



# DGG-Proceedings

## Vol. 1, 2011

Short Communications - Annual Conference DGG and BHGL  
23.02. - 26.02.2011, Hannover, Germany  
***Peer Reviewed***

### Editorial Board and Review

Balder, Hartmut *Berlin*  
Damerow, Lutz *Bonn*  
Dirksmeyer, Walter *Braunschweig*  
Drüge, Uwe *Erfurt*  
Michaelis, Gerlinde *Bad-Zwischenahn*  
Rath, Thomas *Hannover*  
Schreiner, Monika *Großbeeren*  
Schuster, Mirko *Dresden*  
Winkelmann, Traud *Hannover*

German Society of Horticultural Sciences (DGG)  
Herrenhäuser Str. 2  
30419 Hannover  
Germany

© DGG, 2011

Holger Hoffmann \*, Thomas Rath

Verwendbarkeit simulierter Klimazeitreihen für Pflanzenmodelle

---

\*Corresponding Author:

Holger Hoffmann

Leibniz Universität Hannover  
Institut für Biologische Produktionssysteme  
Fachgebiet Biosystem- und Gartenbautechnik  
Herrenhäuser Straße 2,  
30419 Hannover  
Germany  
Email: [hoffmann@bgt.uni-hannover.de](mailto:hoffmann@bgt.uni-hannover.de)

## **Verwendbarkeit simulierter Klimazeitreihen für Pflanzenmodelle**

Holger Hoffmann und Thomas Rath

Leibniz Universität Hannover, Institut für Biologische Produktionssysteme, Fachgebiet Biosystem- und Gartenbautechnik, Herrenhäuser Str. 2, D 30419 Hannover

### **1. Einleitung, Stand des Wissens, Zielsetzung**

Klimaänderungen werden mit Hilfe von Zukunftsszenarien und dynamischen Klimamodellen simuliert. Dabei entstehen hochaufgelöste Klimazeitreihen, die zur Abschätzung von Klimafolgen in der Pflanzenproduktion verwendet werden können. Allerdings weichen die simulierten Zeitreihen systematisch von Beobachtungen ab (van der Linden und Mitchell, 2009). Dieser systematische Fehler (Bias) ist durch Unzulänglichkeiten in den Klimamodellen sowie durch räumliche und zeitliche Unterschiede zwischen gemessenen und simulierten Daten bedingt. Es sind Korrekturverfahren notwendig, die den Einsatz von Klimamodelldaten für Pflanzenmodelle ermöglichen. Unter den Bias-Korrekturmethode hat sich das „Quantile Mapping“ als erfolgreich erwiesen (Piani et al., 2010; siehe auch Mudelsee et al., 2010). Dabei werden Korrekturverfahren entwickelt, die auf dem Vergleich der Häufigkeitsverteilung gemessener und simulierter Klimazeitreihen aufbauen. Eine Bewertung dieser Korrekturverfahren ist notwendig. Ziel der hier beschriebenen Arbeit ist daher a) den systematischen Fehler von hochaufgelösten simulierten Zeitreihen zu quantifizieren, b) den Einfluss verschiedener Bias-Korrekturverfahren auf die Simulationsgüte und die Datenverwendbarkeit abzuschätzen sowie c) die Verwendbarkeit korrigierter Klimadaten für den Einsatz in Pflanzenmodellen zu bewerten.

### **2. Material und Methoden**

Zur Realisierung der genannten Zielsetzung wurden gemessene Klimazeitreihen mit Modellberechnungen für den Zeitraum 1995-2010 verglichen. Simulierte Lufttemperaturen (höhenkorrigiert  $-0,64 \text{ °C } 100 \text{ m}^{-1}$  Höhe), Globalstrahlung und Niederschläge (verdriftet), (REMO, C20 EH5r1-REMO 1995-2000 / A1B EH5r1-REMO 2001-2010, Run UBA 6211, Jacob 2005, Jacob et al., 2008, Mittelwert 9 Grid-Punkte) wurden mit Messdaten des DWD (Bremen, Koord.=53:03 N, 8:48 O, StatID= 01474 bzw. 10224) nach Piani et al. (2010) korrigiert. Die Korrektur erfolgte mit Gammaverteilungen für Niederschlag und Strahlung sowie einer Normalverteilung für Lufttemperatur, jeweils auf stündlicher Basis mit Transferfunktionen über das Jahr, je Jahreszeit (DJF, MAM, JJA, SON) sowie monatsweise. Gemessene, simulierte und korrigierte Werte wurden auf ihre Konsistenz überprüft. Hierfür wurde mit einer empirischen Funktion (Spitters et al. 1986) der Anteil der diffusen Strahlung an der Gesamtglobalstrahlung aus extraterrestrischer Solarstrahlung und atmosphärischer Durchlässigkeit für jede Jahresstunde berechnet und das Mittel dieses Anteils für niederschlagsfreie ( $<0,1 \text{ mm h}^{-1}$ ) sowie Regenstunden ( $\geq 0,1 \text{ mm h}^{-1}$ ) jeden Monats verglichen. Hierdurch konnte geprüft werden, ob bei Niederschlag falsche

oder unrealistische Globalstrahlungswerte vorliegen.

### 3. Ergebnisse

Der Vergleich von Simulations- und Messwerten zeigt, dass Abweichungen von der jeweiligen Klimavariablen, der Jahreszeit sowie der jeweiligen Wertegröße abhängen (Abb.1). Leichte Niederschläge werden bei REMO-Daten überschätzt, starke Niederschläge, insbesondere im Sommer, unterschätzt. Strahlung wird mit Ausnahme des Leistungsbereichs von 400-800 W m<sup>-2</sup> im Sommerhalbjahr unterschätzt.

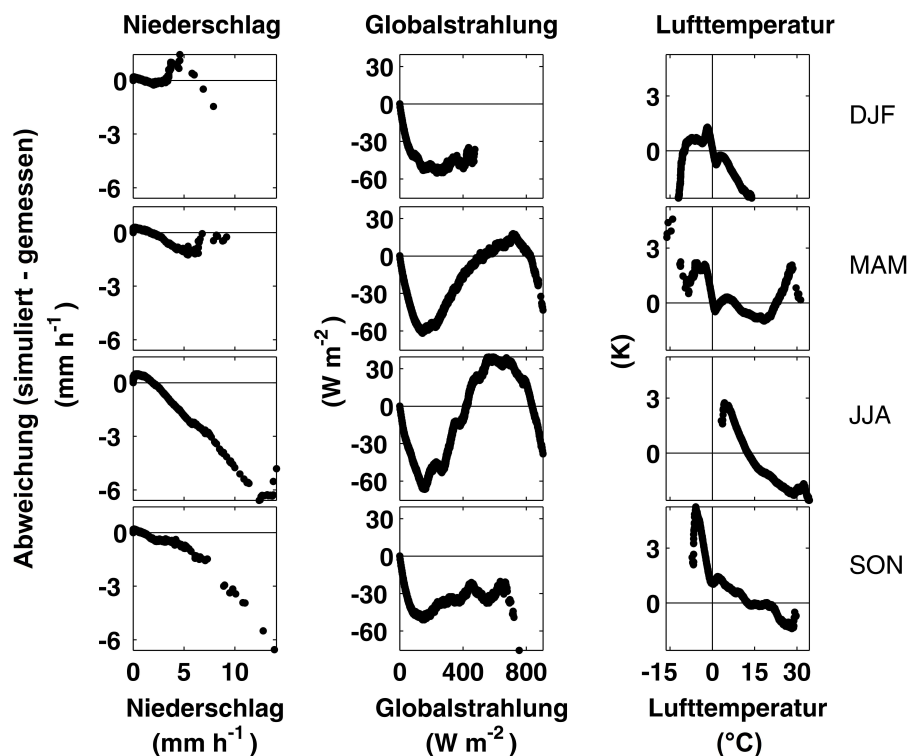


Abbildung 1: Abweichung der REMO-Daten von Messwerten am Standort Bremen - Werte <99,99 Perzentil (Lufttemperatur >0,01 und <99,99 Perzentil)

Für die Lufttemperatur zeigt sich ein differenziertes Bild mit sowohl positiven als auch negativen Abweichungen in den simulierten Zeitreihen. Dabei wird bei leichten Frösten die Temperatur überschätzt, was zu einer Abnahme der Froststunden führt. Die sich ergebenden Simulationsfehler bei der Verwendung unterschiedlicher Korrekturverfahren zeigt Tabelle 1. Für den Standort Bremen überschätzen die REMO-Daten über das Jahr den Niederschlag und unterschätzen die Einstrahlung sowie die Temperatur. Zudem ist die mittlere simulierte Niederschlagsintensität sowie die Anzahl an Froststunden im April deutlich niedriger als beobachtet. Eine Korrektur auf Jahres-, Jahreszeiten- oder Monatsbasis führt zu einer deutlichen Verbesserung der Werte. Allerdings resultiert eine Korrektur auf Jahresbasis in niedrigeren mittleren Niederschlagsintensitäten sowie in einer Unterschätzung der Froststunden im April. Durch eine höhere zeitliche Auflösung des

Korrekturverfahrens (Jahreszeit, Monat) verbessern sich diese Abweichungen deutlich.

Tabelle 1: Simulierte und gemessene Klimadaten bei unterschiedlicher Biaskorrektur

	Niederschlag (mm Jahr <sup>-1</sup> )	Globalstrahlung (kWh Jahr <sup>-1</sup> )	Temperatur <sup>a</sup> (°C)	Niederschlag <sup>b</sup> (mm h <sup>-1</sup> )	Froststunden April (h)
Gemessen	698,7	987,1	9,485	0,71	18,27
REMO	976,9	870,5	9,293	0,11	1,69
REMO korr. Jahr	737,6	989,3	9,485	0,09	11,60
REMO korr. Jahreszeit	739,1	994,8	9,485	0,81	11,60
REMO korr. Monat	739,8	998,7	9,485	0,80	22,10

<sup>a</sup> Lufttemperatur in 2 m Höhe, Jahresmittel; <sup>b</sup> mittlere Niederschlagsintensität

Ferner führt die separate Bias-Korrektur einzelner Klimavariablen zu deren Entkopplung. An Stunden mit Niederschlag erfolgt eine deutliche Überschätzung direkter Strahlung mit einem charakteristischen Jahresverlauf des Fehlers und einer maximalen Unterschätzung des Anteils diffuser Strahlung an der Gesamtglobalstrahlung mit -28,8 % im Juli (Abb. 2, rechts).

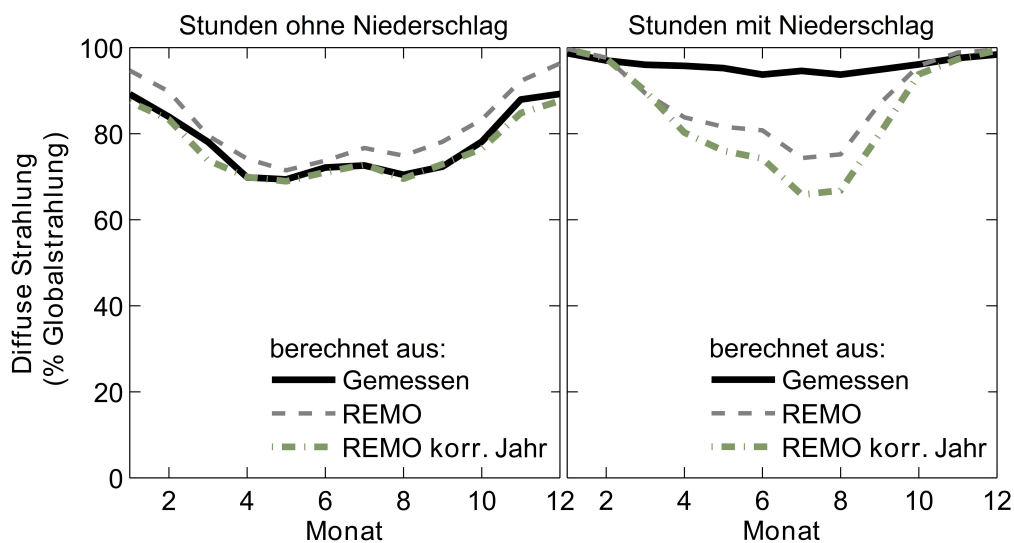


Abbildung 2: Einfluss der separaten Biaskorrektur einzelner Klimavariablen auf den mittleren Anteil diffuser Strahlung

Aus Abbildung 2 wird deutlich, dass die nicht-korrigierten Zeitreihen (REMO) bereits eine Abweichung zu den Messwerten aufweisen. Ferner zeigen die Daten, dass durch notwendige Flächenmittelung (MPI, 2006) bei der Datenaufbereitung bereits eine Entkopplung einzelner Klimadaten (Strahlung und Niederschlag) stattfindet. Diese Entkopplung wird durch die nach Piani et al. (2010) durchgeführte Korrekturmethode

weiter verstärkt. Dies bedeutet, dass in Einzelfällen Niederschlag und direkte hohe Globalstrahlungsintensitäten gleichzeitig am Standort auftreten.

#### **4. Diskussion**

Zur Bewertung von Klimadaten aus Klimasimulationen ist es notwendig, die Verwendbarkeit der simulierten Daten zu überprüfen. Bei Betrachtung der originalen REMO-Daten zeigen sich nicht tolerierbare Abweichungen zu Beobachtungen (Bias: 39,8 % Jahresniederschlag; -0,192 °C Jahresmitteltemperatur; -26,6 W m<sup>-2</sup> Globalstrahlung (Tagesstunden)). Diese Studie wurde nur für den Standort Bremen durchgeführt. Andere Studien (z.B. Kotlarski et al., 2010) zeigen ähnliche Ergebnisse, auch wenn andere hochauflösende Klimamodelle wie CLM (Jaeger et al. 2008) Verwendung finden.

Die Bias-Korrektur nach Piani et al. (2010) auf stündlicher Basis führt zu einer deutlichen Verbesserung der REMO-Klimamodelldaten mit einem verbleibenden Fehler von: Jahresniederschlag 5,9 %; Jahresglobalstrahlungssumme 1,2 %; mittlere Jahrestemperatur 0,0 % und Anzahl Froststunden im April 21,0 %. Sollen die Klimadaten für bestimmte jahreszeitlich bestimmte Aufgaben in Pflanzenmodellen verwendet werden (Spätfrostschäden, Blühinduktion, etc.), muss großer Wert darauf gelegt werden, das beste Korrekturverfahren auszuwählen. Hierbei ist zu beachten, dass je spezifischer die Korrekturmethode sind (Korrektur auf Monatsbasis ist spezifischer als Korrektur auf Jahresbasis), desto eher besteht die Gefahr, dass die Korrekturmethode ihre Generalisierbarkeit verlieren und damit die Klimadatenmodellierung ad absurdum führen. Damit ist im Extremfall die Übertragbarkeit auf zukünftige Klimaprognosen nicht mehr gegeben. Im Zweifelsfall sollten die Abweichungen zwischen gemessenen und simulierten Daten eher in Kauf genommen werden als eine deutliche Beeinflussung des Klimaänderungssignals durch das Korrekturverfahren.

Durch die Korrekturverfahren können vermehrt Inkonsistenzen auftreten. Gerade bei gleichzeitigem Einsatz mehrerer Klimavariablen in Pflanzenmodellen kann dieses zu Problemen führen (siehe auch Maraun et al., 2010). Insbesondere sind Klimadaten kritisch, die pflanzenbauliche Schwellenwerte beinhalten. Im vorliegenden Fall wurden in der Bias-Korrektur durch die Unterschätzung von Globalstrahlung sowie von Niederschlägen höherer Intensität beide Variablen in diesen Bereichen hochreguliert, was systematisch zu der irrigen Annahme zeitgleichen Niederschlages und höherer Globalstrahlung in der betroffenen Stunde führte. Bei Modellen, die besonders auf das gleichzeitige Wirken von Niederschlag, Bewölkung sowie Anteil diffuser und direkter Strahlung ausgerichtet sind, können auf diese Weise deutliche Fehler entstehen.

#### **5. Schlussfolgerung**

Ein direkter Einsatz nicht korrigierter REMO-Daten in Pflanzenmodellen ist fragwürdig, da die Klimadaten einen deutlichen systematischen Fehler aufweisen. Eine Biaskorrektur auf Stundenbasis führt zu einer Verbesserung der Situation, jedoch muss die Korrektur auf einer angemessenen jahreszeitlichen Aufteilung der Daten basieren und sie muss für jeden Standort getrennt durchgeführt werden. Dabei ist zu beachten, dass eine separate Biaskorrektur einzelner Klimavariablen zu deren Entkopplung führt und bestehende Inkonsistenzen möglicherweise systematisch verstärkt werden.

Für die Anwendung simulierter Klimazeitreihen in Pflanzenmodellen sind daher neue, meteorologisch konsistente Bias-Korrekturverfahren dringend notwendig. Aktuelle Forschungen in unserer Arbeitsgruppe gehen in diese Richtung und zeigen erste positive Resultate.

## 6. Literatur

Jacob D (2005): REMO A1B Scenario run, UBA PROJECT , 0.088 degree-resolution, run no. 006211, 1H DATA. World Data Center for Climate. CERA-DB "REMO\_UBA\_A1B\_1\_R006211\_1H". <http://cera-www.dkrz.de/>; abgerufen am 2.01.2011.

Jacob D, Göttel H, Kotlarski S, Lorenz P, Sieck K (2008): Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland - Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland. UBA-Forschungsbericht Nr. 000969. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

Jaeger EB, Anders I, Lüthi D, Rockel B, Schär C, Seneviratne SI (2008): Analysis of ERA-40 driven CLM simulations for Europe. Meteorologische Zeitschrift 17, 349-367.

Kotlarski S, Paul F, Jacob D (2010): Forcing a Distributed Glacier Mass Balance Model with the Regional Climate Model REMO: Part I: Climate Model Evaluation. J. of Climate 23, 1589-1606.

MPI (2006): Max-Planck-Institut für Meteorologie: Hinweise für REMO-Datennutzer. [http://www.mpimet.mpg.de/fileadmin/staff/pfeifersusanne/REMO\\_UBA/REMO-UBA-Hinweise.pdf](http://www.mpimet.mpg.de/fileadmin/staff/pfeifersusanne/REMO_UBA/REMO-UBA-Hinweise.pdf); abgerufen am 3.2.2011.

Maraun D, Wetterhall F, Ireson AM, Chandler RE, Kendon EJ, Widman M, Brienen S, Rust HW, Sauter T, Thermeßl M, Venema VKC, Chun KP, Goodess CM, Jones RG, Onof C, Vrac M, Thiele-Eich I (2010): Precipitation Downscaling under climate change: Recent developments to bridge the gap between dynamical models and the end user. Reviews of geophysics 48, RG3003.

Mudelsee M, Chirila D, Deutschländer T, Döring C, Haerter J, Hagemann S, Hoffmann H, Jacob D, Krahé P, Lohmann G, Moseley C, Nilson E, Panferov O, Rath T, Tinz B (2010): Climate Model Bias Correction und die Deutsche Anpassungsstrategie. Mitteil. DMG 3, 2-6.

Piani C, Haerter JO, Coppola E (2010): Statistical bias correction for daily precipitation in regional climate models over Europe. Theor. Appl. Climatol. 99, 187–192.

Spitters CJT, Toussaint HAJM, Goudriaan J (1986): Separating the diffuse and direct component of global radiation and its implications for modelling canopy photosynthesis. I. Components of incoming radiation. Agric. Forest Meteorol. 38, 217-229.

van der Linden P, Mitchell JFB (Eds.) (2009): ENSEMBLES: Climate change and its impacts at seasonal, decadal and centennial timescales. Met Office Hadley Centre, Exeter, 160.

-----

*(die Arbeiten wurden im Rahmen der Klimafolgenforschung Niedersachsen (KLIFF) durchgeführt und vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur gefördert)*