

KLIWAS

Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt
Entwicklung von Anpassungsoptionen

Referenzdaten und Klimaprojektionen: Flussgebietsbezogene hydrometeorologische Kennwerte

Florian Imbery
florian.imbery@dwd.de
Deutscher Wetterdienst Offenbach



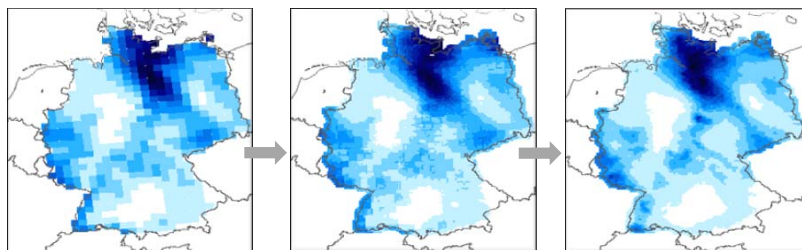
3. KLIWAS Statuskonferenz, 12./13. November 2013



Aufbereitung von Klimaprojektionen & Bereitstellung von Referenzdaten



- Räumlich hochaufgelöste Klimaprojektionen und Referenzdaten (Regionalisierung)
- Evaluierung Wetterlagen in Globalen Klimamodellen
- Korrektur systematischer Abweichungen (Bias-Korrektur)
- Evaluierung der Simulationsgüte der aufbereiteten Klimaprojektionsdaten
- Abschätzungen der Bandbreiten (Multimodellansatz)
- Analyse des Extremwertverhaltens der hydrometeorologisch relevanter Parameter (Ensembleauswertung)



Aufbereitung von Klimaprojektionen & Bereitstellung von Referenzdaten

Tageswerte

- Lufttemperatur
- Niederschlag
- Globalstrahlung
- Rel. Feuchte

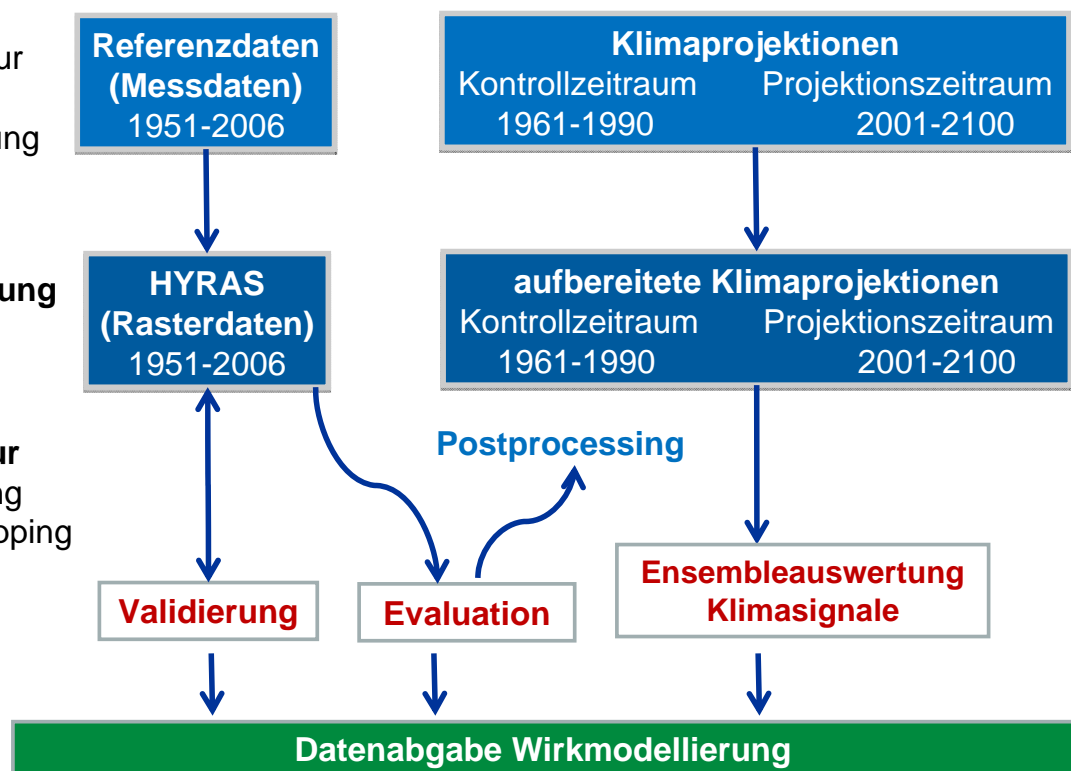
Regionalisierung

- 5 km x 5 km

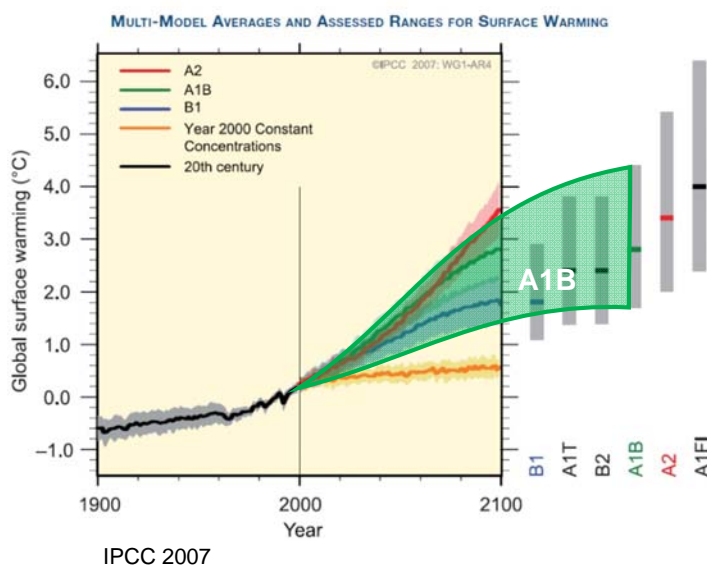
Bias-Korrektur

- Linear Scaling
- Quantile Mapping

Auswertung



Klimaprojektionen Multimodellansatz & Emissionsszenarien



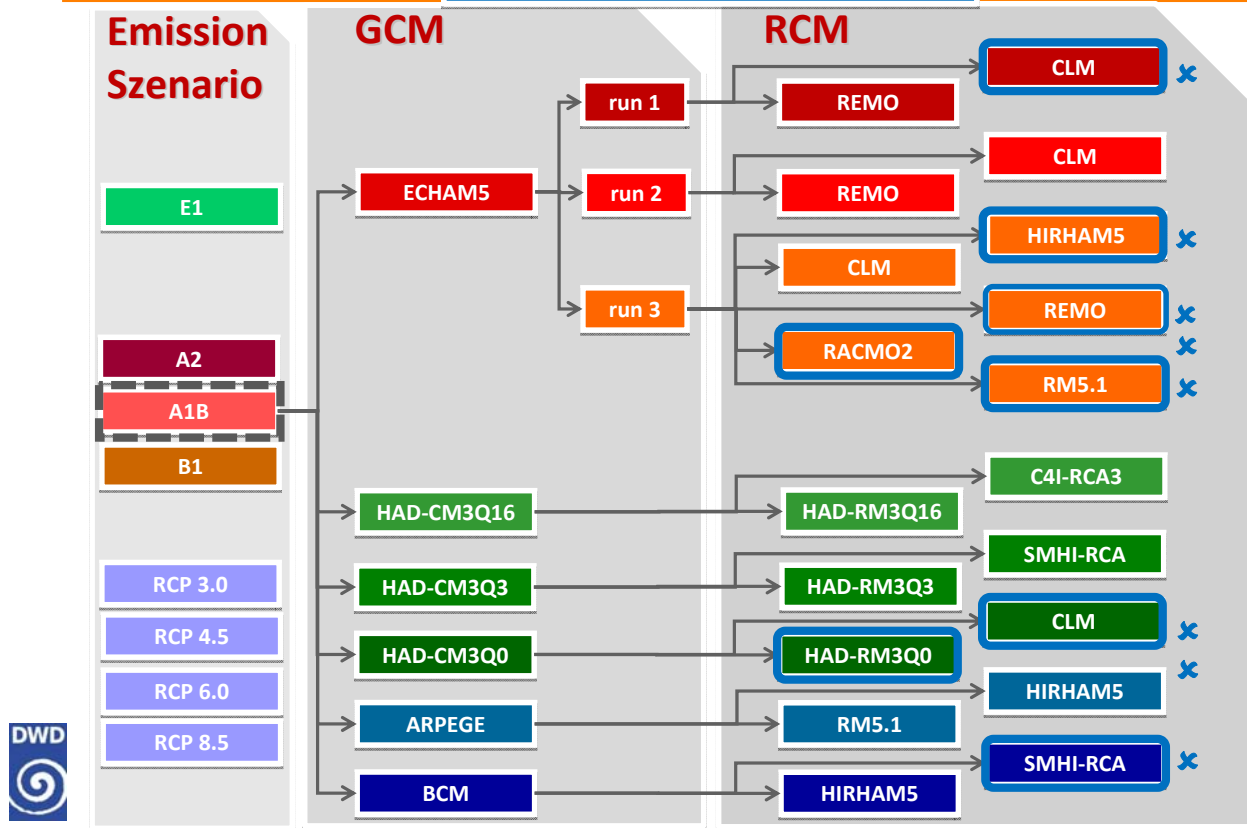
Schwerpunkt SRES-A1B,
möglichst viele Modellkombinationen

Ensemble-Bildung:

- A1B-Szenario
- 17 Kombinationen aus 8 GCMs und unterschiedlichen RCMs
- Kontrollzeitraum: 1961-1990
- Projektionszeitraum: 2021-2050 und 2071-2100

Dateninput:

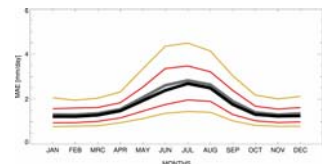
- EU FP6 Integrated Project ENSEMBLES
- CERA (cera-www.dkrz.de)



Auswertung

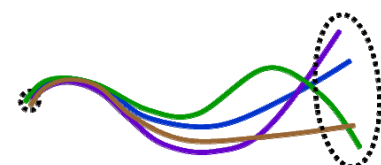
1. Wie groß ist das Vertrauen in die Qualität unseres aufbereiteten Klimaprojektionsensembles? (Evaluation)

- Wie gut bilden die Klimaprojektionen die klimatische Realität in der Vergangenheit ab?
- Wie gut repräsentieren die Referenzdaten gemessene meteorologische Werte?



2. Welche Änderungen lassen uns die Ergebnisse des Klimaprojektionsensembles erwarten? (Trends und Ensembleauswertung)

- Welche Änderungen der mittleren klimatischen Zustände können wir erwarten?
- Welche Änderungen von Extremereignissen können wir erwarten?
- Wie groß ist die Bandbreite möglicher zukünftiger klimatischer Zustände?



Validierung der Referenzdaten

Rauthe et al. 2013

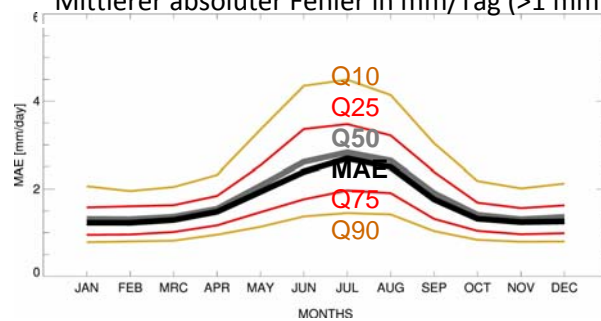
Parameter
Niederschlag 2.0
Temperatur 1.01
Rel. Feuchte 1.01

- Niederschlag:**
 Mittlerer absoluter Fehler ~1.5 mm/Tag (Winter) und ~2,5 mm/Tag (Sommer)
- Lufttemperatur; relative Feuchte:**
 ~ Größenordnung des Messfehlers (0,1°C; 1%)

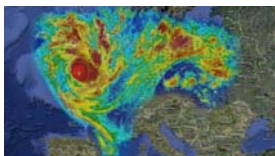
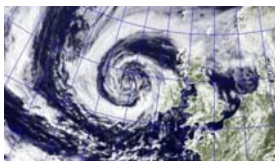
Unsicherheiten
Messnetzdicke
Regionalisierung

Niederschlag:

Mittlerer absoluter Fehler in mm/Tag (>1 mm)

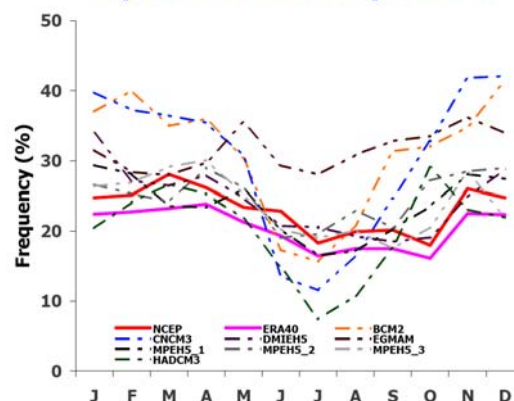


Evaluation Globale Klimamodelle



Daten	Zeitraum	Kernaussagen
4 Reanalysen	1951-2000	Wetterlagenbias ist unterschiedlich ausgeprägt
12 GCM Läufe		

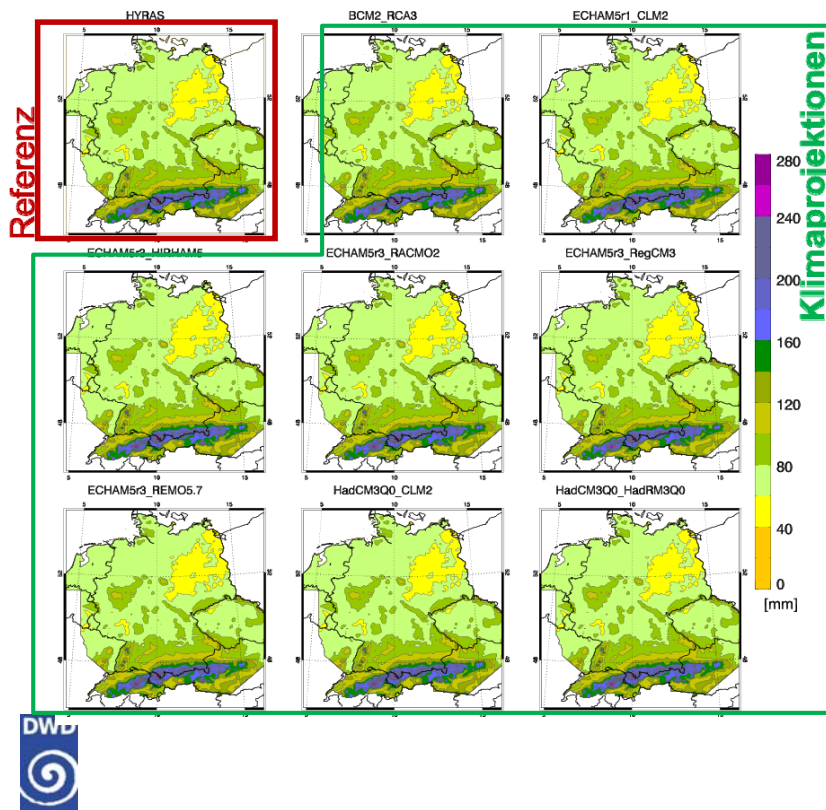
Cyclonal weather patterns



Beispiel
zu häufiger Tiefdruckeinfluss im Winterhalbjahr
trägt zu nasserem Verhältnissen bei
zu hohe Niederschläge im Winterhalbjahr



Evaluation Klimaprojektionen 1961-1990

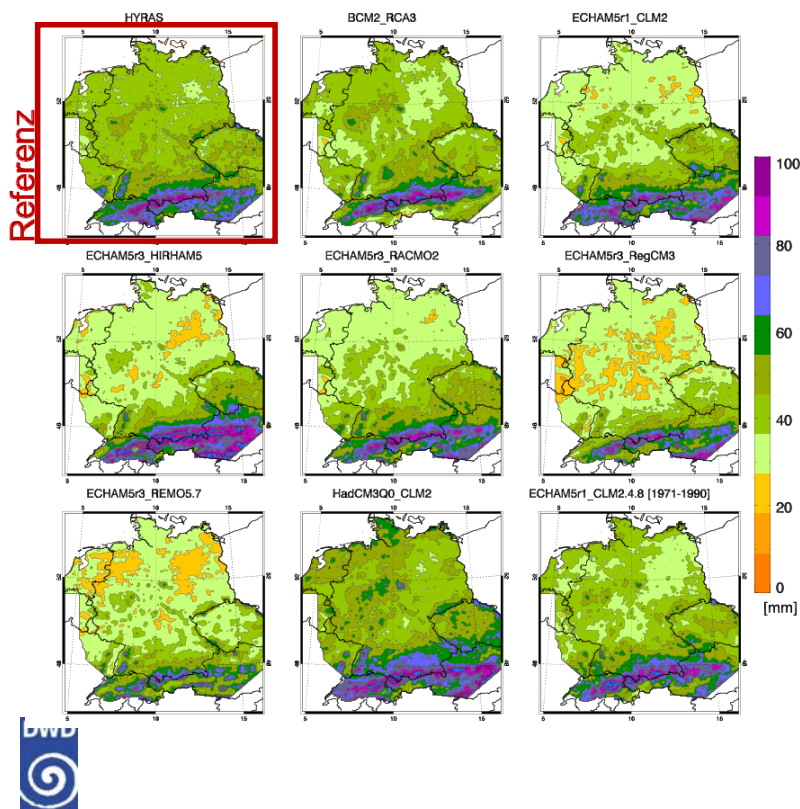


Sehr gute Ergebnisse für langjährige Mittelwerte
Bias-Korrektur: Linear Scaling

...

Mittlere monatliche Niederschlagssummen [mm]
Sommer 1961-1990

Evaluation Klimaprojektionen 1961-1990



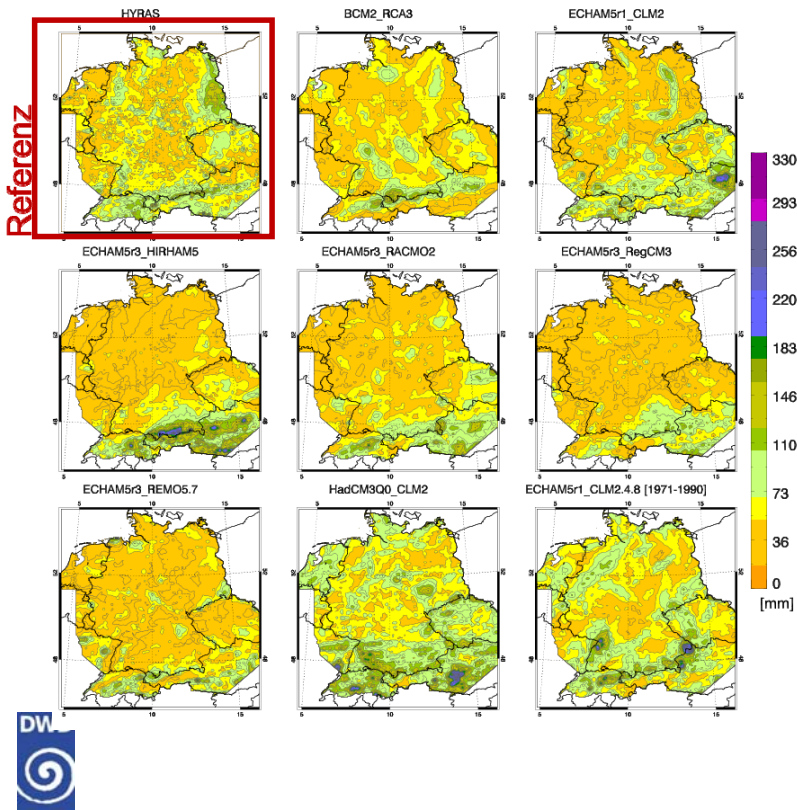
Sehr gute Ergebnisse für langjährige Mittelwerte
Bias-Korrektur: Linear Scaling

...

nicht so gut für Extremwerte ...

99. Perzentil Niederschlag [mm]
Sommer 1961-1990

Evaluation Klimaprojektionen 1961-1990



Sehr gute Ergebnisse für langjährige Mittelwerte
Bias-Korrektur: Linear Scaling

...
nicht so gut für Extremwerte ...

... zufriedenstellend gut für viele Klima-Indizes

Höchste Niederschlags-
summe 5 Tage [mm]
Sommer 1961-1990

Klimatologische Trends HYRAS 1952 - 2005

Parameter

Niederschlag v2.0

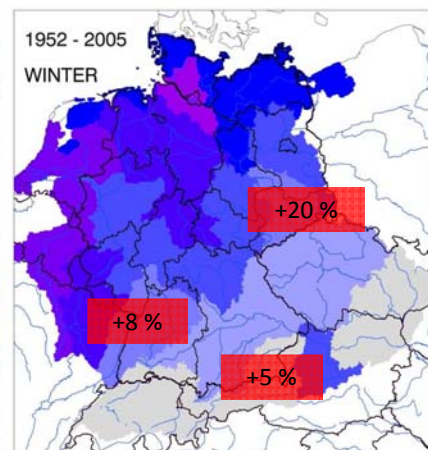
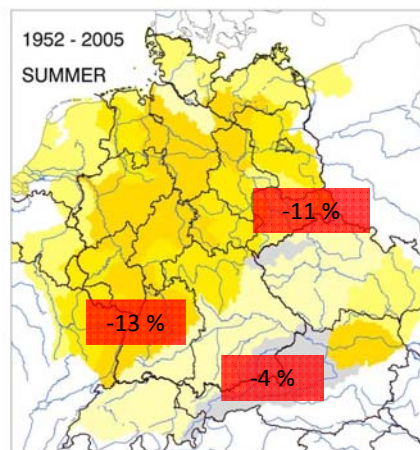


Sommer

Winter

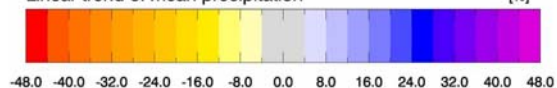
Abnahme der mittleren Niederschläge

Zunahme der mittleren Niederschläge



Linear trend of mean precipitation

[%]



Rauthe et al. 2013

Klimatologische Trends HYRAS 1952 - 2005

Parameter

Lufttemperatur v1.01

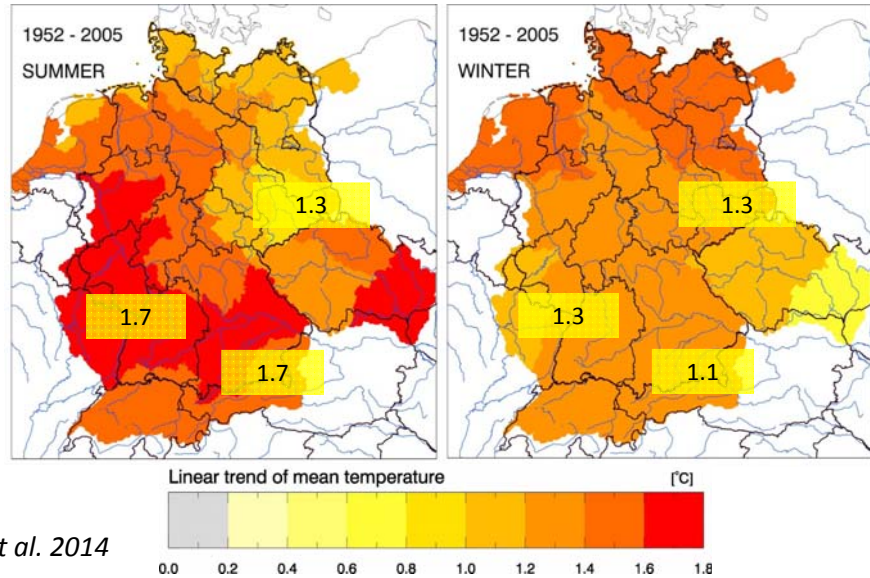


Sommer

Winter

Zunahme der
Lufttemperatur

Zunahme der
Lufttemperatur



Frick et al. 2014



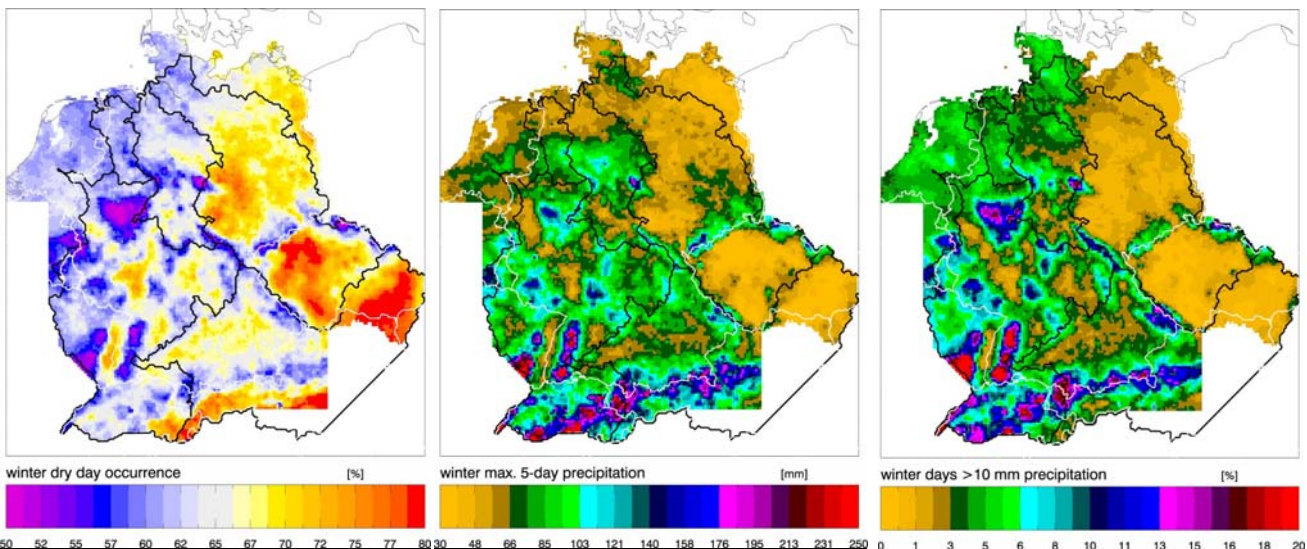
Klimatologische Indizes HYRAS

Klimatologische Kenngrößen

Trockentage (<1mm)

5-Tages-Maximum

Winter
> 10 mm

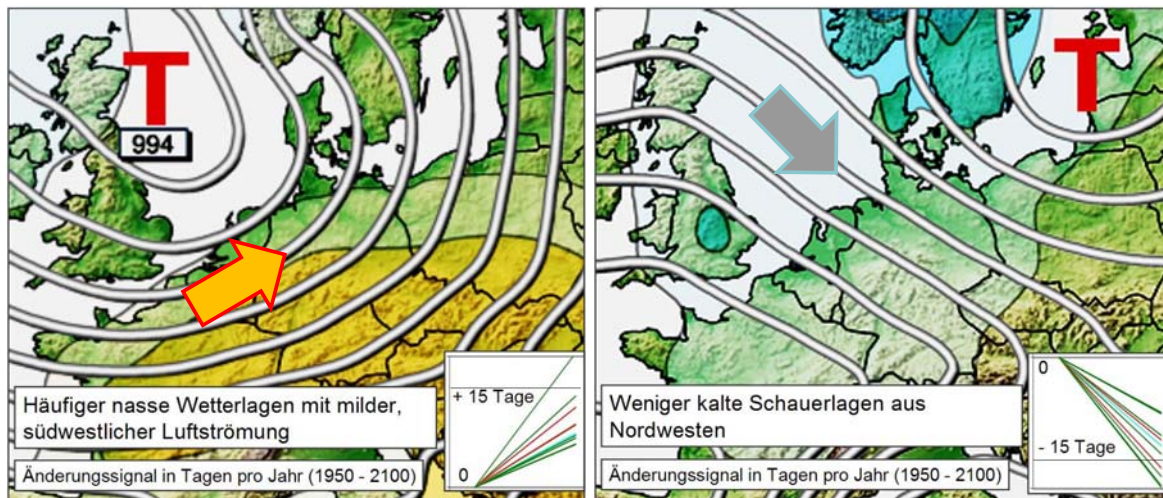


Raue et al. 2013



Wetterlagen ändern sich

Riediger et al. 2014

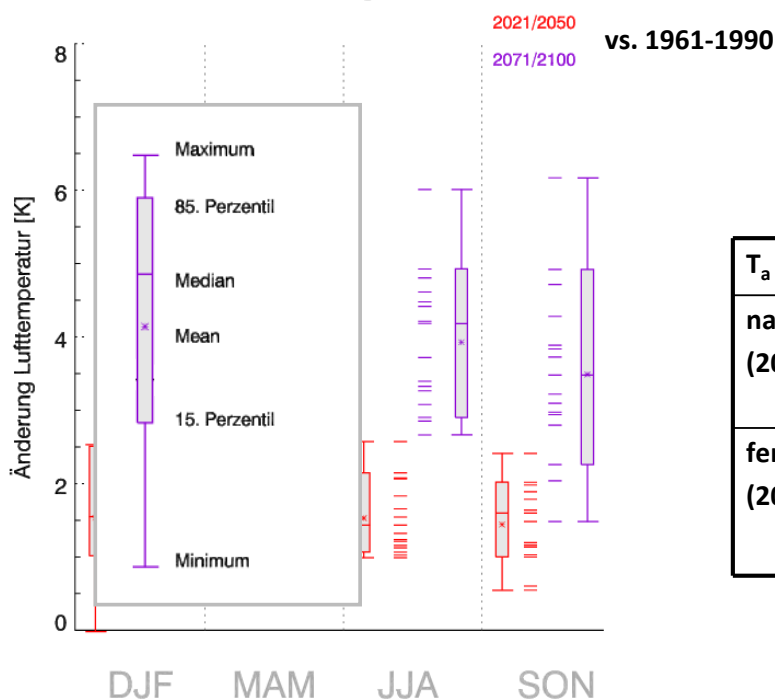


Änderungen der
Wetterlagenhäufigkeiten
tragen zu veränderten
Niederschlagsmengen bei

Winter	Sommer
milder, nasser	wärmer, trockener
mehr Starkniederschläge	mehr Trockentage mehr heiße Tage

Ensembleauswertung | Einzugsgebiete Absolute Änderung Lufttemperatur [°C]

Rhein



T _a 2m	Sommer	Winter
nahe Zukunft (2021-2050)	+1 bis +2°C ↗	+0.5 bis +2.5°C ↗
ferne Zukunft (2071-2100)	+3 bis +5°C ↗	+2 bis +5°C ↗

Ensembleauswertung | Einzugsgebiete

Absolute Änderung Lufttemperatur vs.1961-1990 [°C]



Zunahme der Lufttemperatur im gesamten KLIWAS-Gebiet, bis zu 5°C für den Zeitraum 2071-2100

Elbe	Sommer	Winter
nahe Zukunft (2021-2050)	+1 bis +2°C ↗	+0.5 bis +2.5°C ↗
ferne Zukunft (2071-2100)	+2.5 bis +4°C ↗	+2.5 bis +5°C ↗

Rhein	Sommer	Winter
nahe Zukunft (2021-2050)	+1 bis +2°C ↗	+0.5 bis +2.5°C ↗
ferne Zukunft (2071-2100)	+3 bis +5°C ↗	+2 bis +5°C ↗

Donau	Sommer	Winter
nahe Zukunft (2021-2050)	+1 bis +2°C ↗	+0.5 bis +2.5°C ↗
ferne Zukunft (2071-2100)	+3 bis +5°C ↗	+2 bis +5°C ↗

Ensembleauswertung | Einzugsgebiete

Relative Änderung Niederschlag vs.1961-1990 [%]



Geringe Änderung bis Mitte des Jahrhunderts, Sommer: Abnahme der Niederschläge, Winter: Zunahme der Niederschläge für 2071-2100

Elbe	Sommer	Winter
nahe Zukunft (2021-2050)	-6 bis +9 % →	-6 bis +16 % ↗
ferne Zukunft (2071-2100)	-24 bis -4 % ↘	+3 bis +23 % ↗

Rhein	Sommer	Winter
nahe Zukunft (2021-2050)	-10 bis +3 % ↘	-6 bis +11 % →
ferne Zukunft (2071-2100)	-32 bis -12 % ↘	+2 bis +24 % ↗

Donau	Sommer	Winter
nahe Zukunft (2021-2050)	-8 bis +6 % →	-12 bis +9 % →
ferne Zukunft (2071-2100)	-24 bis -7 % ↘	-4 bis +23 % ↗

Ensembleauswertung | Einzugsgebiete Klimaindizes Längste Periode feuchte bzw. trockene Tage

Trocken- und Feuchteindizes:

- Schwache Änderung bis Mitte des Jahrhunderts
- Regional differenzierte Änderung bis Ende des Jahrhunderts für Trockenindizes

Elbe	Längste Feuchtperiode	Längste Trockenperiode
nahe Zukunft (2021-2050)	0 bis +2 d →	+3 bis +7 d ↗
ferne Zukunft (2071-2100)	-1 bis +3 d →	+4 bis +14 d ↗

Rhein	Längste Feuchtperiode	Längste Trockenperiode
nahe Zukunft (2021-2050)	0 bis +2 d →	+3 bis +7 d ↗
ferne Zukunft (2071-2100)	-1 bis +3 d →	+4 bis +14 d ↗

Donau	Längste Feuchtperiode	Längste Trockenperiode
nahe Zukunft (2021-2050)	0 d →	+0 bis +2 d →
ferne Zukunft (2071-2100)	0 d →	+0 bis +10 d ↗

Ensembleauswertung Klimaindizes Änderung Anzahl Heiße Tage [$T_{max} > 30^{\circ}C$]

2021-2050

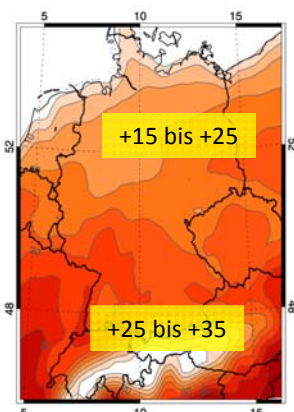
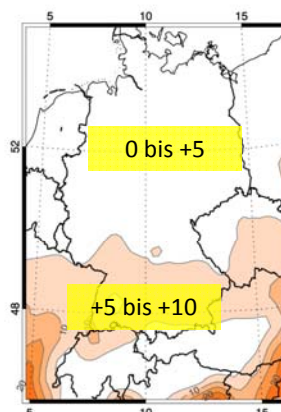
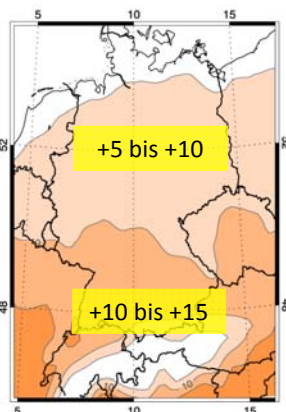
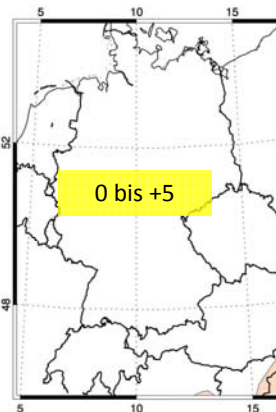
2071-2100

15tes Perzentil

85tes Perzentil

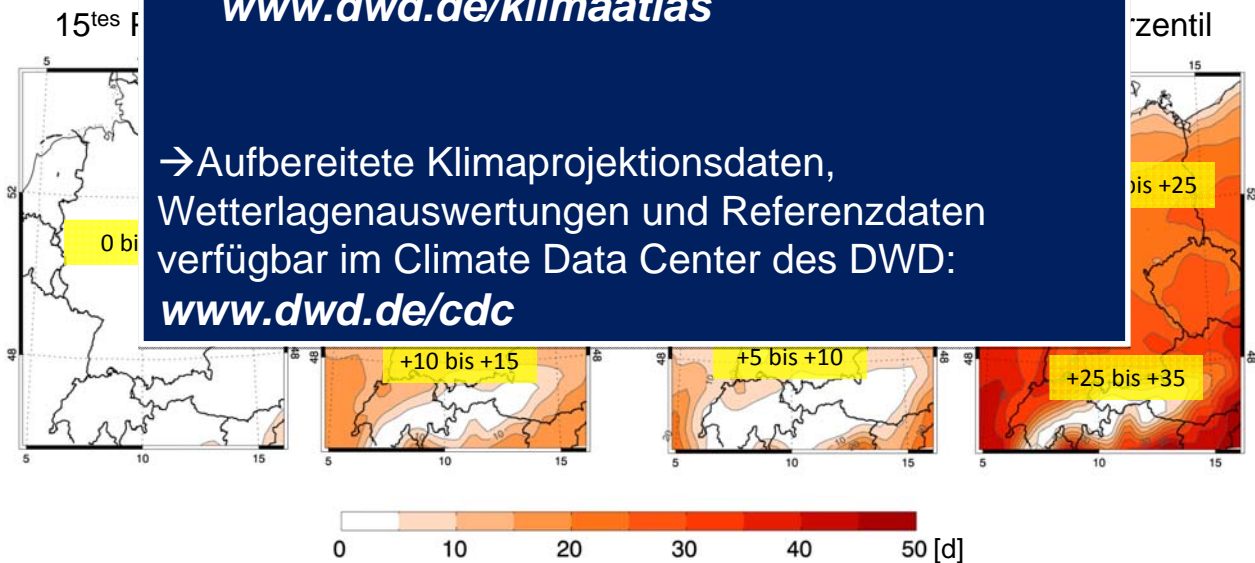
15tes Perzentil

85tes Perzentil



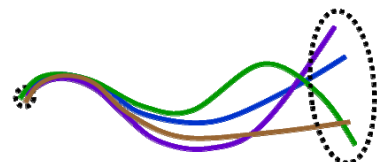
→ Karten:
www.dwd.de/klimaatlas

→ Aufbereitete Klimaprojektionsdaten,
Wetterlagenauswertungen und Referenzdaten
verfügbar im Climate Data Center des DWD:
www.dwd.de/cdc



Zusammenfassung

- Hochaufgelöste (5 km x 5 km) Beobachtungsdatensätze und aufbereitetes Klimaprojektionsensemble auf einem einheitlichen räumlichen Gitter
- Bereitstellung einer Vielzahl abgeleiteter Klimaindizes für verschiedene Fragestellungen
- Klimasignale: zum Teil starke Änderungen bis Ende des Jahrhunderts
- Unsicherheit in Klimaprojektionen: Aussagen über Bandbreiten
- **Ausblick:** Erweiterung des Ensembles mit neuen Projektionsläufen, basierend auf RCPs



KLIWAS Ergebnisse unterstützen Untersuchungen zur Anpassung an den Klimawandel



Netzwerk Vulnerabilität



Die Bundesregierung

Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel
vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossen

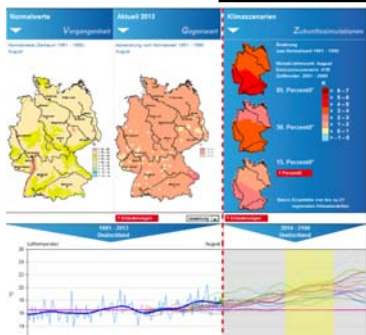
FEHRL Brussels, 4th to 6th June 2013

CLIPDaR -- Climate Projection Data base for Roads

Creating a basis for a trans-European assessment of the impact of climate change on the transport system.
Matulla, Namyslo, Türk, Fuchs, Chimani



WETRAX



Projekt 1.01: Flussgebietsbezogene hydrometeorologische Referenzdaten

Projekt 1.02: Bereitstellung anwendungsorientierter und bewerteter Klimaprojektionsdaten

**Claudia Frick
Annegret Gratzki
Florian Imbery
Alex Mazurkiewicz
Joachim Namyslo
Sabrina Plagemann
Monika Rauthe
Ulf Riediger
Heiko Steiner**

