

Liebe REKLIM-Kollegen/innen,

im Mittelpunkt dieser Ausgabe des „Forschungsthemas des Monats November“, steht der Beitrag aus Thema 1 über „Das gekoppelte Boden-Landoberfläche-Atmosphäre-Model HIRHAM5-CLM4“. Darüber hinaus stellen wir fortschreibend Doktorandinnen und Doktoranden aus dem Verbund vor, die ihre Dissertation zum Abschluss gebracht haben.

Viel Spaß beim Lesen wünschen

Marietta Weigelt und Klaus Grosfeld

REKLIM Allgemein

Im Rahmen von REKLIM werden zunehmend Doktorarbeiten zum Abschluss gebracht. Aus diesem Grund möchten wir unter der Rubrik „Informationen aus den Topics“ die jeweiligen Doktorandinnen und Doktoranden und ihre Arbeit kurz vorstellen. Den Auftakt hierfür macht in diesem Monat Zoi Paschalidi vom Rheinischen Institut für Umweltforschung

der Universität Köln. Dazu wurde das Forschungsthema des Monats von Xu Zhou vom Alfred-Wegener-Institut in Potsdam gestaltet, der seine Doktorarbeit im Herbst dieses Jahres abgeschlossen hat.

Über Informationen zu weiteren abgeschlossenen REKLIM-Doktorarbeiten, über die wir dann in kommenden Ausgaben der REKLIM News berichten werden, freuen wir uns.

Informationen aus den Topics

Abgeschlossene Doktorarbeiten im REKLIM-Verbund

Zoi Paschalidi, Rheinisches Institut für Umweltforschung, Universität zu Köln

Zoi Paschalidi studierte angewandte Mathematik und Physik an der Nationalen Technischen Universität Athen, Griechenland. Im November 2011 begann sie ihre Promotion in Meteorologie in der chemischen Datenassimilationsgruppe von PD Dr. Hendrik Elbern am Rheinischen Institut für Umweltforschung. Ihr wissenschaftliches Aufgabenfeld lag im Rahmen des REKLIM-Themenbereichs 5: „Atmosphärische Zusammensetzung und Klima: Wechselwirkungen von globalen zu regionalen Skalen“ (ehemals Themenbereich 9). Hier untersuchte sie mit dem regionalen Chemie-Transport-Modell EURAD-IM Schätzung anthropogener Emissionen über Städten, vor allem innerhalb der planetaren Grenzschicht, mittels 4-dimensionaler, variationeller Datenassimilation. Im vergangenen Oktober verteidigte Zoi Paschalidi erfolgreich ihre Dissertation über ‚Inverse Modelling for the tropospheric chemical state estimation by 4-dimensional variational data assimilation from routinely and campaign platforms‘.

Die Analyse komplexer atmosphärischer Prozesse hängt maßgeblich von den Variablen ab, die für die Parametrisierung des Systems benötigt werden, in diesem Fall von den Emissionen. Daher wurden in ihrer Arbeit bodengestützte Beobachtungen chemischer Konstituenten kombiniert mit Satelliten- und Zeppelin-Beobachtungen verwendet.

Mit diesen Beobachtungen konnten verbesserte Emissionsfaktoren durch kombinierte Optimierung von Anfangswerten und Emissionsfaktoren ermittelt werden. Ein weiterer Bestandteil von Zoi Paschalidis Dissertation war die Assimilation von Messdaten des PEGASOS-Projekts während einer Kampagne in der Po-Ebene in Norditalien, um den Einfluss von Kampagnendaten auf die Modellgüte zu analysieren. In Fallstudien konnte gezeigt werden, dass die Assimilation von routinemäßigen und Messkampagnendaten zusammen mit der hochauflösenden Nesting-Technik (bis zu 1 km horizontaler Auflösung) deutliche Verbesserungen der Vorhersagequalität erzielte. Vor allem in mit Schadstoffen belasteten Regionen konnte so die Simulation von chemischen Stoffen in der gesamten planetaren Grenzschicht verbessert werden.



Forschungsthema des Monats November 2015: Topic 1 Gekoppelte regionale Klimamodelle

Das gekoppelte Boden-Landoberfläche-Atmosphäre-Model HIRHAM5-CLM4

Damit regionale Klimamodelle in der Arktis das heutige Klima möglichst realistisch wiedergeben und damit auch realistische Projektionen für die Zukunft liefern können, ist eine realitätsnahe Darstellung von Bedingungen nötig, die für die Arktis typisch sind, wie beispielsweise Dauerfrostböden, die Schneebedeckung während eines Großteils des Jahres oder arktische Vegetation. Dies erfordert die Kopplung von regionalen atmosphärischen Klimamodellen mit komplexen Boden- und Landoberflächenmodellen.

Um das für die Arktis angewandte regionale Atmosphärenmodell HIRHAM5 (Christensen et al., 2007) zu verbessern, wurde HIRHAM5 mit einem komplexen Boden- und Landoberflächenmodell gekoppelt, dem Community Land Model Version 4 (CLM4.0; Oleson et al., 2010). Dabei wird das CLM4.0 vom Atmosphärenmodell angetrieben, d. h. es erhält meteorologische Daten wie Lufttemperatur, Wind, Niederschlag, Strahlung, Luftdruck und spezifische Feuchte von HIRHAM5. Danach wird der Zustand von Boden und Landoberfläche von CLM4.0 berechnet und Größen wie die turbulente Wärmeflüsse, Albedo und die Oberflächentemperatur an die Atmosphäre zurückgegeben. Man erwartet, dass das gekoppelte Boden-Landoberflächen-Atmosphärenmodell HIRHAM5-CLM4.0 (HCLM; Zhou, 2015) die Wechselwirkungen zwischen Landoberfläche und Atmosphäre realistischer wiedergibt, als ein reines Atmosphärenmodell mit einem einfachen Boden- und Landoberflächenschema.

Es zeigt sich, dass das gekoppelte Modell HCLM verschiedene Variablen des Klimasystems deutlich besser berechnet als HIRHAM5. Vergleicht man beispielsweise die von HCLM und HIRHAM5 berechneten Albedowerte mit Werten, die aus Beobachtungen des Satelliten MODIS abgeleitet wurden, zeigt HCLM deutlich realitätsnähere Werte als HIRHAM5, besonders für die sibirische Taiga (Abbildung 1). Diese Verbesserung kann sowohl auf das bessere Schneemodell in HCLM zurückgeführt werden als auch auf die komplexeren Interaktionen von Strahlung und Vegetation im Vergleich zu HIRHAM5. Da CLM4.0 außerdem den Wärmetransport im Boden deutlich realistischer darstellt als HIRHAM5, sind auch die Bodentemperaturen im gekoppelten Modell deutlich verbessert.

Die veränderte Darstellung von Boden- und Landoberflächenprozessen im gekoppelten Modell HCLM hat ebenfalls Rückwirkungen auf die Atmosphäre zur Folge, was sich in veränderten Lufttemperaturen, Niederschlägen, Druckverteilungen, Wolkenbedeckung und einer veränderten Strahlungsbilanz am Boden im Vergleich mit dem reinen Atmosphärenmodell zeigt.

Die Kopplung verändert ebenfalls die turbulenten Wärmeflüsse, dabei ergibt sich eine Zunahme des sensiblen und eine Abnahme des latenten Wärmeflusses im Bezug auf das ungekoppelte Modell (Abbildung 2). Diese Veränderungen könnten mit der veränderten Oberflächentemperatur zusammenhängen, für deren Berechnung in CLM4.0 mehr Boden- und Schneeschichten benutzt werden als in HIRHAM5, außerdem wird das Schmelzen von Schnee anders berechnet und Pflanzen haben eine andere Speicherkapazität für Wasser. Gleichzeitig führt die geringere Evaporation in HCLM zu geringerem Niederschlag im Vergleich zu HIRHAM5. Der Jahresgang des Niederschlags in HCLM zeigt eine Verzögerung um einen Monat, verursacht durch die spätere Schneeschmelze.

Die Evaluierung des gekoppelten Regionalen Klimamodells HCLM mittels Satelliten-, Stations- und Reanalysedaten zeigt darüber hinaus erste erfreuliche Ergebnisse in Bezug auf die wichtigsten atmosphärischen und Landvariablen. Jedoch weist auch HCLM Differenzen zu den Beobachtungen des Klimas auf, die weiter auf der Grundlagen von Modellsimulationen über mehrere Dekaden untersucht werden müssen. Beispielsweise führt die Unterschätzung der Evaporation im Sommer zu einer zu geringen Wolkenbedeckung und damit zu einer zu geringen abwärts gerichteten atmosphärischen langwelligen Strahlung. Trotzdem

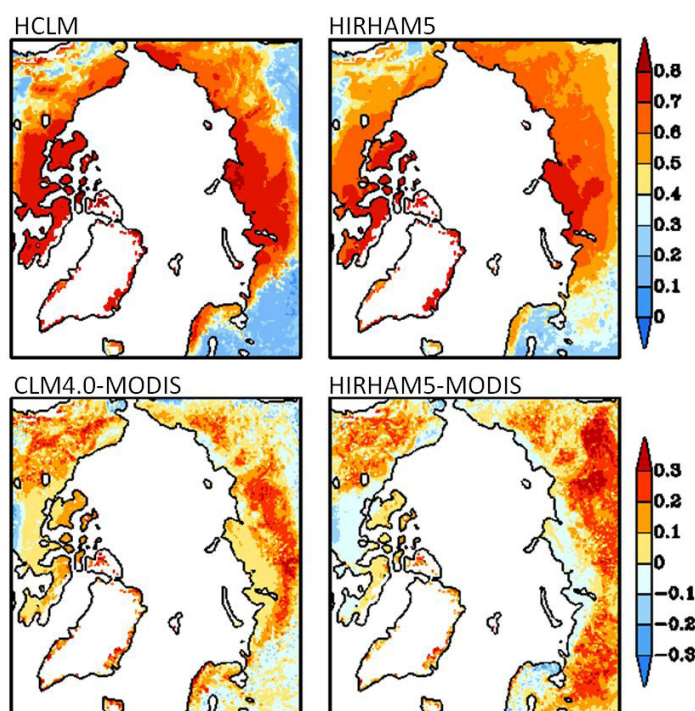


Abb. 1: Räumliche Verteilung der Albedo im Frühling (März, April, Mai) aus HCLM und HIRHAM5 (jeweils Mittel über 1979-1984) und die Differenz zu MODIS zwischen CLM4.0 und HIRHAM5 (jeweils Mittel über 2000-2010).

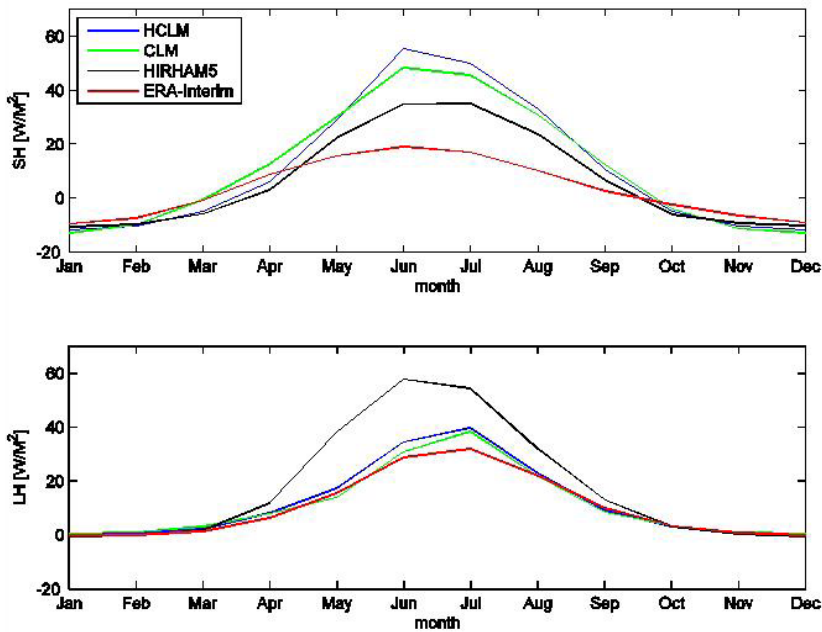


Abb. 2: Jahresgang des sensiblen (SH) und fühlbaren (LH) Wärmestroms, gemittelt über das gesamte Modelgebiet (nur Landpunkte) für HCLM, CLM4.0, HIRHAM5 und ERA-Interim Re-analyse und über den Zeitraum 1979 bis 1984.

deutet die Validierung darauf hin, dass HCLM Landoberflächen- und Bodenprozesse realistischer simulieren kann als HIRHAM5. Längere Simulationen mit dem gekoppelten Modell sind daher wichtig, ebenso wie Sensitivitätsstudien, die beispielsweise den Einfluss von Vegetationsbedeckung untersuchen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind im Rahmen einer in REKLIM durchgeführten Doktorarbeit (Zou, 2015) erzielt worden.

Ansprechpartner:

Xu Zhou (Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Potsdam)

Dr. Heidrun Matthes (Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Potsdam)

Prof. Dr. Klaus Dethloff (Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Potsdam)

Referenzen:

Christensen, O. B., M. Drews, J. Hesselbjerg Christensen, K. Dethloff, K. Ketelsen, I. Hebestadt and A. Rinke (2007): *The HIRHAM Regional Climate Model Version 5 (beta)*, Technical Report 06-17, Danish Meteorological Institute, www.dmi.dk/dmi/tr06-17.

Oleson, K. W., and 27 co-authors (2010): *Technical Description of version 4.0 of the Community Land Model (CLM)*. doi:10.5065/D6FB50WZ.

Zhou, X. (2015): *Atmospheric Interactions with Land Surface in the Arctic Based on Regional Climate Model Simulations*, Phd-thesis, University of Potsdam, 143 pp.

Kurzbiografie REKLIM Nachwuchswissenschaftler

Xu Zhou (Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar und Meeresforschung, Potsdam)

Xu Zhou hat Physik an der Hebei-Universität in Baoding und Geophysik am Institut für Geologie und Geophysik der Chinesischen Akademie der Wissenschaften in Peking studiert. Im Masterstudium entstand das Interesse für die Physik der Atmosphäre, hier mit Fokus auf Massendichtesimulationen der mittleren bis oberen Atmosphäre. 2011 begann Xu Zhou seine Doktorarbeit am Alfred-Wegener-Institut in Potsdam in der Sektion Atmosphärische Zirkulation. Die in REKLIM Topic 1 „Gekoppelte regionale Klimamodelle“ angesiedelte Arbeit beschäftigte sich mit der Kopplung zwischen Landoberfläche, Boden und Atmosphäre. Dabei wurde das regionale Klimamodell HIRHAM5 weiterentwickelt, in dem das Boden und Landoberflächenmodell CLM4 an HIRHAM5 gekoppelt wurde. Xu Zhou evaluierte in seiner Doktorarbeit das weiterentwickelte Modell HIRHAM5-CLM4 mit einem Schwerpunkt auf Wechselwirkungen zwischen Boden, Landoberfläche und Atmosphäre und den damit verbundenen physikalischen Prozessen.

