

Bandbreitenabschätzung der statistischen Klimaregionalisierung für Baden-Württemberg – erste Ergebnisse

A. Spekat, W. Enke, F. Kreienkamp

Climate & Environment Consulting Potsdam GmbH

Herausforderung Klimawandel BW, Karlsruhe, 10. Okt. 2007

www.cec-potsdam.de

Übersicht

- Was und wer ist CEC Potsdam?
- Was ist unser Beitrag zum Verbundprojekt?
- Ein paar methodische Worte
- Beispiele und erste Auswertungen
- Das ist nur der Anfang...
Die nächsten Schritte



Die Idee

- Beratung im Bereich Klima/Wetter/Umwelt
- Als 100% kommerzielle GmbH
- Einsatz von größtenteils selbst entwickelten Werkzeugen
- Besondere Expertise auf diesen Gebieten:
 - Klimadiagnose
 - statistische Klimamodellierung
 - statistische Wettervorhersage
 - Klimaimpakte
 - Hydrologie
 - Luftreinhaltung
- Konvergenz: Weiterführung von Aktivitäten der Firma Meteo-Research mit einer Ausgründung des PIK-Potsdam e.V.

Die Idee

- Beratung im Bereich Klima/Wetter/Umwelt
- Als 100% kommerzielle GmbH
- Einsatz von größtenteils selbst entwickelten Werkzeugen
- Besondere Expertise auf diesen Gebieten:
 - Klimadiagnose
 - statistische Klimamodellierung
 - statistische Wettervorhersage
 - Klimaimpakte
 - Hydrologie
 - Luftreinhaltung
- Konvergenz: Weiterführung von Aktivitäten der Firma Meteo-Research mit einer Ausgründung des PIK-Potsdam e.V.



Die Idee

- Beratung im Bereich Klima/Wetter/Umwelt
- Als 100% kommerzielle GmbH
- Einsatz von größtenteils selbst entwickelten Werkzeugen
- Besondere Expertise auf diesen Gebieten:
 - Klimadiagnose
 - statistische Klimamodellierung
 - statistische Wettervorhersage
 - Klimaimpakte
 - Hydrologie
 - Luftreinhaltung
- Konvergenz: Weiterführung von Aktivitäten der Firma Meteo-Research mit einer Ausgründung des PIK-Potsdam e.V.



Die Idee

- Beratung im Bereich Klima/Wetter/Umwelt
- Als 100% kommerzielle GmbH
- Einsatz von größtenteils selbst entwickelten Werkzeugen
- Besondere Expertise auf diesen Gebieten:
 - Klimadiagnose
 - statistische Klimamodellierung
 - statistische Wettervorhersage
 - Klimaimpakte
 - Hydrologie
 - Luftreinhaltung
- Konvergenz: Weiterführung von Aktivitäten der Firma Meteo-Research mit einer Ausgründung des PIK-Potsdam e.V.

Die Idee

- Beratung im Bereich Klima/Wetter/Umwelt
- Als 100% kommerzielle GmbH
- Einsatz von größtenteils selbst entwickelten Werkzeugen
- Besondere Expertise auf diesen Gebieten:
 - **Klimadiagnose**
 - statistische Klimamodellierung
 - statistische Wettervorhersage
 - Klimaimpakte
 - Hydrologie
 - Luftreinhaltung
 - Konvergenz: Weiterführung von Aktivitäten der Firma Meteo-Research mit einer Ausgründung des PIK-Potsdam e.V.



Die Idee

- Beratung im Bereich Klima/Wetter/Umwelt
- Als 100% kommerzielle GmbH
- Einsatz von größtenteils selbst entwickelten Werkzeugen
- Besondere Expertise auf diesen Gebieten:
 - Klimadiagnose
 - **statistische Klimamodellierung**
 - statistische Wettervorhersage
 - Klimaimpakte
 - Hydrologie
 - Luftreinhaltung
- Konvergenz: Weiterführung von Aktivitäten der Firma Meteo-Research mit einer Ausgründung des PIK-Potsdam e.V.



Die Idee

- Beratung im Bereich Klima/Wetter/Umwelt
- Als 100% kommerzielle GmbH
- Einsatz von größtenteils selbst entwickelten Werkzeugen
- Besondere Expertise auf diesen Gebieten:
 - Klimadiagnose
 - statistische Klimamodellierung
 - statistische Wettervorhersage
 - **Klimaimpakte**
 - Hydrologie
 - Luftreinhaltung
- Konvergenz: Weiterführung von Aktivitäten der Firma Meteo-Research mit einer Ausgründung des PIK-Potsdam e.V.



Die Idee

- Beratung im Bereich Klima/Wetter/Umwelt
- Als 100% kommerzielle GmbH
- Einsatz von größtenteils selbst entwickelten Werkzeugen
- Besondere Expertise auf diesen Gebieten:
 - Klimadiagnose
 - statistische Klimamodellierung
 - statistische Wettervorhersage
 - Klimaimpakte
 - Hydrologie
 - Luftreinhaltung
- Konvergenz: Weiterführung von Aktivitäten der Firma Meteo-Research mit einer Ausgründung des PIK-Potsdam e.V.

Für PArK relevante Verfahren und Entwicklungen

- Wetterlagenbasierte Regionalisierung (WETTREG), entwickelt von Enke
- Interaktives Diagnose- und Präsentationstool (IDP) zur explorativen Datenanalyse, entwickelt von Kreienkamp
- Entwicklung gefördert durch mehrere Bundesländer (z.B. BW, BY, HE, RP, SN, TH) und das UBA. Genutzt von Beratungsfirmen sowie Landes- und Bundesbehörden.



Für PArK relevante Verfahren und Entwicklungen

- Wetterlagenbasierte Regionalisierung (WETTREG), entwickelt von Enke
- Interaktives Diagnose- und Präsentationstool (IDP) zur explorativen Datenanalyse, entwickelt von Kreienkamp
- Entwicklung gefördert durch mehrere Bundesländer (z.B. BW, BY, HE, RP, SN, TH) und das UBA.
Genutzt von Beratungsfirmen sowie Landes- und Bundesbehörden.



Für PArK relevante Verfahren und Entwicklungen

- Wetterlagenbasierte Regionalisierung (WETTREG), entwickelt von Enke
- Interaktives Diagnose- und Präsentationstool (IDP) zur explorativen Datenanalyse, entwickelt von Kreienkamp
- Entwicklung gefördert durch mehrere Bundesländer (z.B. BW, BY, HE, RP, SN, TH) und das UBA. Genutzt von Beratungsfirmen sowie Landes- und Bundesbehörden.

Es geht um regionalisierte Klimaszenarios

Zwei Hauptstrategien bei der Regionalisierung: Numerische Modellierung und statistische Modellierung

- Methode WETTREG ist eine statistische Regionalisierung.
- In einer idealen Welt gäbe es eine einzige wahre Realisierung der Zukunft.
- In der realen Welt muss die Bandbreite der Modellresultate betrachtet werden. ⇒ weitere statistische Auswertungen.
- WETTREG wurde in bisherigen Studien auf der Basis eines Laufs des globalen ECHAM5-Klimamodells eingesetzt – es ist an der Zeit, zu fragen, wie sich das Verfahren beim Einsatz anderer ECHAM5-Läufe und anderer Modelle verhält.
- Zusammenhang von statistischer Regionalisierung und Abhängigkeit vom Lauf eines Globalmodells wird im nächsten Abschnitt geschildert.

Es geht um regionalisierte Klimaszenarios

Zwei Hauptstrategien bei der Regionalisierung: Numerische Modellierung und statistische Modellierung

- Methode **WETTREG** ist eine statistische Regionalisierung.
- In einer idealen Welt gäbe es eine einzige wahre Realisierung der Zukunft.
- In der realen Welt muss die Bandbreite der Modellresultate betrachtet werden. ⇒ weitere statistische Auswertungen.
- **WETTREG** wurde in bisherigen Studien auf der Basis eines Laufs des globalen ECHAM5-Klimamodells eingesetzt – es ist an der Zeit, zu fragen, wie sich das Verfahren beim Einsatz anderer ECHAM5-Läufe und anderer Modelle verhält.
- Zusammenhang von statistischer Regionalisierung und Abhängigkeit vom Lauf eines Globalmodells wird im nächsten Abschnitt geschildert.



Es geht um regionalisierte Klimaszenarios

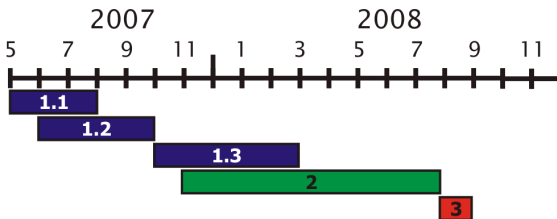
Zwei Hauptstrategien bei der Regionalisierung:

Numerische Modellierung und statistische Modellierung

- Methode **WETTREG** ist eine statistische Regionalisierung.
- In einer idealen Welt gäbe es eine einzige wahre Realisierung der Zukunft.
- In der realen Welt muss die Bandbreite der Modellresultate betrachtet werden. ⇒ weitere statistische Auswertungen.
- **WETTREG** wurde in bisherigen Studien auf der Basis eines Laufs des globalen ECHAM5-Klimamodells eingesetzt – es ist an der Zeit, zu fragen, wie sich das Verfahren beim Einsatz anderer ECHAM5-Läufe und anderer Modelle verhält.
- Zusammenhang von statistischer Regionalisierung und Abhängigkeit vom Lauf eines Globalmodells wird im nächsten Abschnitt geschildert.

Zeitachse – Segmente im CEC-Anteil bei PARk

- PARk-Bezugsgebiet: Baden-Württemberg
- PARk-Zeitrahmen: Gegenwartsnah, d.h. bis etwa 2030



- 1.1 Identifikation, Akquisition und Aufbereitung von Klimamodelldaten**
- 1.2 Sensitivitätsuntersuchung mit drei ECHAM5-Läufen**
- 1.3 Sensitivitätsuntersuchung Auflösung des numerischen Modells**
- 2 Ausweitung WETTREG auf andere Leitgrößen**
- 3 Extrapolation mit Häufigkeiten der Zirkulationsmuster**

Die WETTREG-Methode I

- WETTREG gehört zur Klasse der statistischen Regionalisierungen.
- Daten auf Tagesbasis.
- Kombination aus Mustererkennung, stochastischem Wettergenerator und Regressionsverfahren.
 - Mustererkennung: Gruppierung von einander ähnlichen Tagen anhand einer Leitgröße, also z.B. alle Tage mit besonders niedrigen/hohen regionalen Temperaturwerten oder alternativ Niederschlagswerten.
 - Wettergenerator: Neukombination von Episoden aus dem gegenwärtigen Klima zur Erstellung von Zeitreihen, wie sie in einem zukünftigen Klima existieren könnten. Zahlreiche Simulationen.
 - Regression: Zusätzliche Modulation der Zeitreihen unter Einbeziehung physikalischer Größen der freien Atmosphäre aus globalen Szenarienrechnungen – Verlassen des 'Ereignishorizonts' des gegenwärtigen Klimas.

Die WETTREG-Methode I

- WETTREG gehört zur Klasse der statistischen Regionalisierungen.
- Daten auf Tagesbasis.
- Kombination aus Mustererkennung, stochastischem Wettergenerator und Regressionsverfahren.
 - 1 Mustererkennung: Gruppierung von einander ähnlichen Tagen anhand einer Leitgröße, also z.B. alle Tage mit besonders niedrigen/hohen regionalen Temperaturwerten oder alternativ Niederschlagswerten.
 - 2 Wettergenerator: Neukombination von Episoden aus dem gegenwärtigen Klima zur Erstellung von Zeitreihen, wie sie in einem zukünftigen Klima existieren könnten. Zahlreiche Simulationen.
 - 3 Regression: Zusätzliche Modulation der Zeitreihen unter Einbeziehung physikalischer Größen der freien Atmosphäre aus globalen Szenarienrechnungen – Verlassen des 'Ereignishorizonts' des gegenwärtigen Klimas.

Die WETTREG-Methode I

- WETTREG gehört zur Klasse der statistischen Regionalisierungen.
- Daten auf Tagesbasis.
- Kombination aus Mustererkennung, stochastischem Wettergenerator und Regressionsverfahren.
 - 1 Mustererkennung: Gruppierung von einander ähnlichen Tagen anhand einer Leitgröße, also z.B. alle Tage mit besonders niedrigen/hohen regionalen Temperaturwerten oder alternativ Niederschlagswerten.
 - 2 Wettergenerator: Neukombination von Episoden aus dem gegenwärtigen Klima zur Erstellung von Zeitreihen, wie sie in einem zukünftigen Klima existieren könnten. Zahlreiche Simulationen.
 - 3 Regression: Zusätzliche Modulation der Zeitreihen unter Einbeziehung physikalischer Größen der freien Atmosphäre aus globalen Szenarienrechnungen – Verlassen des 'Ereignishorizonts' des gegenwärtigen Klimas.



Die WETTREG-Methode I

- WETTREG gehört zur Klasse der statistischen Regionalisierungen.
- Daten auf Tagesbasis.
- Kombination aus Mustererkennung, stochastischem Wettergenerator und Regressionsverfahren.
 - 1 Mustererkennung: Gruppierung von einander ähnlichen Tagen anhand einer Leitgröße, also z.B. alle Tage mit besonders niedrigen/hohen regionalen Temperaturwerten oder alternativ Niederschlagswerten.
 - 2 Wettergenerator: Neukombination von Episoden aus dem gegenwärtigen Klima zur Erstellung von Zeitreihen, wie sie in einem zukünftigen Klima existieren könnten. Zahlreiche Simulationen.
 - 3 Regression: Zusätzliche Modulation der Zeitreihen unter Einbeziehung physikalischer Größen der freien Atmosphäre aus globalen Szenarienrechnungen – Verlassen des 'Ereignishorizonts' des gegenwärtigen Klimas.

Die WETTREG-Methode I

- WETTREG gehört zur Klasse der statistischen Regionalisierungen.
- Daten auf Tagesbasis.
- Kombination aus Mustererkennung, stochastischem Wettergenerator und Regressionsverfahren.
 - 1 Mustererkennung: Gruppierung von einander ähnlichen Tagen anhand einer Leitgröße, also z.B. alle Tage mit besonders niedrigen/hohen regionalen Temperaturwerten oder alternativ Niederschlagswerten.
 - 2 Wettergenerator: Neukombination von Episoden aus dem gegenwärtigen Klima zur Erstellung von Zeitreihen, wie sie in einem zukünftigen Klima existieren könnten. Zahlreiche Simulationen.
 - 3 Regression: Zusätzliche Modulation der Zeitreihen unter Einbeziehung physikalischer Größen der freien Atmosphäre aus globalen Szenarienrechnungen – Verlassen des 'Ereignishorizonts' des gegenwärtigen Klimas.

Die WETTREG-Methode II

- Zentrale These: Es liegt Erkenntnispotenzial in der Betrachtung großräumiger atmosphärischer Muster, wie sie etwa ein globales Klimamodell produziert und deren Verbindung zum lokalen Klima.

Wenn Sie nicht vom Wert der globalen Klimamodelle ueberzeugt sind, dann hat es auch keinen Sinn, mit ihrer Hilfe ein Downscaling vornehmen zu wollen. Aber wenn Sie ueberzeugt sind – und die globalen Modelle liefern in der Tat ein konsistentes Muster des Klimawandels – dann ist es sinnvoll, die globalen Muster in lokale Information zu uebersetzen.

Filippo Giorgi, ICTP Trieste, Italien (Quelle: PRUDENCE Final Report, Seite 11),
Uebersetzung aus dem Englischen

Die WETTREG-Methode III

- Diese Medaille hat zwei Seiten:
 - *Stabilität*, da den globalen numerischen Klimamodellen zugetraut wird, die atmosphärischen Muster gut im Griff zu haben.
 - *Sensitivität* bezüglich der individuellen Häufigkeitsverteilung der Muster in den Modellrealisierungen.

- Genau für diesen Sensitivitätsaspekt stellen wir innerhalb von PARk Daten bereit.

Die WETTREG-Methode III

- Diese Medaille hat zwei Seiten:
 - *Stabilität*, da den globalen numerischen Klimamodellen zugetraut wird, die atmosphärischen Muster gut im Griff zu haben.
 - *Sensitivität* bezüglich der individuellen Häufigkeitsverteilung der Muster in den Modellrealisierungen.
- **Genau für diesen Sensitivitätsaspekt stellen wir innerhalb von PArK Daten bereit.**



Der Weg zu den Ergebnissen

- Nicht nur vor die Tugend, auch vor den Erfolg haben die Götter den Schweiß gesetzt...
Datenverfügbarkeit beim IPCC-Datenzentrum am Lawrence Livermore Laboratory

Der Weg zu den Ergebnissen

- Nicht nur vor die Tugend, auch vor den Erfolg haben die Götter den Schweiß gesetzt...

Datenverfügbarkeit beim IPCC-Datenzentrum am Lawrence Livermore Laboratory

Modellkürzel	Geopotential				Temp.			RF	PWC
	1000	850	700	500	2m	850	500	850	500
bccr_bcm2_0	d	d	d	d	d	d	d	d	-
ccma_cgcm3_1	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	m
ccma_cgcm3_1_t63	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	m
cnrm_cm3	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	m
csiro_mk3_0	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	m
gfdl_cm2_0	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	m
gfdl_cm2_1	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	m
giss_aom	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	m
giss_model_e_h	m	m	m	m	m(s)	m	m	m	m
giss_model_e_r	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	m
iap_fgoals1_0_g	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	m
ingv_echam4	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	-
inmcm3_0	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	m
ipsl_cm4	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	m
miroc3_2_hires	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	m
miroc3_2_medres	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	m
miub_echo_g	d(HH)	d(HH)	d(HH)	d(HH)	d(s)	d	d	d	m-d(HH)
mpi_echam5	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	m
mri_cgcm2_3_2a	m	m	m	m	d(s)	d	d	m	m
ncar_ccsm3_0	m	m	m	m	d	m	m	m	-
ncar_pcm1	m	m	m	m	d	m	m	m	-
ukmo_hadcm3	m	m	m	m	m(s)	m	m	-	-
ukmo_hadgem1	m	m	m	m	m(s)	m	m	m	-

Der Weg zu den Ergebnissen

- Nicht nur vor die Tugend, auch vor den Erfolg haben die Götter den Schweiß gesetzt...
Datenverfügbarkeit beim IPCC-Datenzentrum am Lawrence Livermore Laboratory

Modellkürzel	Geopotential				Temp.			RF		PWC
	1000	850	700	500	2m	850	500	850	500	
bccr_bcm2.0	d	d	d	d	d	d	d	d	d	-
bccr_cgcm3.1	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	d	m
ccsm_ccsm3.1.163	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	d	m
cnrm_cm3	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	d	m
csiro_mk3.0	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	d	m
giss_cm2.0	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	d	m
giss_cm2.1	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	d	m
giss_cm3	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	d	m
giss_model_e_h	m	m	m	m	m(s)	m	m	m	m	m
giss_model_e_r	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	d	m
inm_cm3	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	d	m
ipsl_cm4	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	d	m
inm_cm2_hrtes	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	d	m
inm_cm3_2_medres	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	d	m
mib_echo_g	d(HH)	d(HH)	d(HH)	d(HH)	d(s)	d	d	d	d	m-d(HH)
mpi_cm3	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	d	m
mri_cgcm2_3_2a	m	m	m	m	d(s)	d	d	d	d	m
ncar_ccsm3.0	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
ncar_ccsm3.0	m	m	m	m	d	m	m	m	m	m
ncar_ccsm3.0	m	m	m	m	d	m	m	m	m	m
ukmo_hadcm3	m	m	m	m	m(s)	m	m	m	m	-
ukmo_hadcm3	m	m	m	m	m(s)	m	m	m	m	-

Flexibilität ist gefragt

- Bisher identifizierte und für den Einsatz von WETTREG aufbereitete Daten, aus verschiedenen Quellen (MPI-Hamburg, Canadian Climate Center, Uni Bonn):
 - 1 Modell ECHAM5/MPI-OM
 - Je drei Läufe; Szenarios A1B, A2, B1; 2001–2100
 - 2 Modell ECHAM5/MPI Full Forcing (u.A. mit Vulkanaktivität, variabler Solaraktivität, realistischerem Ozean)
 - Drei Läufe; 20C; 1951–2000
 - 3 Modell ECHAM4 ECHO-G (Uni Bonn)
 - Vier Läufe; 20C; 1961–2000
 - Zwei Läufe; A1B; 2001–2100
 - Zwei Läufe; A1B; 2001–2030
 - 4 Modell des Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Victoria, BC
 - Ein Lauf; 20C; 1961–2000
 - Ein Lauf; A1B; 2046–2055 und 2081–2100
 - 5 Modell des Bjerknæs Centre for Climate Research, Bergen, Norwegen
 - wie beim kanadischen Modell

Flexibilität ist gefragt

- Bisher identifizierte und für den Einsatz von WETTREG aufbereitete Daten, aus verschiedenen Quellen (MPI-Hamburg, Canadian Climate Center, Uni Bonn):
 - 1 Modell ECHAM5/MPI-OM
 - Je drei Läufe; Szenarios A1B, A2, B1; 2001–2100
 - 2 Modell ECHAM5/MPI Full Forcing (u.A. mit Vulkanaktivität, variabler Solaraktivität, realistischerem Ozean)
 - Drei Läufe; 20C; 1951–2000
 - 3 Modell ECHAM4 ECHO-G (Uni Bonn)
 - Vier Läufe; 20C; 1961–2000
 - Zwei Läufe; A1B; 2001–2100
 - Zwei Läufe; A1B; 2001–2030
 - 4 Modell des Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Victoria, BC
 - Ein Lauf; 20C; 1961–2000
 - Ein Lauf; A1B; 2046–2055 und 2081–2100
 - 5 Modell des Bjerknes Centre for Climate Research, Bergen, Norwegen
 - wie beim kanadischen Modell



Flexibilität ist gefragt

- Bisher identifizierte und für den Einsatz von WETTREG aufbereitete Daten, aus verschiedenen Quellen (MPI-Hamburg, Canadian Climate Center, Uni Bonn):

- 1 Modell ECHAM5/MPI-OM

- Je drei Läufe; Szenarios A1B, A2, B1; 2001–2100

- 2 Modell ECHAM5/MPI Full Forcing (u.A. mit Vulkanaktivität, variabler Solaraktivität, realistischerem Ozean)

- Drei Läufe; 20C; 1951–2000

- 3 Modell ECHAM4 ECHO-G (Uni Bonn)

- Vier Läufe; 20C; 1961–2000

- Zwei Läufe; A1B; 2001–2100

- Zwei Läufe; A1B; 2001–2030

- 4 Modell des Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Victoria, BC

- Ein Lauf; 20C; 1961–2000

- Ein Lauf; A1B; 2046–2055 und 2081–2100

- 5 Modell des Bjerknes Centre for Climate Research, Bergen, Norwegen

- wie beim kanadischen Modell

Flexibilität ist gefragt

- Bisher identifizierte und für den Einsatz von WETTREG aufbereitete Daten, aus verschiedenen Quellen (MPI-Hamburg, Canadian Climate Center, Uni Bonn):
 - 1 Modell ECHAM5/MPI-OM
 - Je drei Läufe; Szenarios A1B, A2, B1; 2001–2100
 - 2 Modell ECHAM5/MPI Full Forcing (u.A. mit Vulkanaktivität, variabler Solaraktivität, realistischerem Ozean)
 - Drei Läufe; 20C; 1951–2000
 - 3 Modell ECHAM4 ECHO-G (Uni Bonn)
 - Vier Läufe; 20C; 1961–2000
 - Zwei Läufe; A1B; 2001–2100
 - Zwei Läufe; A1B; 2001–2030
 - 4 Modell des Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Victoria, BC
 - Ein Lauf; 20C; 1961–2000
 - Ein Lauf; A1B; 2046–2055 und 2081–2100
 - 5 Modell des Bjerknes Centre for Climate Research, Bergen, Norwegen
 - wie beim kanadischen Modell

Flexibilität ist gefragt

- Bisher identifizierte und für den Einsatz von WETTREG aufbereitete Daten, aus verschiedenen Quellen (MPI-Hamburg, Canadian Climate Center, Uni Bonn):
 - 1 Modell ECHAM5/MPI-OM
 - Je drei Läufe; Szenarios A1B, A2, B1; 2001–2100
 - 2 Modell ECHAM5/MPI Full Forcing (u.A. mit Vulkanaktivität, variabler Solaraktivität, realistischerem Ozean)
 - Drei Läufe; 20C; 1951–2000
 - 3 Modell ECHAM4 ECHO-G (Uni Bonn)
 - Vier Läufe; 20C; 1961–2000
 - Zwei Läufe; A1B; 2001–2100
 - Zwei Läufe; A1B; 2001–2030
 - 4 Modell des Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Victoria, BC
 - Ein Lauf; 20C; 1961–2000
 - Ein Lauf; A1B; 2046–2055 und 2081–2100
 - 5 Modell des Bjerknes Centre for Climate Research, Bergen, Norwegen
 - wie beim kanadischen Modell

Flächendarstellungen – Antrieb mit unterschiedlichen Modellen

- Was bedeutet 'Antrieb' bei WETTREG?
- Konstruktion der Zirkulationsmuster aus Klimadaten in Kombination mit ERA40-Reanalysen.
- Wiedererkennung der bekannten Zirkulationsmuster in Modellrechnungen von ECHAM/CGCM/BCCR...
- Häufigkeitsverteilung der warmen/kalten Muster steuert auf spezifische Weise den Wettergenerator.
- Modellspezifisch unterschiedlich starke Klimasignale.
- In den nachfolgenden Abbildungen: Validierung. Fragestellung: Gibt es systematische Abweichungen bei der Rekonstruktion des gegenwärtigen Klimas mit den Modelldaten?

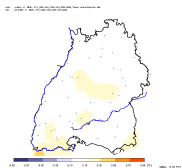
Flächendarstellungen – Antrieb mit unterschiedlichen Modellen

- Was bedeutet 'Antrieb' bei WETTREG?
- Konstruktion der Zirkulationsmuster aus Klimadaten in Kombination mit ERA40-Reanalysen.
- Wiedererkennung der bekannten Zirkulationsmuster in Modellrechnungen von ECHAM/CGCM/BCCR...
- Häufigkeitsverteilung der warmen/kalten Muster steuert auf spezifische Weise den Wettergenerator.
- Modellspezifisch unterschiedlich starke Klimasignale.
- In den nachfolgenden Abbildungen: Validierung. Fragestellung: Gibt es systematische Abweichungen bei der Rekonstruktion des gegenwärtigen Klimas mit den Modelldaten?

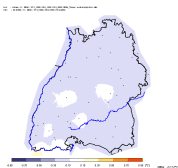
Flächendarstellungen – Antrieb mit unterschiedlichen Modellen

- Was bedeutet 'Antrieb' bei WETTREG?
- Konstruktion der Zirkulationsmuster aus Klimadaten in Kombination mit ERA40-Reanalysen.
- Wiedererkennung der bekannten Zirkulationsmuster in Modellrechnungen von ECHAM/CGCM/BCCR...
- Häufigkeitsverteilung der warmen/kalten Muster steuert auf spezifische Weise den Wettergenerator.
- Modellspezifisch unterschiedlich starke Klimasignale.
- In den nachfolgenden Abbildungen: Validierung. Fragestellung: Gibt es systematische Abweichungen bei der Rekonstruktion des gegenwärtigen Klimas mit den Modelldaten?

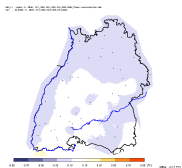
Validierung der Modellrechnungen in Baden-Württemberg, 1971–2000, Jahresmitteltemperatur



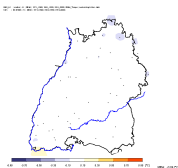
(a) CGCM



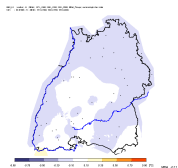
(b) BCCR



(c) ECHAM5, L1



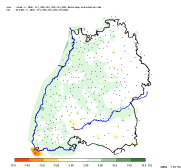
(d) ECHAM5, L2



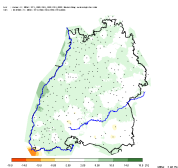
(e) ECHAM5, L3



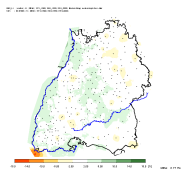
Validierung der Modellrechnungen in Baden-Württemberg, 1971–2000, Jahresniederschlag



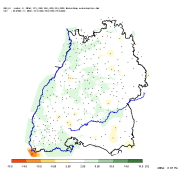
(a) CGCM



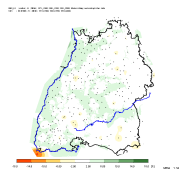
(b) BCCR



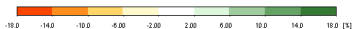
(c) ECHAM5, L1



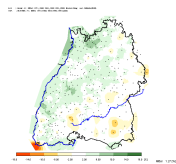
(d) ECHAM5, L2



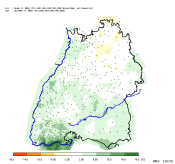
(e) ECHAM5, L3



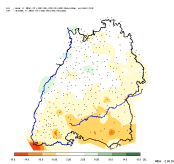
Validierung, 1971–2000, Niederschlag, Jahreszeiten, Modell BCCR (Norwegen)



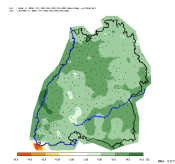
(a) Fru (MAM)



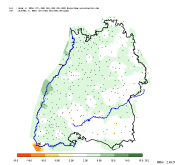
(b) Som (JJA)



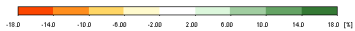
(c) Her (SON)



(d) Win (DJF)

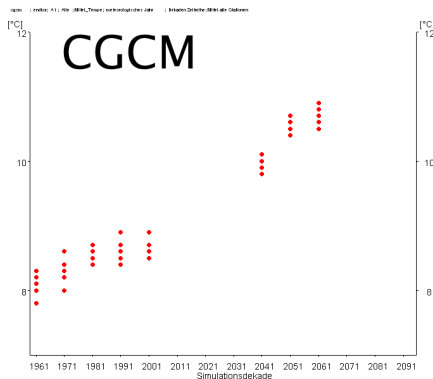


(e) Jahr

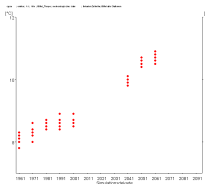


Klimasignal bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts, Beispiel

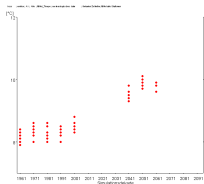
- WETTREG-Simulationen der Jahresmitteltemperatur – über alle Stationen gemittelt.



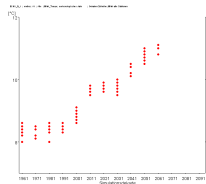
Jahres-Temperaturursinal bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts – Modellvergleich, jeweils Szenario A1B



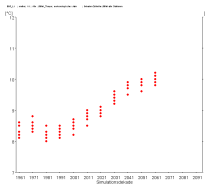
(a) CGCM



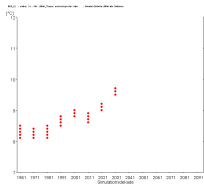
(b) BCCR



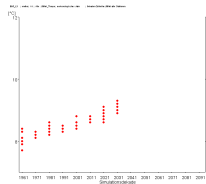
(c) ECHO-G, L1



(c) ECHAM5, L1



(d) ECHAM5, L2

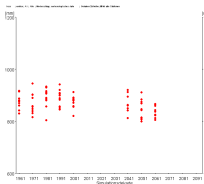


(e) ECHAM5, L3

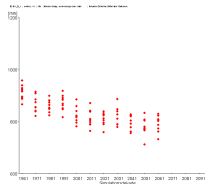
Jahres-Niederschlagssignal bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts – Modellvergleich, jeweils Szenario A1B



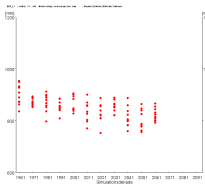
(a) CGCM



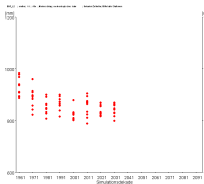
(b) BCCR



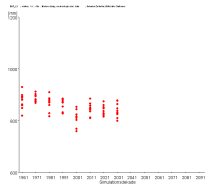
(c) ECHO-G, L1



(c) ECHAM5, L1



(d) ECHAM5, L2



(e) ECHAM5, L3

Erste Erkenntnisse

- **Datenakquisition ist ein steiniger Pfad.**
- Modellvergleiche mit 100% Kongruenz aller betrachteten Zeiträume derzeit nicht möglich.
- Bezüglich Jahresmitteltemperatur beschreibt das WETTREG-Verfahren, angetrieben mit unterschiedlichen globalen Klimamodellen, das Klima der Gegenwart in Baden-Württemberg mit hoher Genauigkeit (Modell vereinzelt bis 0,4° zu kalt).
- Abweichungen bei der Beschreibung des gegenwärtigen Klimas besitzen Jahreswelle: Winter und Frühjahr leicht zu kalt, Sommer neutral und Herbst zu warm.
- Niederschlagsverhalten der Gegenwart zumeist genau abgebildet; Herbst dabei leicht zu trocken, Winter zu nass.
- Einblick in die Bandbreite des zukünftigen Klimas bei Antrieb mit Klimaszenarios.

Erste Erkenntnisse

- Datenakquisition ist ein steiniger Pfad.
- Modellvergleiche mit 100% Kongruenz aller betrachteten Zeiträume derzeit nicht möglich.
- Bezüglich Jahresmitteltemperatur beschreibt das WETTREG-Verfahren, angetrieben mit unterschiedlichen globalen Klimamodellen, das Klima der Gegenwart in Baden-Württemberg mit hoher Genauigkeit (Modell vereinzelt bis $0,4^\circ$ zu kalt).
- Abweichungen bei der Beschreibung des gegenwärtigen Klimas besitzen Jahreswelle: Winter und Frühjahr leicht zu kalt, Sommer neutral und Herbst zu warm.
- Niederschlagsverhalten der Gegenwart zumeist genau abgebildet; Herbst dabei leicht zu trocken, Winter zu nass.
- Einblick in die Bandbreite des zukünftigen Klimas bei Antrieb mit Klimaszenarios.



Erste Erkenntnisse

- Datenakquisition ist ein steiniger Pfad.
- Modellvergleiche mit 100% Kongruenz aller betrachteten Zeiträume derzeit nicht möglich.
- Bezüglich Jahresmitteltemperatur beschreibt das WETTREG-Verfahren, angetrieben mit unterschiedlichen globalen Klimamodellen, das Klima der Gegenwart in Baden-Württemberg mit hoher Genauigkeit (Modell vereinzelt bis $0,4^{\circ}$ zu kalt).
- Abweichungen bei der Beschreibung des gegenwärtigen Klimas besitzen Jahreswelle: Winter und Frühjahr leicht zu kalt, Sommer neutral und Herbst zu warm.
- Niederschlagsverhalten der Gegenwart zumeist genau abgebildet; Herbst dabei leicht zu trocken, Winter zu nass.
- Einblick in die Bandbreite des zukünftigen Klimas bei Antrieb mit Klimaszenarios.



Erste Erkenntnisse

- Datenakquisition ist ein steiniger Pfad.
- Modellvergleiche mit 100% Kongruenz aller betrachteten Zeiträume derzeit nicht möglich.
- Bezüglich Jahresmitteltemperatur beschreibt das WETTREG-Verfahren, angetrieben mit unterschiedlichen globalen Klimamodellen, das Klima der Gegenwart in Baden-Württemberg mit hoher Genauigkeit (Modell vereinzelt bis 0,4° zu kalt).
- Abweichungen bei der Beschreibung des gegenwärtigen Klimas besitzen Jahreswelle: Winter und Frühjahr leicht zu kalt, Sommer neutral und Herbst zu warm.
- Niederschlagsverhalten der Gegenwart zumeist genau abgebildet; Herbst dabei leicht zu trocken, Winter zu nass.
- Einblick in die Bandbreite des zukünftigen Klimas bei Antrieb mit Klimaszenarios.

Erste Erkenntnisse

- Datenakquisition ist ein steiniger Pfad.
- Modellvergleiche mit 100% Kongruenz aller betrachteten Zeiträume derzeit nicht möglich.
- Bezüglich Jahresmitteltemperatur beschreibt das WETTREG-Verfahren, angetrieben mit unterschiedlichen globalen Klimamodellen, das Klima der Gegenwart in Baden-Württemberg mit hoher Genauigkeit (Modell vereinzelt bis 0,4° zu kalt).
- Abweichungen bei der Beschreibung des gegenwärtigen Klimas besitzen Jahreswelle: Winter und Frühjahr leicht zu kalt, Sommer neutral und Herbst zu warm.
- Niederschlagsverhalten der Gegenwart zumeist genau abgebildet; Herbst dabei leicht zu trocken, Winter zu nass.
- Einblick in die Bandbreite des zukünftigen Klimas bei Antrieb mit Klimaszenarios.

Erste Erkenntnisse

- Datenakquisition ist ein steiniger Pfad.
- Modellvergleiche mit 100% Kongruenz aller betrachteten Zeiträume derzeit nicht möglich.
- Bezüglich Jahresmitteltemperatur beschreibt das WETTREG-Verfahren, angetrieben mit unterschiedlichen globalen Klimamodellen, das Klima der Gegenwart in Baden-Württemberg mit hoher Genauigkeit (Modell vereinzelt bis $0,4^{\circ}$ zu kalt).
- Abweichungen bei der Beschreibung des gegenwärtigen Klimas besitzen Jahreswelle: Winter und Frühjahr leicht zu kalt, Sommer neutral und Herbst zu warm.
- Niederschlagsverhalten der Gegenwart zumeist genau abgebildet; Herbst dabei leicht zu trocken, Winter zu nass.
- Einblick in die Bandbreite des zukünftigen Klimas bei Antrieb mit Klimaszenarios.



Ausblick – die kommenden Monate

- Detaillierte Analyse der Klimasignale der verschiedenen Modelle
- Erweiterung um ECHO-G und ECHAM5-Full Forcing
- Ab Dezember: Verfügbarkeit von Daten der CLM-Konsortialläufe
- Ausweitung des WETTREG-Verfahrens auf niederschlagspezifische Zirkulationsmuster



Ausblick – die kommenden Monate

- Detaillierte Analyse der Klimasignale der verschiedenen Modelle
- Erweiterung um ECHO-G und ECHAM5-Full Forcing
- Ab Dezember: Verfügbarkeit von Daten der CLM-Konsortialläufe
- Ausweitung des WETTREG-Verfahrens auf niederschlagspezifische Zirkulationsmuster



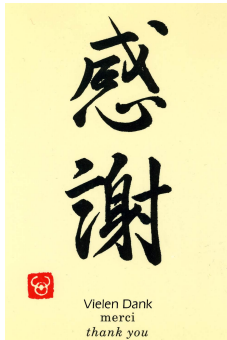
Ausblick – die kommenden Monate

- Detaillierte Analyse der Klimasignale der verschiedenen Modelle
- Erweiterung um ECHO-G und ECHAM5-Full Forcing
- Ab Dezember: Verfügbarkeit von Daten der CLM-Konsortialläufe
- Ausweitung des WETTREG-Verfahrens auf niederschlagsspezifische Zirkulationsmuster



Ausblick – die kommenden Monate

- Detaillierte Analyse der Klimasignale der verschiedenen Modelle
- Erweiterung um ECHO-G und ECHAM5-Full Forcing
- Ab Dezember: Verfügbarkeit von Daten der CLM-Konsortialläufe
- Ausweitung des WETTREG-Verfahrens auf niederschlagspezifische Zirkulationsmuster



<arne.spekot@cec-potsdam.de>