

Szenarien- und Systemanalyse: Klimamodellierung

Querschnittsvorhaben Q1, Arbeitspaket MOD2

**Christian Bernhofer, Dirk Pavlik, Dennis Söhl,
Klemens Barfus, Pablo Borges**

<http://www.iwas-initiative.de>

IWAS Modellregionen (Phase I)



Osteuropa
Ukraine (R1)



Zentralasien
Mongolei (R2)



Lateinamerika
Brasilien (R5)



Südostasien
Vietnam (R3)



Naher Osten
Saudi Arabien / Oman
(R4)



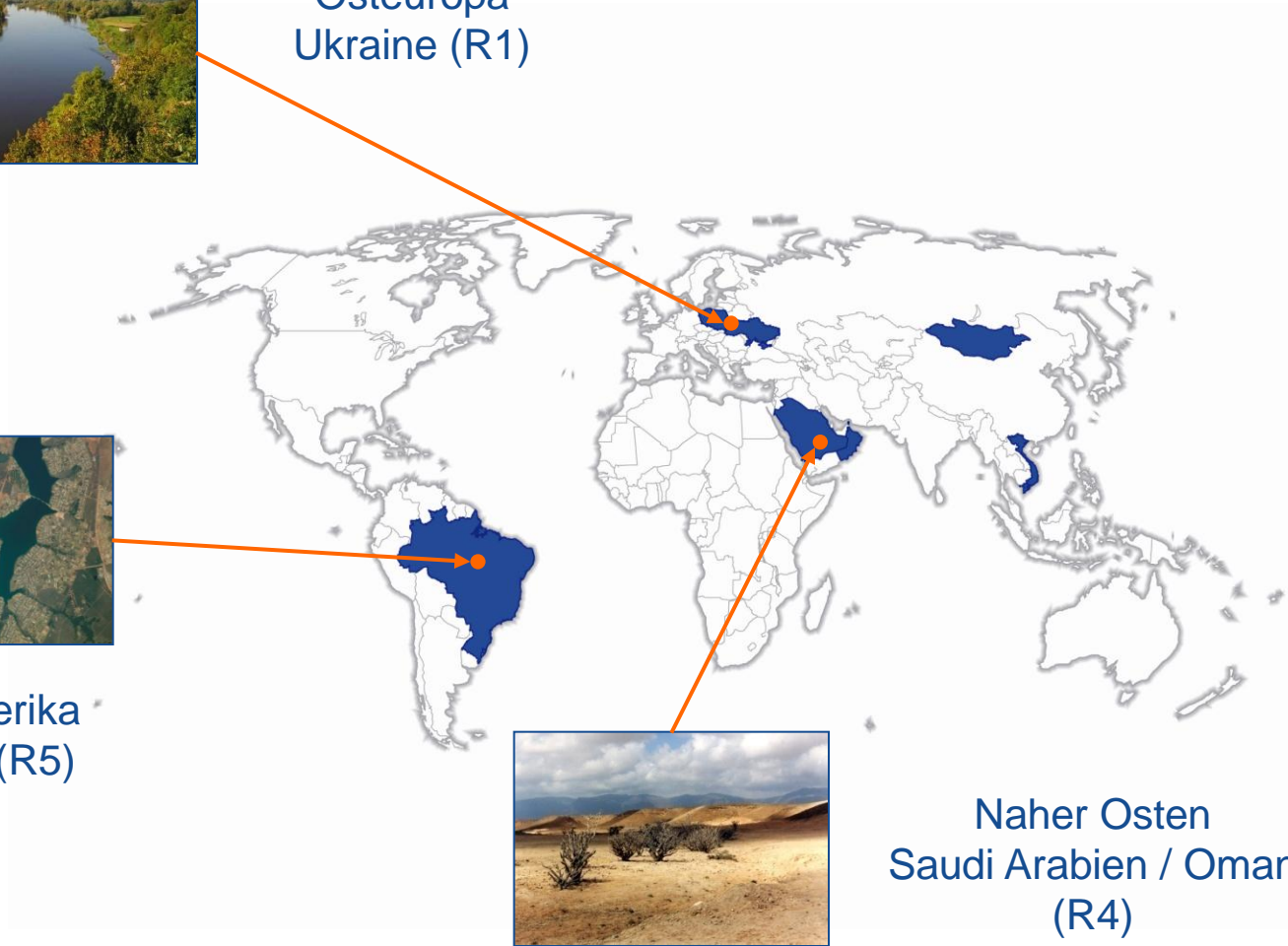
IWAS Modellregionen (Phase II)



Osteuropa
Ukraine (R1)



Lateinamerika
Brasilien (R5)



Naher Osten
Saudi Arabien / Oman
(R4)

Einführung / Überblick

IWAS Region	Teilprojekt	Mitarbeiter	Aufgaben
Osteuropa Ukraine	R1	T. Pluntke	Wasserdargebot, Wasserhaushalt, Klimadatenbank
	Q1	D. Söhl, D. Pavlik	Regionale Klimamodellierung
	Q2, Q4	M. Leidel	Capacity Development
Zentralasien Mongolei (IWAS I)	R2	S. Vetter (D. Schaffrath)	Wasserhaushalt
Naher Osten Saudi Arabien / Oman	R4 (R1, R5)	K. Barfus	GCM Analyse
Brasilien (IWAS II)	R5	Pablo Borges	Klimaanalyse, Statistisches Downscaling

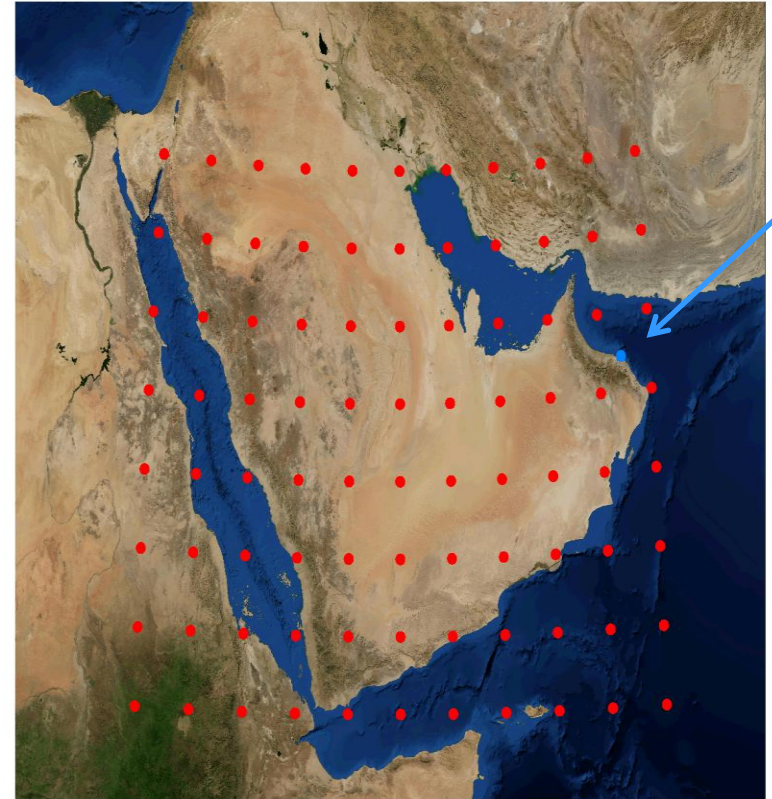
Bedeutung von Klimaprojektionen für IWRM

- Klimawandel = Teil des globalen Wandels
- Klimazukunft → Verfügbarkeit und Qualität von Wasserressourcen
- Projektionen der Klimazukunft notwendig → Nachhaltigkeit von IWRM-Strategien und Konzepten
- räumliche Auflösung von GCMs für IWRM unzureichend → regionale Klimaprojektionen → Impactmodelle, -analyse
- Modellkette mit sich verbreiterndem Unsicherheitstrichter → Denken von der Sensitivität der Systeme her (z.B. Hochwasser- oder Dürrerisiko)
- Verknüpfung im IWRM → Optionen erhalten, „no regret“-Maßnahmen identifizieren → Klimamodelle 1. Schritt

Regionale Klimaprojektionen - Methoden

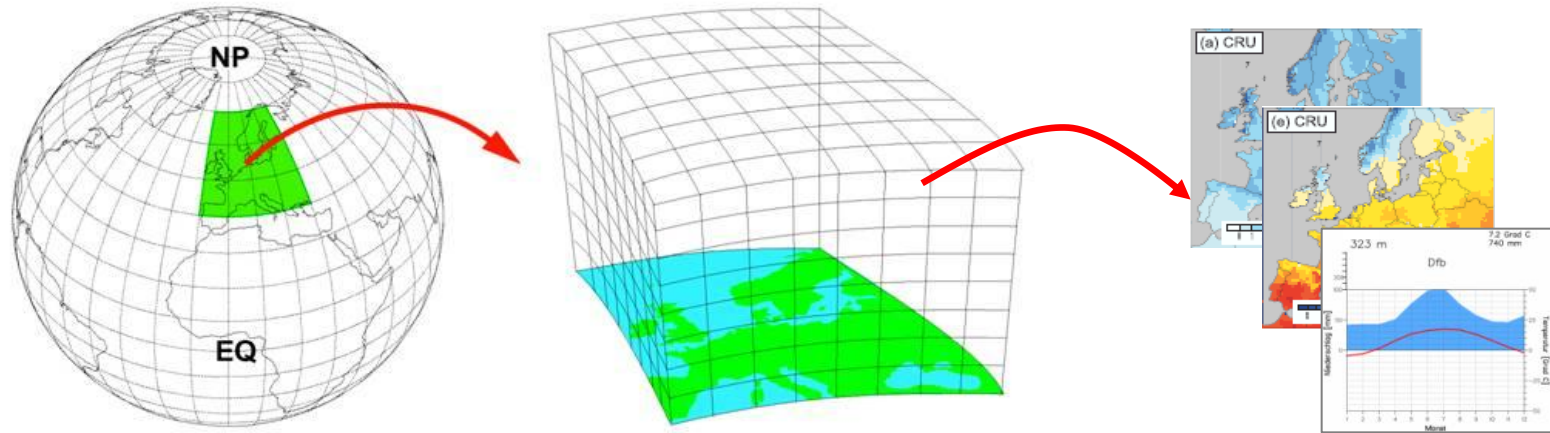
GCM Analyse (K. Barfus, R4)

1. Analyse der GCM Performance in den Teilregionen
 - 21 GCMs mit bis zu 3 Läufen aus CERA-Datenbank
 - Interpolation auf Referenzgitter
 - Referenzdaten (Reanalyse (ERA40 und NCEP) und Fernerkundung (GPCP, CMAP, ...))
 - Berechnung des Model Performance Index (MPI) und Taylor-Diagramme
2. Abschätzung des Klimasignals auf Basis der GCM-Projektionen
 - Interpolation auf Referenzstationen
 - Auswertung des Klimasignals in Abhängigkeit der Modellgüte



Regionale Klimaprojektionen - Methoden

Dynamisches Downscaling (D. Pavlik, D. Söhl; R1, R5)



Methode

Dynamische, numerische, mesoskalige Modellierung im Klimamode mit GCM-Output als Randwerte (Modellnesting)

Vorteile

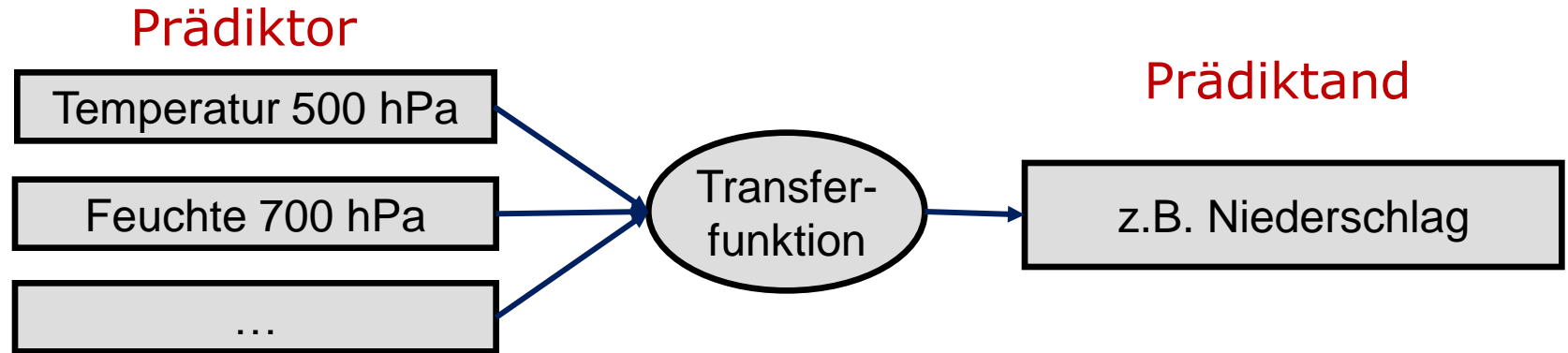
Physikalische Basis, Boden, Landnutzung und Orographie in höherer Auflösung, höher aufgelöste Darstellung atmosphärischer Prozesse

Nachteile

Akkumulation der Unsicherheiten und Fehler des globalen und des Meso-Modells
Großer Bedarf an **Computerressourcen**, lange Rechenzeiten

Regionale Klimaprojektionen - Methoden

Statistisches Downscaling (P. Borges et al., R5, R4)



Methode

Statistische Beziehungen zwischen Prädiktoren und Prädiktanden

Vorteile

Verwendung des sichersten GCM-Outputs z.B. Strömungsmuster der Allgemeinen Zirkulation
Kurze Rechenzeiten (schnelle Anwendung)

Nachteile

Qualität der Ergebnisse stark abhängig von der **Qualität und Quantität der Klimadatenreihen** und vom Output des Globalmodells und von der Wahl der Transferfunktion

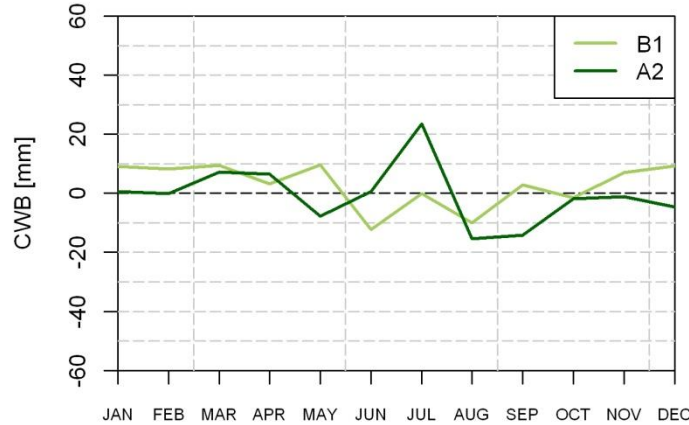
Ergebnisse aus den IWAS-Regionen

R1 – Osteuropa (Ukraine): dynamisches Downscaling

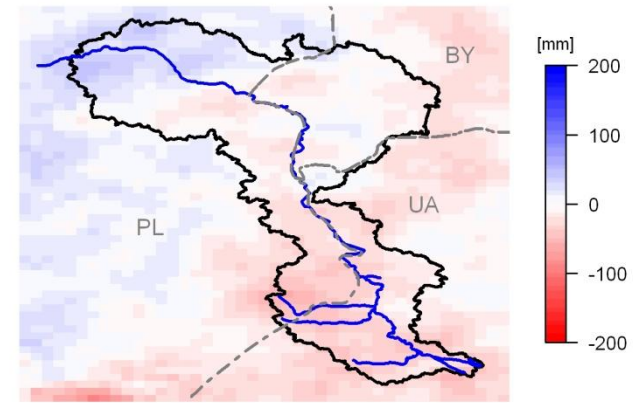
Änderung

Klimatische Wasserbilanz

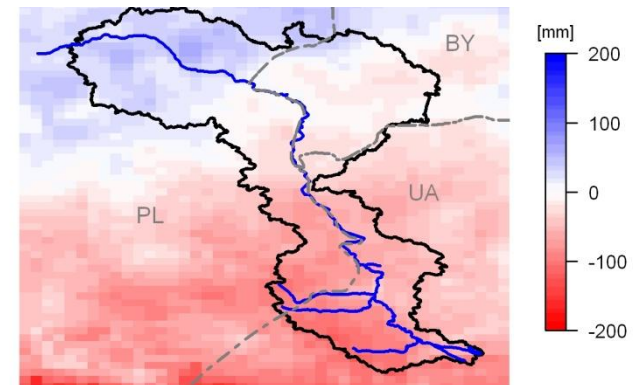
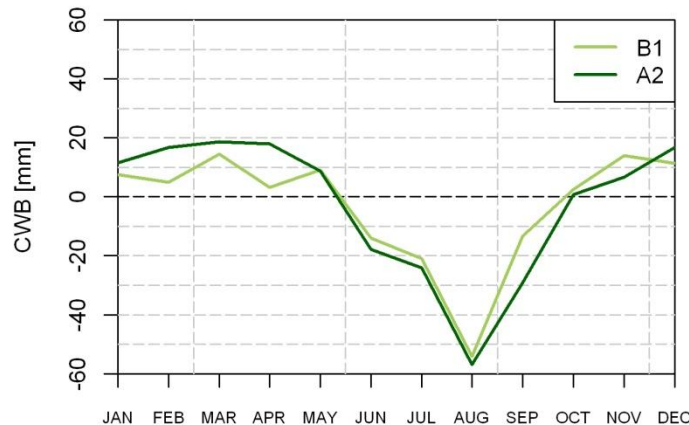
2021-2050



Szenario A2
mittlere jährliche Änderung



2071-2100



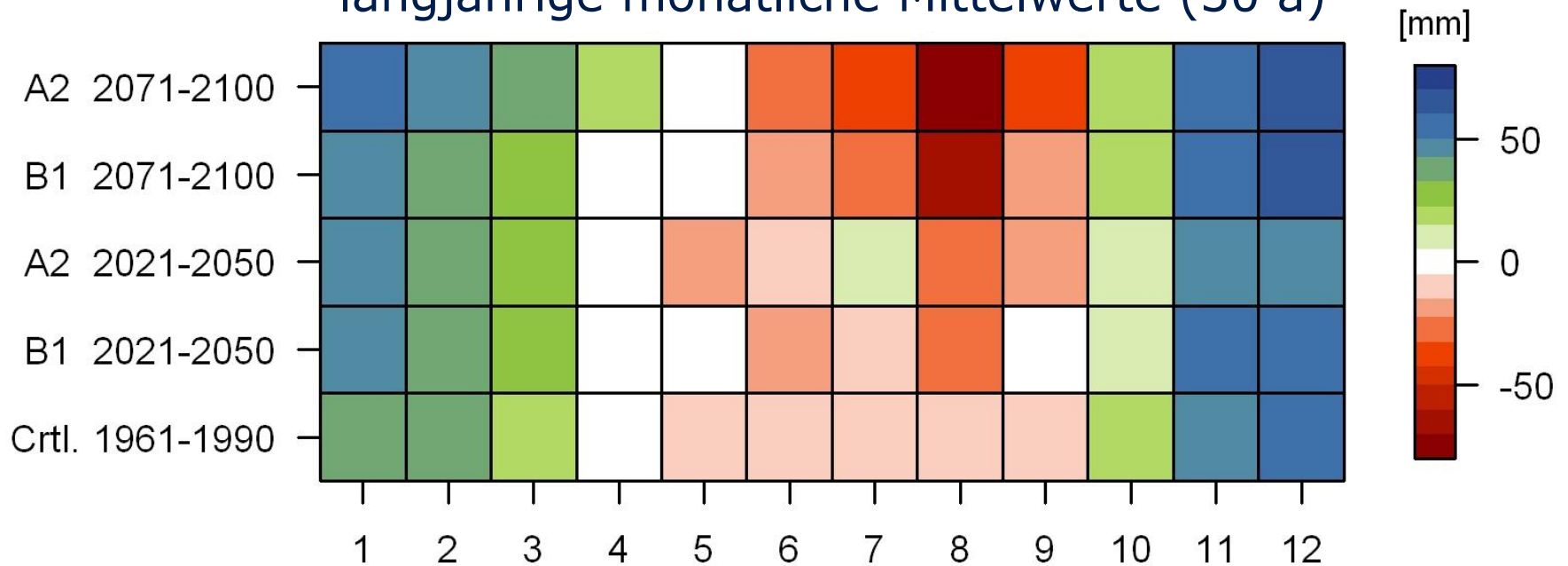
Start

Ergebnisse aus den IWAS-Regionen

R1 – Osteuropa (Ukraine)

$$CWB_{SCEN} = CWB_{CTRL I} + \Delta CWB; \quad \Delta CWB = CWB_{PROJ} - CWB_{CTRL II}$$

Klimatische Wasserbilanz [mm]
langjährige monatliche Mittelwerte (30 a)



Ergebnisse aus den IWAS-Regionen

R1 – Osteuropa (Ukraine)

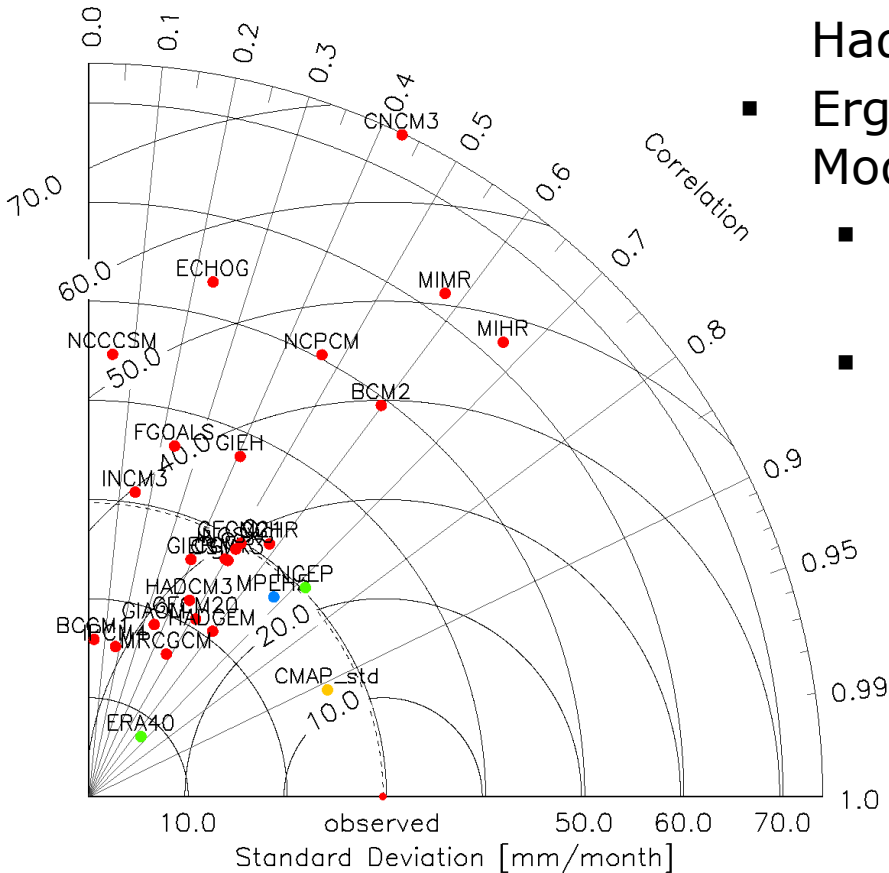


- Schwierige Datenlage (typisch → dynamisches Downscaling besser) → Datenverfügbarkeit erhöhen!
- Temperaturerhöhung gemessen und modelliert
- Niederschlag:
Winter nasser, Sommer trockener (wie Ostdeutschland)
- Klimatische Wasserbilanz im Sommer bereits heute negativ
- In der Zukunft Sommer deutlich trockener (minus 120 mm) → auch Jahresbilanz negativ → Grundwasserressourcen gefährdet

Ergebnisse aus den IWAS-Regionen

R4 – Naher Osten (Saudi Arabien / Oman)

Niederschlag



- Beste Modelle nach Model Performance Index (unabhängig von Referenzdaten): HadCM3, ECHAM5, MIHR
- Ergebnisse abhängig vom verwendeten Modell
 - → z.B. Niederschlag, keine einheitliche Trendrichtung innerhalb des Ensembles
 - Temperaturänderung der 10 besten Modelle nach Model Performance Index:

Temperaturänderung [K]

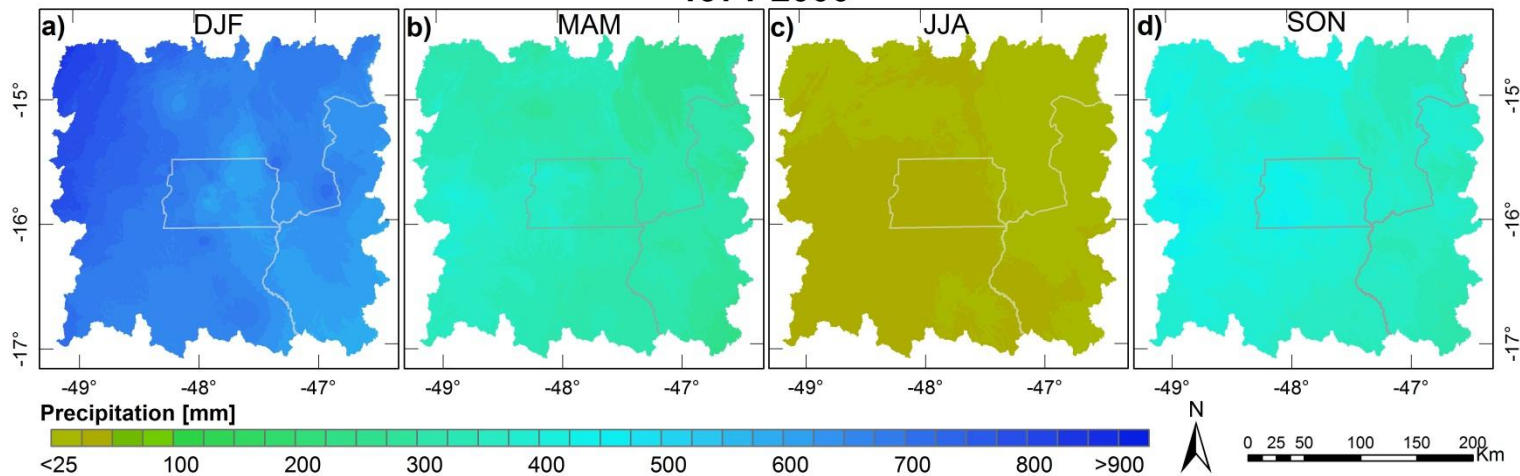
Szenario	Min	Mean	Max
B1	+0.7	+1.9	+2.9
A2	+2.9	+3.8	+4.5

Ergebnisse aus den IWAS-Regionen

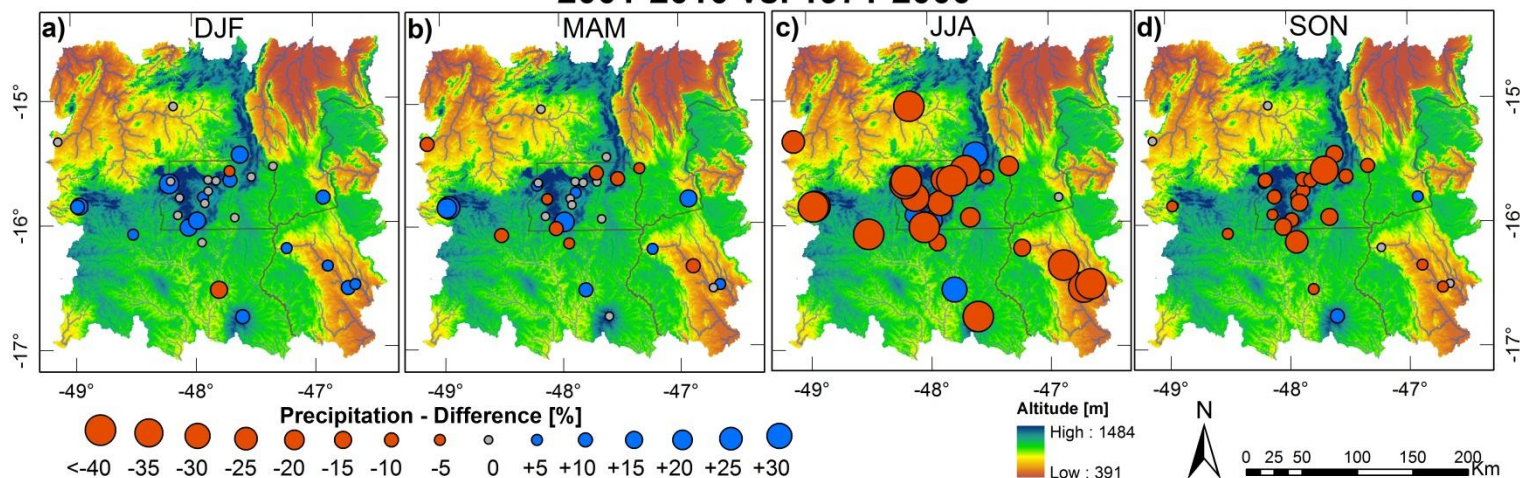
R5 – Südamerika (Brasilien): Klimaatlas

Niederschlagssignal

1971-2000



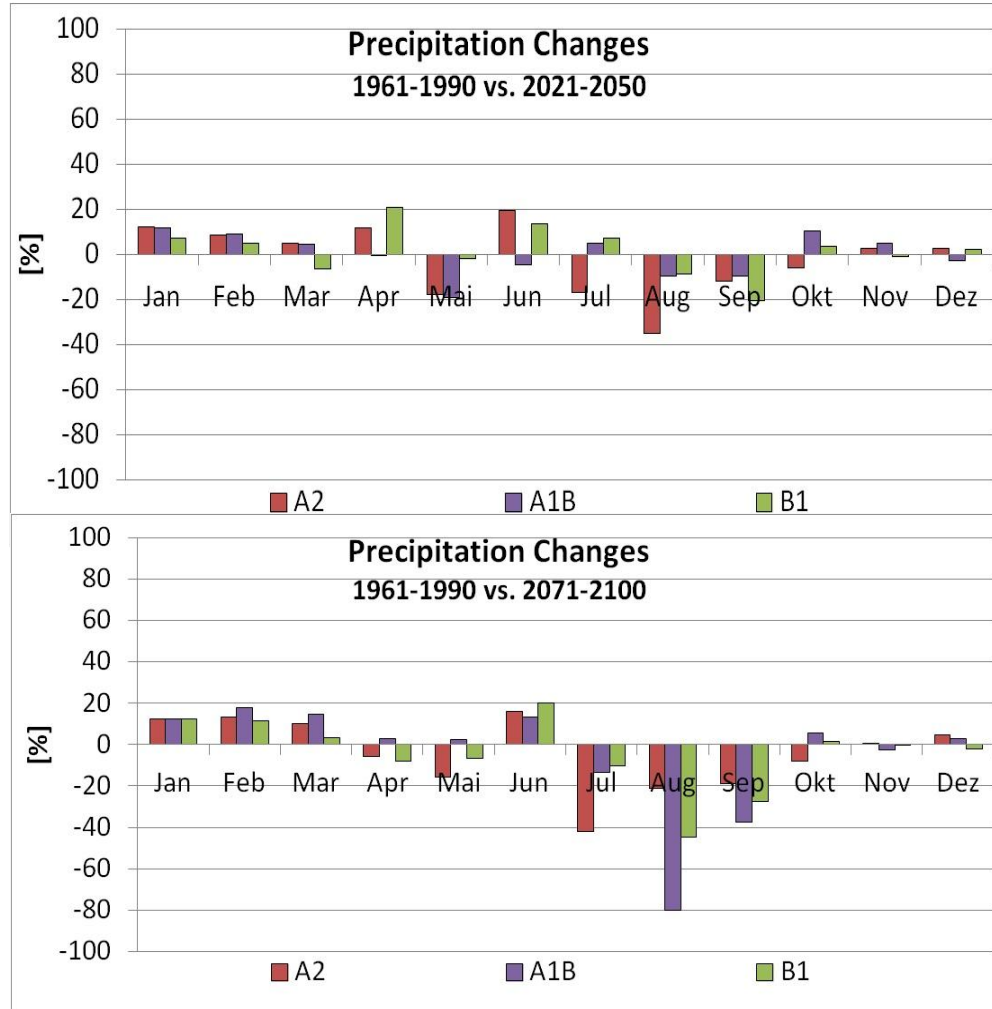
2001-2010 vs. 1971-2000



Ergebnisse aus den IWAS-Regionen

R5 – Südamerika (Brasilien): stat. Downscaling

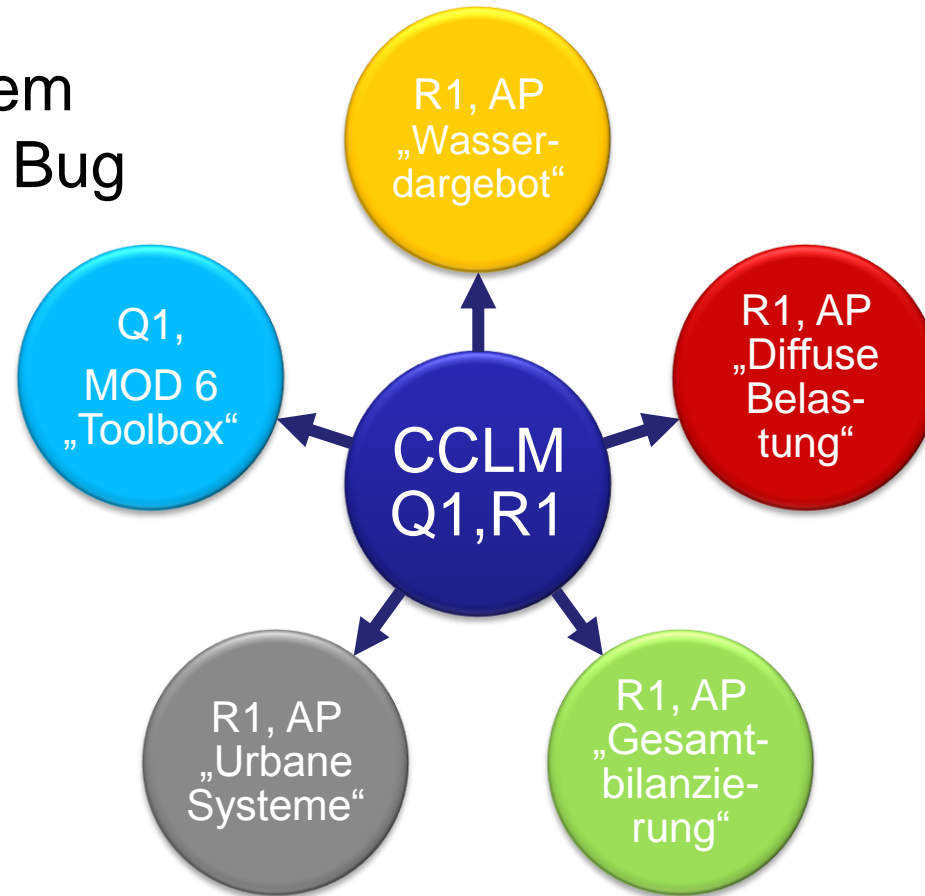
Niederschlagssignal



- Gute Datenlage (Zusammenarbeit mit INMET, CAESB, EMBRAPA, ...)
- Temperaturerhöhung gemessen und modelliert
- Niederschlag: Übergangsjahreszeiten verändert
- Längere Trockenzeit → kürzere, intensivere (?) Regenzeit

Verknüpfungen innerhalb von IWAS

Beispiel:
Verknüpfungen mit dem
CCLM im Westlichen Bug



Ausblick

- Zukünftiges Klima reduziert (wahrscheinlich) die Verfügbarkeit und Qualität von Wasserressourcen in UA (R1) und BR (R5). Naher Osten (R4)-Signal nicht eindeutig!
- GCMs liefern guten Überblick für Erstanalyse (Auswahl!).
- Regionales Downscaling für IWRM (Impactmodellierung) notwendig, mehrere Methoden sinnvoll.
Forschungsbedarf:
 - Multi-model Ensembles und ihre Bewertung
 - Rückkopplung zu Landnutzung und Landnutzungsentwicklung
 - Kopplung mit Impactmodellen (technisch – zB Bias, aber auch für die Bewertung der Vulnerabilität von Systemen!)

Danke für die Aufmerksamkeit

Acknowledgements

This work was supported by funding from the Federal Ministry for Education and Research (BMBF) (grant 02WM1028).

The authors would like to thank :

Centre for Information Services and High Performance Computing in Dresden (ZIH) for providing the high performance computer resources and for support.

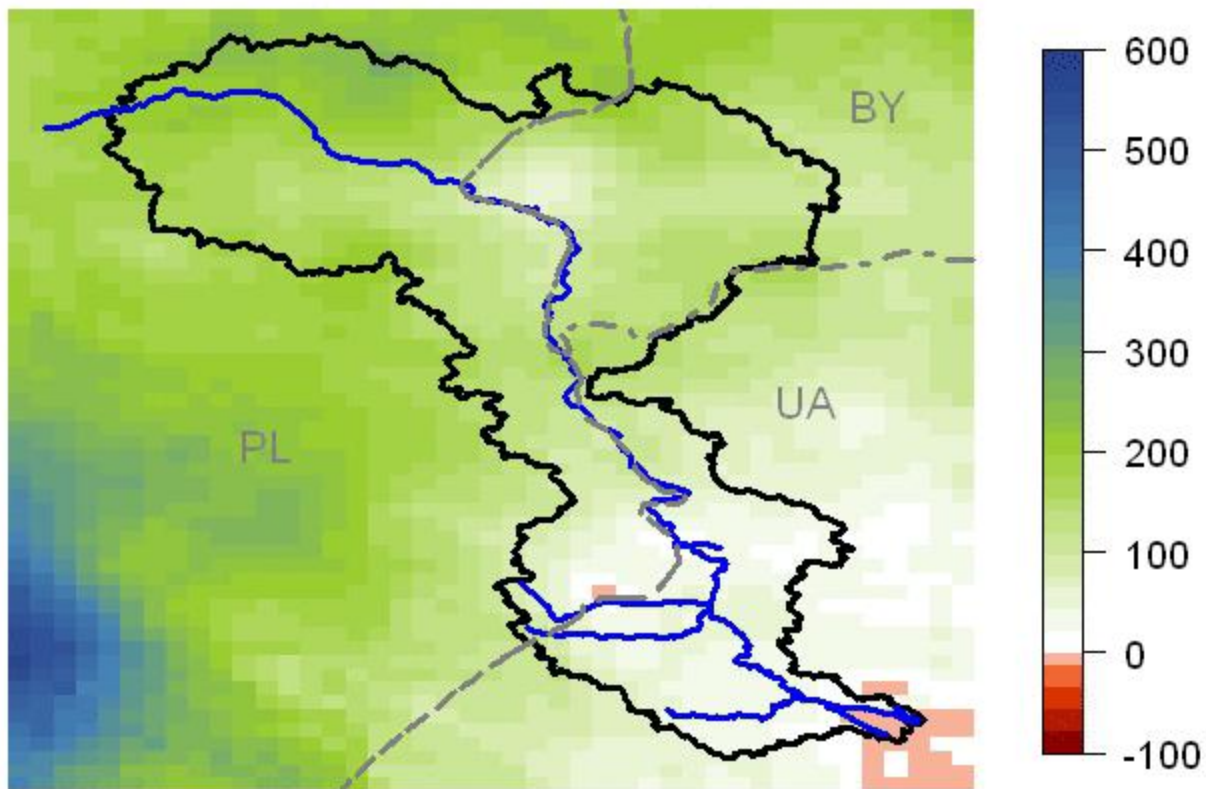
German High Performance Computing Centre for Climate- and Earth System Research (DKRZ) for providing the ERA40 and ECHAM5 data sets.

State Environment Agency Rheinland-Pfalz, Germany, for providing the software package InterMet.

CLM-Community for providing access to and support for the CCLM as well as for scientific discussions and valuable advice.



climatic water balance, A2
moving average (2011 - 2040)



[Zurück](#)