

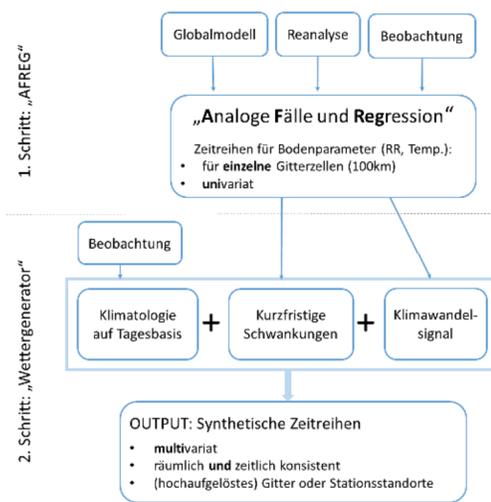


Empirisch-statistisches Downscaling mit EPISODES für den Alpenraum

- Direktes Downscaling vom Globalmodell auf ein regionales Gitter oder Stationsstandorte
- Multivariable und räumlich/zeitlich konsistente Zeitreihen für die Impact-Forschung
- Geringer Rechenaufwand ermöglicht kurzfristige und bedarfs-orientierte Anwendungen

1. Die EPISODES - Methode

EPISODES ist ein empirisch-statistische Downscalingmethode, die vom Deutschen Wetterdienst entwickelt wurde (siehe Kreienkamp et. al., 2019). Sie basiert auf einem 2-stufigen Verfahren, das hochaufgelöste Klimavorhersagen und -projektionen generiert, die einigen der Hauptanforderungen der Klima-Impactforschung genügen:



- Multivariabilität
- Tägliche Daten mit räumlicher und zeitlicher Konsistenz
- Geringe Abweichungen bei guter Variabilität
- Kurzfristige Verfügbarkeit durch geringe Rechenressourcen

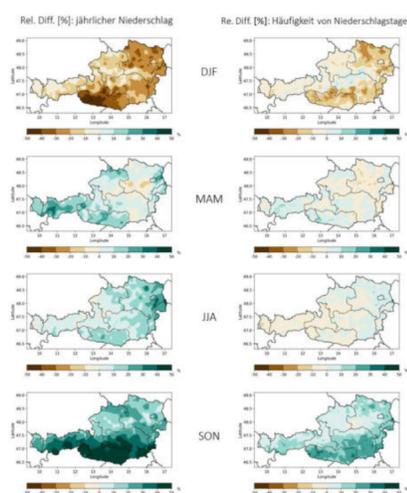
Voraussetzung dafür sind u.a. langjährige, konsistente Beobachtungsdatensätze von hoher Qualität. Die Beobachtungen können als Rasterdaten oder Stationszeitreihen vorliegen.

Die EPISODES-Methode dargestellt als Flussdiagramm.

2. Erste Klimaprojektionen für Österreich

EPISODES wurde seitens der ZAMG auf 7 verschiedene Globalmodelle (GCMs, alle CMIP5*, 6 davon auch Antriebsmodelle für ÖKS15**) für Österreich angewendet. Als Beobachtungen dienten die SPARTACUS-Datensätze*** sowie NCEP-NCAR als Reanalyse. Die Klimaprojektionen für Niederschlag und Tagesmitteltemperatur wurden mit 1 km und 12,5 km Maschenweite erzeugt und – für den Testbetrieb – mit den für Deutschland erprobten Einstellungen prozessiert. Die Validierung mittels SPARTACUS im Vergleichszeitraum 1971-2000 beschreibt eine sehr gute Übereinstimmung für die Temperatur, was die mittlere Abweichung und die Variabilität betrifft. Der Niederschlag zeigt saisonal sowie gebietsweise (v.a. südlich des Alpenhauptkamms) größere Abweichungen in den Niederschlagssummen, ein Zeichen dafür, dass niederschlagsrelevante Wetterlagen in diesen Gebieten noch nicht gut genug erkannt werden. Die Häufigkeit der Niederschlagstage wird hingegen durch EPISODES wesentlich besser beschrieben.

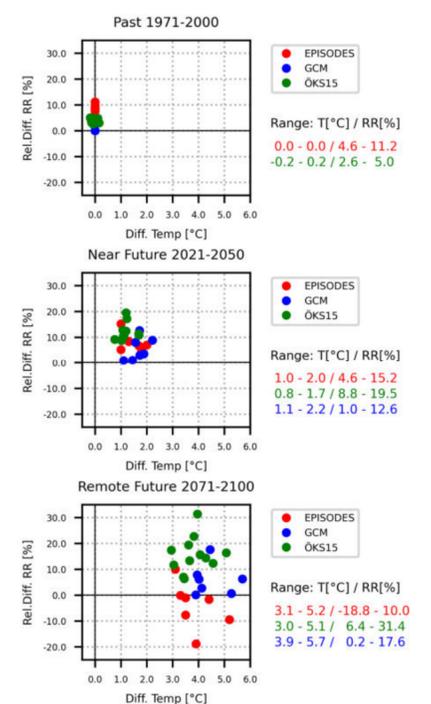
GCM	Institution	ÖKS15
MPI-ESM-LR (r1i1p1)	MPI-M (DE)	X
MPI-ESM-LR (r2i1p1)	MPI-M (DE)	X
NorESM1 (r1i1p1)	NCC (Nor)	X
CNRM-CM5 (r1i1p1)	CNRM-CERFACS (FR)	X
CanESM2 (r1i1p1)	CCCMA (Can)	
IPSL-CM5A-MR (r1i1p1)	IPSL (FR)	X
EC-EARTH (r12i1p1)	ICHEC (IRL)	X



Relative Abweichung im Vergleich mit SPARTACUS der saisonalen Niederschlagssummen (links) und der Häufigkeit der Niederschlagstage (rechts) für 1971-2000. Beispiel für GCM „MPI-ESM-LR (r1i1p1)“.

3. Vergleich mit ÖKS15

Die ÖKS15-Klimaprojektionen wurden vor einigen Jahren umfangreich validiert und sind zur Zeit Standard für viele Klimawandelstudien in Österreich. Ein Vergleich mit dem EPISODES-Testensemble auf Basis der gemeinsamen globalen Antriebsmodelle ist daher naheliegend. Ein hoher Grad an Übereinstimmung zwischen ÖKS15 und EPISODES kann für die Temperatur im Jahresmittel erzielt werden, sowohl für die Vergangenheit (Grafik oben) als auch im Klimasignal (Grafik Mitte/unten). Die jährlichen Niederschlagsmittel werden in der Vergangenheit seitens EPISODES zu hoch eingeschätzt. In der Zukunft, besonders Ende des Jahrhunderts tendiert EPISODES zu trockeneren Bedingungen, ÖKS15 hingegen zu feuchteren Bedingungen im Vergleich zur Vergangenheit. Das reine Klimasignal der GCMs liegt für die Temperatur leicht oberhalb und für den Niederschlag zwischen EPISODES und ÖKS15.



Relative Abweichung bzw. Abweichung des Jahresniederschlags und der Jahresmitteltemperatur von Beobachtungen in der Vergangenheit (SPARTACUS, 1971-2000) für ÖKS15 und EPISODES mit 1 km Auflösung. Für GCMs nur reines Klimasignal (Veränderung innerhalb des Modells).

4. Weitere Zielsetzung

Die laufende Entwicklung von EPISODES verfolgt das Ziel die Methode so weit zu verbessern und zu erweitern, dass die resultierenden Klimaprojektionen als Erweiterung dynamisch basierter Ensembles verwendet werden können. In Österreich bedeutet das konkret die Kalibrierung für den Alpenraum, aber auch die Erweiterung der Projektionen auf andere meteorologische Parameter, wie etwa Tmax/Tmin, Luftfeuchte und Wind. Gerade für die neue Generation an Globalmodellen (CMIP6*) existieren bislang wenige dynamische Klimaprojektionen auf regionaler Skala, und es wird noch einige Zeit vergehen, bis diese in ausreichender Anzahl für die verschiedenen Entwicklungspfade der Menschheit zur Verfügung stehen werden. Hier können empirisch-statistische Methoden, wenn auch auf wenige meteorologische Parameter beschränkt, einen frühen Einblick gewähren, wie sich die Veränderungen der neueren Globalmodelle lokal, etwa im Gebirge, auswirken.

In welcher Weise die Verwendung von dynamisch und statistisch erzeugten Klimasimulationen sinnvoll kombiniert werden kann, ist noch nicht geklärt. Diese Frage kann und soll in einer offenen Diskussion zwischen Entwicklern und Anwendern aus unterschiedlichen Bereichen beantwortet werden. Schließlich geht es darum eine Grundlage für robuste Aussagen mit hoher Verlässlichkeit für die Impact-Forschung und für Entscheidungen hinsichtlich Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel zu generieren.

*Coupled Model Intercomparison Project, Phase 5 bzw. Phase 6: Kurze Einführung unter:

<https://www.climateurope.eu/a-short-introduction-to-climate-models-cmip-cmip6/>

**ÖKS15: <https://data.ccca.ac.at/dataset/endbericht-oks15-klimaszenarien-fur-osterreich-daten-methoden-klimaanalyse-v01>

***SPARTACUS: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/forschung/klima/klimatografien/spartacus>