot: NUKLEUS Auswahl

Erläuterung

Transient Climate Response TCR: Erhöhung der globalen Mittel-temperatur zum Zeitpunkt einer Verdoppelung der CO2 Konzentra-tion (noch nicht im Gleich-gewicht). Einheit: K m^2/W

niedrige Sensitivität (TCR < 1.6)
mittlere Sensitivität (1.6 < TCR < 2)
hohe Sensitivität (2 < TCR < 2.4)
Sehr hohe Sensitivität (TCR > 2.4)

Atmosphärische Auflösung Gitterweite (ca.): hoch 100-150, mittel 150-250, niedrig >250 km

Mittlere Abweichung CWT/Blocking:
sehr niedrig, niedrig, mittel, hoch

	MPI-ESM1-2-HR	EC-EARTH3-VEG	MIROC6
2°C Periode	2037-2066	2024-2053	2038-2067
3°C Periode	2066-2095	2047-2076	2070-2099

b-tu Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg
Helmholtz-Zentrum hereon
JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN
KIT Karlsruher Institut für Technologie
GERICS Climate Service Center Germany
Eine Einrichtung des Helmholtz-Zentrums hereon
DKRZ DEUTSCHES KLIMARECHENZENTRUM
Julius-Maximilians-UNIVERSITÄT WÜRZBURG
GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung
FONA Klimaforschung

RegIKlim
Regionale Informationen zum Klimahandeln

NUKLEUS
Nutzbare lokale Klimainformationen für Deutschland

Vom regionalen Klimamodell über das lokale Wirkmodell in die Praxis

Bedarfe identifizieren, Daten aufbereiten, Tools entwickeln

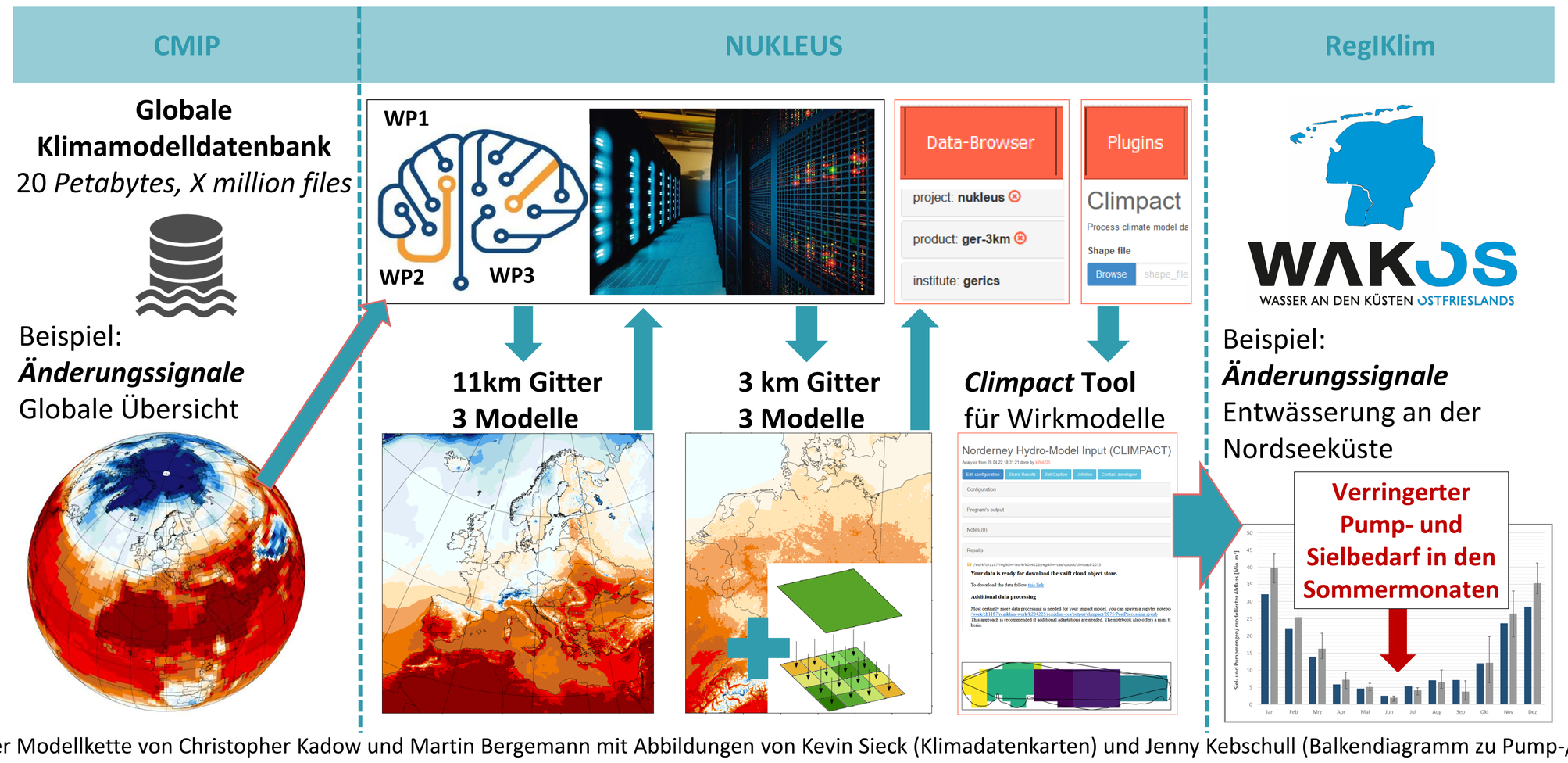
bente.tiedje@hereon.de, astrid.ziemann@tu-dresden, christopher.kadow@dkrz.de, martin.bergemann@dkrz.de, heiko.paeth@uni-wuerzburg.de, elena.xoplaki@geogr.uni-giessen.de

Verbesserung der Modellketten und Generierung von Schnittstellen

Für die Optimierung der Nutzbarkeit und Integration von hochaufgelösten Klimainformationen in die RegIKlim-Modellregionen legt NUKLEUS den Fokus auf die Schnittstellen zwischen Klima- und Wirkmodell. Es werden:

- Datenbedarfe der Modellregionen festgestellt und priorisiert → Vernetzung von Wirkmodellierern und Modellregionen
- Schnittstellen zu nutzungsspezifischen Wirkmodellen definiert und implementiert → Ko-Kreation von Tools zur Datenaufbereitung
- Klimamodelldaten evaluiert/korrigiert und räumlich und zeitlich verfeinert → Bias-Korrektur/Downscaling der Klimamodelldaten
- Unsicherheitsanalysen lokaler Klimainformationen durchgeführt → quantitative Unsicherheitsbewertung von Wirkmodelldaten

Beispiel: Modellkette und Ko-Kreation eines Tools zur Datenaufbereitung



Workflow der Modellkette von Christopher Kadow und Martin Bergemann mit Abbildungen von Kevin Sieck (Klimadatenkarten) und Jenny Kebschull (Balkendiagramm zu Pump-/Sielbedarf)

Bearbeitung systematischer Fehler: Bias-Korrektur

- Bias-Korrektur von regionalen Klimamodelldaten ist essentiell für die Wirkmodellierung und Risikoabschätzung von Klimaextremen.
- Schlüsselvariablen werden mithilfe unterschiedlicher statistischer Ansätze bias-korrigiert (Linear Scaling, Quantile Delta Mapping), die sich nach den statistischen Eigenschaften der jeweiligen Variablen unter aktuellen und künftigen klimatischen Bedingungen richten.

Unsicherheits- und Sensitivitätsanalysen

- Wirkmodelle reagieren unterschiedlich sensitiv auf die Variationsbreite von Klima- und Landnutzungsszenarien.
- Die Unsicherheit wird in NUKLEUS u. a. für Stadtklima-simulationen (ENVI-met, PALM-4U) quantifiziert und ist unerlässlich für robuste Anpassungsmaßnahmen.

Fazit und Ausblick

- Die Schnittstellenarbeit fördert die Vernetzung mit Klimadaten-Experten, die Praxistauglichkeit der Klimamodelldaten und die Erweiterung eigener Modellansätze in den Modellregionen durch Unsicherheitsanalysen der Klima- und Wirkmodellkette.
- Die Nutzung des Freva-Systems* (Datenbank und anwendergetriebene Tool-Entwicklung) ermöglicht Transferierbarkeit, Transparenz und Standardisierung der entstehenden Produkte.
- NUKLEUS-Produkte erleichtern Wirkmodellierern und Praxisakteuren die Integration von regionalen und lokalen Klimamodelldaten in praxisnahe Informationsprodukte.

*https://www-regiklim.dkrz.de

b-tu Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg
Helmholtz-Zentrum hereon
JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN
KIT Karlsruher Institut für Technologie
GERICS Climate Service Center Germany
Eine Einrichtung des Helmholtz-Zentrums hereon
DKRZ DEUTSCHES KLIMARECHENZENTRUM
Julius-Maximilians-UNIVERSITÄT WÜRZBURG
GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung
FONA Klimaforschung