

# Statistische Eigenschaften des Sommerniederschlags im regionalen Klimamodell CLM

Kerstin Ebell<sup>1,2</sup>, Susanne Bachner<sup>2</sup>, Alice Kapala<sup>2</sup>, Clemens Simmer<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Geophysik und Meteorologie, Universität zu Köln, Deutschland  
Kontakt: kebell@meteo.uni-koeln.de

<sup>2</sup> Meteorologisches Institut, Universität Bonn, Deutschland

## 1. Einleitung

Niederschlag ist ein wichtiger Klimaparameter. Globale Klimamodelle können wegen ihrer großen Auflösung Niederschlagsprozesse nur sehr schlecht erfassen, da Niederschlag subskalig ist. Regionale Modelle müssen nachgeschaltet werden, damit Niederschlag realistischer simuliert werden kann.

In dieser Studie wird die Fähigkeit eines regionalen Klimamodells, die raum-zeitliche Statistik des Niederschlags zu simulieren, untersucht. Zunächst werden die Modellergebnisse mit Beobachtungen verglichen. In einem zweiten Schritt wird die Sensitivität der modellierten Niederschlagsgrößen im Hinblick auf veränderte Anfangs- und Randbedingungen untersucht.

## 2. Modell

Für die Simulationen wurde das regionale Klimamodell CLM verwendet. Das CLM ist die Klimaversion des nichthydrostatischen Wettervorhersagemodells COSMO-Modell des Deutschen Wetterdienstes.

### Modellkonfiguration

Version: CLM 2.4.7 Gitter: 132\*120 Gitterpunkte horiz. Auflösung: 1/6° (ca. 18 km)  
Anfangs- und Randbedingungen: ERA40 Reanalysedaten (alle 6 Stunden)  
Parametrisierungen:  
skalige Wolken und Niederschlag: Kessler-Schema mit prognostischem Wolkenwasser und diagnostischem Regen und Schnee  
Konvektion: Tiedtke-Konvektionsschema

## 5. Vergleich mit Beobachtungen

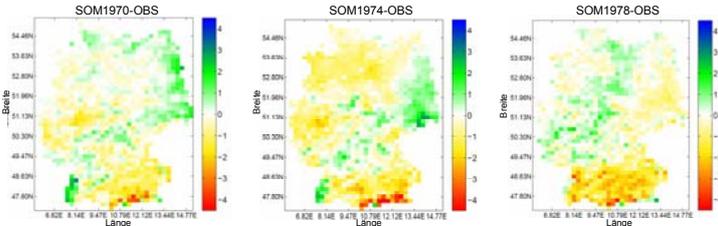


Abb. 3: Differenz (Modell-Beobachtung) der räumlichen Muster für MEAN in mm/Tag. JJA 1970 (links), JJA 1974 (Mitte) und JJA 1978 (rechts).

	BIAS <sub>obs</sub>	RMSE	corr
<b>SOM1970</b>			
MEAN	-0.39* (mm/Tag)	1.00 (mm/Tag)	0.55
INT	-2.78* (mm/Tag)	4.36 (mm/Tag)	0.24
Q90	-3.75* (mm/Tag)	6.85 (mm/Tag)	0.14
FREQ	0.66 (%)	6.43 (%)	0.76
<b>SOM1974</b>			
MEAN	-0.14* (mm/Tag)	0.78 (mm/Tag)	0.51
INT	-0.69* (mm/Tag)	1.95 (mm/Tag)	0.25
Q90	-1.07* (mm/Tag)	4.58 (mm/Tag)	0.36
FREQ	-0.03 (%)	6.28 (%)	0.43
<b>SOM1978</b>			
MEAN	-0.30* (mm/Tag)	0.91 (mm/Tag)	0.33
INT	-1.13* (mm/Tag)	2.04 (mm/Tag)	0.36
Q90	-2.30* (mm/Tag)	4.86 (mm/Tag)	0.22
FREQ	3.35* (%)	9.18 (%)	0.28

Tabelle 1: BIAS (BIAS<sup>95%</sup>), mittlerer quadratischer Fehler (RMSE) und Korrelation der räumlichen Muster (corr) der mittleren Niederschlagscharakteristika in Deutschland für die Sommer 1970, 1974 und 1978.

\* Bias ist signifikant auf 95%-Level.

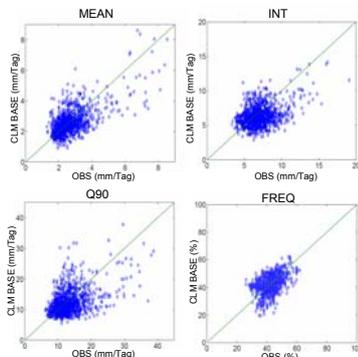


Abb. 4: Streuplots für MEAN, INT, Q90 und FREQ: JJA 1974. Jeder Punkt entspricht dem Wert einer Gitterbox.

## 6. Modellsensitivität

- Änderungen in der Wahl des Modellgebietes sowie eine Modifikation der Randbedingungen können einen signifikanten Einfluss auf die mittleren Niederschlagscharakteristika haben. Nicht nur in einzelnen Regionen, sondern in ganz Deutschland (siehe Tabelle 2).
- Die Niederschlagsstruktur kann deutlich beeinflusst werden (siehe Abb. 5 für Ergebnisse mit verschobenem Modellgebiet).
- Effekt von Region zu Region unterschiedlich (siehe Abb. 6).
- Modifikation der Initialisierungstermine hat keinen signifikanten Einfluss auf die mittleren Niederschlagsgrößen.

BIAS <sup>95%</sup> MEAN (mm/Tag)	Deutschland	WEST	ODER	BF	BAV
PLUS15GP	0,05	0,06	-0,27*	-0,18	-0,28
SHIFTDOM	-0,15*	0,04	-0,56*	-0,41	0,08
WEIGHT-A	-0,03	0,24*	-0,52*	0,23	0,33
WEIGHT-B	-0,04	0,06	-0,55*	-0,82*	0,72

Tabelle 2: BIAS von MEAN (im Vergleich zum Kontrolllauf SOM1974; BIAS<sup>95%</sup>) für verschiedene Modellkonfigurationen und Gebiete.

\* Bias ist signifikant auf 95%-Level.

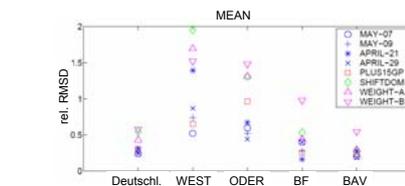


Abb. 6: Relative, mittlere quadratische Abweichung zum Kontrolllauf SOM1974 (rel. RMSD = mittlere quadratische Abweichung/ räumliche Standardabweichung) für MEAN und fünf verschiedene Gebiete.

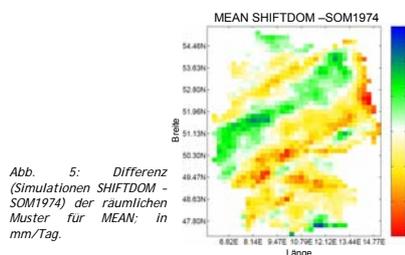


Abb. 5: Differenz (Simulationen SHIFTDOM - SOM1974) der räumlichen Muster für MEAN; in mm/Tag.

## 3. Beobachtungsdaten und Methodik

Beobachtungsdaten: tägliche Niederschlagsdaten des DWD-Messnetzes

- Die für die Simulationen ausgewählten Sommer 1970, 1974 und 1978 zeigen durchschnittliche Niederschlagssummen für Deutschland (Abb. 1).
- Alle Stationsdaten werden innerhalb einer Modellgitterbox gemittelt: durchschnittlich 4 Stationen/Box

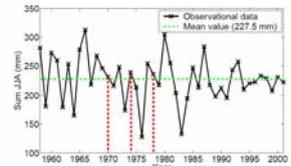


Abb. 1: Für Deutschland gemittelte Niederschlagssumme der Monate Juni, Juli und August. Die ausgewählten Sommer sind rot markiert.

statistische Untersuchungsgrößen:

- mittlerer Niederschlag MEAN (mm/Tag)
- mittlere Niederschlagsintensität INT (mm/Tag): mittlerer Niederschlag pro Regentag (Tag mit Niederschlag  $\geq 1$  mm)
- 90-Quantil der mittleren Niederschlagsintensität Q90 (mm/Tag)
- Niederschlagshäufigkeit FREQ (%): Anzahl der Regentage in JJA

Untersuchungsgebiet:

Gitterboxen, in denen mindestens eine Station liegt

- Deutschland
- einzelne Regionen innerhalb Deutschlands (Abb. 2)

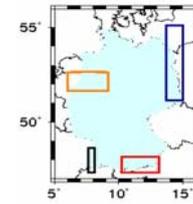


Abb. 2: Karte von Deutschland (hellblaue Schattierung; Küstenlinien und Grenzen in schwarz) mit den ausgewählten Regionen WEST, ODER, BF und BAV.

## 4. Simulationen

Insgesamt wurden 11 verschiedene Simulationen durchgeführt.

verschiedene Sommer (JJA):

- 1970 („SOM1970“)
- 1974 („SOM1974“)
- 1978 („SOM1978“)

Initialisierungstermin ist jeweils der 2. Mai.

verschiedene Modellkonfigurationen für Sommer 1974:

- unterschiedliche Initialisierungstermine („APRIL-21“, „APRIL-29“, „MAY-07“, „MAY-09“)
- um 15 Gitterpunkte vergrößertes Modellgebiet („PLUS15GP“)
- um 2° nach Norden und Osten verschobenes Modellgebiet („SHIFTDOM“)
- Verstärkung der Wichtungsfaktoren für den Antrieb an den seitlichen Rändern („WEIGHT-A“, „WEIGHT-B“)

Die Tendenz zu höheren Niederschlagswerten im Alpenvorraum und in einigen Mittelgebirgen wird durch das Modell wiedergegeben. Dennoch kann sich die Niederschlagsstruktur und die Niederschlagsmenge zwischen Modell und Beobachtung stark unterscheiden (siehe Abb. 3 für MEAN).

Problematische Regionen variieren von Sommer zu Sommer. Ausnahme: In Bayern, insbesondere im Alpenvorraum, zeigen alle drei Simulationen eine systematische Unterschätzung von MEAN, INT und Q90.

Signifikanter negativer Bias in MEAN, INT und Q90 für alle simulierten Sommer. Signifikanter, positiver Bias in FREQ nur für SOM1978. Mittlerer quadratischer Fehler und Korrelation der räumlichen Muster schwanken stark je nach betrachteter Größe und Sommer (siehe Tabelle 1).

MEAN, INT und Q90 werden in den höheren Wertebereichen systematisch unterschätzt. Die Niederschlagshäufigkeit wird in zwei von drei Sommern gut reproduziert (siehe Abb. 4 für SOM1974).

## 7. Zusammenfassung und Ausblick

- Defizite in den simulierten Niederschlagsstrukturen hängen vom betrachteten Sommer und der betrachteten Niederschlagsgröße ab.
- Auffällige, systematische Unterschätzung des Niederschlags in Bayern, vor allem im Alpenvorraum, sowie insgesamt in Deutschland.
- Besonders in den höheren Wertebereichen werden der mittlere Niederschlag, die Niederschlagsintensität und das 90-Quantil unterschätzt.
- Das Modell zeigt insgesamt eine recht hohe Sensitivität der statistischen Niederschlagsgrößen. Diese hängt jedoch von der Art und Stärke der Modellmodifikation ab. Randbedingungen haben einen großen Einfluss auf die Modellergebnisse.
- Um statistisch repräsentative Ergebnisse zu erzielen, sollten weitere Sommer simuliert werden. Durch gezielte Variation von Anfangs- oder Randbedingungen, z.B. mit einer vorgegebenen Störungsmplitude, kann der Einfluss solcher Modifikationen besser quantifiziert werden.

Danksagung: Die Durchführung der Modellläufe wurde durch den DWD ermöglicht, der zudem die Beobachtungsdaten verfügbar gemacht hat. Dank gebührt auch der CLM-Community für die Bereitstellung des Modells und für ihre Unterstützung.