

**Berichte des Meteorologischen Instituts  
der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg**

**Nr. 23**

**Helmut Mayer (Hrsg.)**

**9. Deutsche Klimatagung  
Freiburg, 9. bis 12. Oktober 2012:  
Kurzfassungen  
von Vorträgen und Posterbeiträgen**

**Freiburg, Oktober 2012**



**ISSN 1435-618X**

Alle Rechte, insbesondere die Rechte der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung vorbehalten.

Eigenverlag des Meteorologischen Institutes der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Druck: Druckerei der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Herausgeber: Univ.-Prof. Dr. Helmut Mayer

Meteorologisches Institut der Albert-Ludwigs-Universität  
Freiburg

Werthmannstr. 10, D-79085 Freiburg, Germany

Tel.: +49/761/203-3590; Fax: +49/761/203-3586

e-mail: [meteo@meteo.uni-freiburg.de](mailto:meteo@meteo.uni-freiburg.de)

Dokumentation: Mayer, H. (Hrsg.), 2012: 9. Deutsche Klimatagung, Freiburg, 9. bis 12. Oktober 2012: Kurzfassungen von Vorträgen und Posterbeiträgen. Ber. Meteor. Inst. Univ. Freiburg Nr. 23, 144 pp.



## **9. Deutsche Klimatagung**

Freiburg, 9. bis 12. Oktober 2012

**Rahmenthema:**

**Klima**

**in Wissenschaft und Anwendung**



## **9. Deutsche Klimatagung**

**Freiburg, 9. bis 12. Oktober 2012**

**Planung und Durchführung:**

**Meteorologisches Institut**

**Albert-Ludwigs-Universität Freiburg**

zusammen mit:

**Deutsche Meteorologische Gesellschaft e.V. (DMG)**

**Website der 9. DKT: [www.dkt2012.uni-freiburg.de](http://www.dkt2012.uni-freiburg.de)**

## Inhaltsverzeichnis

9. DKT 2012: Zeitplan	7
9. DKT 2012: detailliertes Vortragsprogramm	9
9. DKT 2012: detailliertes Posterprogramm	16
Kurzfassung des Plenarvortrags	19
Kurzfassungen der Vorträge zum Themenschwerpunkt „Rekonstruktion des historischen Klimas“	21
Kurzfassungen der Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimaanalysen anhand von Messdaten“ - Sitzung 1	27
Kurzfassungen der Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimaanalysen anhand von Messdaten“ - Sitzung 2	35
Kurzfassungen der Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimaanalysen anhand von Messdaten“ - Sitzung 3	41
Kurzfassungen der Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimamodellierung (globaler, regionaler und lokaler Maßstab)“ - Sitzung 1	47
Kurzfassungen der Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimamodellierung (globaler, regionaler und lokaler Maßstab)“ - Sitzung 2	53
Kurzfassungen der Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimamodellierung (globaler, regionaler und lokaler Maßstab)“ - Sitzung 3	61
Kurzfassungen der Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimaservices“	69
Kurzfassungen der Vorträge zum Themenschwerpunkt „Stadt- und Geländeklimatologie“ - Sitzung 1	77
Kurzfassungen der Vorträge zum Themenschwerpunkt „Stadt- und Geländeklimatologie“ - Sitzung 2	83
Kurzfassungen der Vorträge zum Themenschwerpunkt „Stadt- und Geländeklimatologie“ - Sitzung 3	89
Kurzfassungen der Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimafolgenforschung“ - Sitzung 1	95
Kurzfassungen der Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimafolgenforschung“ - Sitzung 2	101
Kurzfassungen der Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimafolgenforschung“ - Sitzung 3	107
Kurzfassungen der Posterbeiträge zum Themenschwerpunkt „Klimaanalysen anhand von Messdaten“	113
Kurzfassungen der Posterbeiträge zum Themenschwerpunkt „Klimamodellierung (globaler, regionaler und lokaler Maßstab)“	117
Kurzfassungen der Posterbeiträge zum Themenschwerpunkt „Klimaservices“	123
Kurzfassungen der Posterbeiträge zum Themenschwerpunkt „Stadt- und Geländeklimatologie“	127
Kurzfassungen der Posterbeiträge zum Themenschwerpunkt „Klimafolgenforschung“	133

**Zur Beachtung:**

Die Kurzfassungen sind in diesem Bericht in Anlehnung an das Programm der 9. Deutschen Klimatagung gereiht.

## 9. Deutsche Klimatagung

### - Zeitplan -

#### Montag, 8. Oktober 2012:

16:00 - 18:00: Registrierung der Tagungsteilnehmer im Tagungsbüro

#### Dienstag, 9. Oktober 2012:

ab 08:00: Registrierung der Tagungsteilnehmer im Tagungsbüro

09:00 - 09:30: Tagungseröffnung und Grußworte

09:30 - 10:00: Plenarvortrag

10:00 - 10:30: Kaffeepause - mit Posterpräsentationen

10:30 - 12:10: Vorträge zum Themenschwerpunkt „Rekonstruktion des historischen Klimas“

12:10 - 13:40: Mittagspause

13:40 - 15:40: Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimaanalysen anhand von Messdaten“ - Sitzung 1

15:40 - 16:10: Kaffeepause - mit Posterpräsentationen

16:10 - 17:50: Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimaanalysen anhand von Messdaten“ - Sitzung 2

18:00 - 21:00: Icebreaker

#### Mittwoch, 10. Oktober 2012:

08:30 - 10:10: Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimaanalysen anhand von Messdaten“ - Sitzung 3

10:10 - 10:40: Kaffeepause - mit Posterpräsentationen

10:40 - 12:20: Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimamodellierung (globaler, regionaler und lokaler Maßstab)“ - Sitzung 1

12:20 - 13:40: Mittagspause

13:40 - 15:40: Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimamodellierung (globaler, regionaler und lokaler Maßstab)“ - Sitzung 2

15:40 - 16:10: Kaffeepause - mit Posterpräsentationen

16:10 - 18:30: Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimamodellierung (globaler, regionaler und lokaler Maßstab)“ - Sitzung 3

19:00 - 21:30: Mitgliederversammlung der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft

#### Donnerstag, 11. Oktober 2012:

08:30 - 10:30: Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimaservices“

10:30 - 11:00: Kaffeepause - mit Posterpräsentationen

11:00 - 12:20: Vorträge zum Themenschwerpunkt „Stadt- und Geländeklimatologie“ - Sitzung 1

12:20 - 13:50: Mittagspause

13:50 - 15:30: Vorträge zum Themenschwerpunkt „Stadt- und Geländeklimatologie“ - Sitzung 2

15:30 - 16:00: Kaffeepause - mit Posterpräsentationen

16:00 - 17:40: Vorträge zum Themenschwerpunkt „Stadt- und Geländeklimatologie“ - Sitzung 3

17:40: Verleihung des Preises der Reinhard-Süring-Stiftung 2012

**Freitag, 12. Oktober 2012:**

- 08:30 - 10:10: Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimafolgenforschung“ - Sitzung 1
- 10:10 - 10:40: Kaffeepause - mit Posterpräsentationen
- 10:40 - 12:20: Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimafolgenforschung“ - Sitzung 2
- 12:20 - 13:00: Mittagspause
- 13:00 - 14:40: Vorträge zum Themenschwerpunkt „Klimafolgenforschung“ - Sitzung 3
- 14:40 - 15:00: Abschluss der 9. Deutschen Klimatagung



## 9. Deutsche Klimatagung

### - detailliertes Vortragsprogramm -

#### Dienstag, 9. Oktober 2012:

09:00 - 09:10: Eröffnung der 9. DKT durch Prof. Dr. Helmut Mayer, Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, und amtierender Vorsitzender der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft

09:10 - 09:30: Grußworte:

- Prof. Dr. Heiner Schanz, Vizerektor der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
- Prof. Dr. Jürgen Bauhus, Dekan der Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

09:30 - 10:00: Plenarvortrag:

Prof. Dr. Peter Höppe (Munich Re, München):

*Klima - Grundlage und Risiko für die Nutzung Erneuerbarer Energien*

10:00 - 10:30: **Kaffeepause - mit Posterpräsentationen**

#### Themenschwerpunkt: Rekonstruktion des historischen Klimas

**Sitzungsleitung: Andreas Matzarakis, Freiburg**

10:30 - 10:50: Sophie Stolzenberger (Universität Bonn), Andreas Hense, Norbert Kühl:  
*Untersuchungen zu botanischen Paläoklimatransferfunktionen*

10:50 - 11:10: Birger Tinz (Deutscher Wetterdienst, Hamburg), Gudrun Rosenhagen:  
*Rekonstruktion des historischen Klimas mit Daten der überseeischen Stationen der Deutschen Seewarte*

11:10 - 11:30: Steffen Vogt (Universität Freiburg), Johannes Schönbein, Olaf Matuschek, Ghazi al-Dyab, Dirk Riemann, Rüdiger Glaser, Jürg Luterbacher:  
*High resolution climate reconstructions for Palestine and Syria from documentary records*

11:30 - 11:50: Johannes Schönbein (Universität Freiburg), Rüdiger Glaser, Iso Himmelsbach, Dirk Riemann, Axel Drescher, Brice Martin, Steffen Vogt:  
*Analyse historischer Hochwasserereignisse - Ein Beitrag zum transnationalen Hochwasserrisikomanagement*

11:50 - 12:10 Karl-Heinz Bernhardt (Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin):  
*Zur Geschichte der Simulation des „Nuklearen Winters“*

12:10 - 13:40: **Mittagspause**

#### Themenschwerpunkt: Klimaanalysen anhand von Messdaten

**Sitzung 1 Sitzungsleitung: Ernest Rudel, Wien**

13:40 - 14:00: André Düsterhus (Universität Bonn), Andreas Hense:  
*Automatische Qualitätssicherung großer Datensätze*

14:00 - 14:20: Jörg Franke (Universität Bern), Jonas Bhend, Stefan Brönnimann:  
*Datenassimilation von historischen Messungen und Klimaproxies mit dem Ensemble Kalman Filter*

14:20 - 14:40: Christoph Wosnitza (Universität Bonn), Christian Ohlwein, Jan Keller:  
*Das Hans-Ertel Zentrum für Wetterforschung: Klimamonitoring Zweig - Die Entwicklung einer hochaufgelösten Reanalyse für Deutschland*

- 14:40 - 15:00: Annika Übachs (Universität Bonn), Alice Kapala:  
*Multivariate Analyse und Regionalisierung der Klimavariabilität in der 2. Hälfte des 20. Jh. in Deutschland*
- 15:00 - 15:20: Elke Rustemeier (Universität Bonn), Alice Kapala, Victor Venema, Clemens Simmer:  
*Automatische Homogenisierung großer Datensätze von langjährigen Niederschlagszeitreihen*
- 15:20 - 15:40: Victor Venema (Universität Bonn), Ralf Lindau, Elke Rustemeier, Alice Kapala, Clemens Simmer:  
*Homogenisation on monthly and daily temperature and precipitation data*

15:40 - 16:10: **Kaffeepause - mit Posterpräsentationen**

**Themenschwerpunkt: Klimaanalysen anhand von Messdaten**

**Sitzung 2 Sitzungsleitung: Peter Höpfe, München**

- 16:10 - 16:30: Ieda Pscheidt (Universität Bonn), Petra Friederichs, Christian Ohlwein, Jan Keller, Andreas Hense, Christoph Wosnitza, Susanne Crewell, Stefan Kneifel, Stephanie Redl, Sandra Steinke:  
*Disaggregation von Niederschlagsdaten*
- 16:30 - 16:50: Martin Jacques-Coper (Universität Bern), Stefan Brönnimann:  
*On the summertime climate variability in southern South America: Interannual and interdecadal patterns during the 20<sup>th</sup> century*
- 16:50 - 17:10: Majana Heidenreich (TU Dresden), Valeri Goldberg:  
*Die Variabilität der Solarstrahlung in Sachsen in Vergangenheit und Zukunft*
- 17:10 - 17:30: Dirk Olbers (Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven):  
*The temperature in Bremen since 1803 - embedding data fragments into homogeneous time series*
- 17:30 - 17:50: Alexander Stickler (Universität Bern), Stefan Brönnimann:  
*Regionale Temperaturtrends im 20. Jahrhundert in der Arktis und den Tropen in Radiosondendaten und Reanalysen*
- 18:00 - 21:00: **Icebreaker** in der Prometheushalle (vor der Aula)

**Mittwoch, 10. Oktober 2012:**

**Themenschwerpunkt: Klimaanalysen anhand von Messdaten**

**Sitzung 3 Sitzungsleitung: Gudrun Rosenhagen, Hamburg**

- 08:30 - 08:50: Falk Böttcher (Deutscher Wetterdienst, Leipzig), Maria Böhme:  
*Die Bodentemperaturreihe der Säkularstation Potsdam - Eine statistische Aufarbeitung der Messungen bis 12 Meter Tiefe*
- 08:50 - 09:10: Christian Hauck (Universität Fribourg, Schweiz), Martin Scherler, Nadine Salzmann, Christin Hilbich, Martin Hoelzle:  
*Klimasensitivität des Permafrostes im Hochgebirge*
- 09:10 - 09:30: Karin Lutz (Universität Augsburg), Irena Ott, Joachim Rathmann, Jucundus Jacobeit:  
*Warmwasserereignisse im südöstlichen Atlantik*

- 09:30 - 09:50: Monika Rauthe (Deutscher Wetterdienst, Offenbach), Ulf Riediger, A. Mazurkiewicz, H. Steiner, A. Gratzki:  
*HYRAS - Hydrologisch relevante Rasterdatensätze für deutsche Flusseinzugsgebiete*
- 09:50 - 10:10: Peter Stucki (Universität Bern), R. Rickli, S. Brönnimann, O. Martius:  
*Extreme Hochwasser in der Schweiz seit 1868 - Wetterlagen und hydroklimatische Vorbedingungen*
- 10:10 - 10:40: **Kaffeepause - mit Posterpräsentationen**

**Themenschwerpunkt: Klimamodellierung (globaler, regionaler und lokaler Maßstab)**

**Sitzung 1 Sitzungsleitung: Florian Imbery, Offenbach**

- 10:40 - 11:00: Dmitry Sidorenko (Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven), Tido Semmler, Thomas Jung:  
*Sensitivitätsstudien mit dem gekoppelten Klimamodell ECHAM-FESOM zu Gitterauflösung und Modellparametern*
- 11:00 - 11:20: Peter Carl (Institut für Angewandte Marine, Limnische und Hydrologische Studien, Berlin):  
*Konzeptionelle GCM-Studien zur intrasaisonalen Aktivität des globalen Monsunsystems*
- 11:20 - 11:40: Wolfgang Dorn (Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Potsdam), Klaus Dethloff, Annette Rinke:  
*Simulation des arktischen Meereises mit gekoppelten Klimamodellen*
- 11:40 - 12:00: Matthias Zimmer (Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Mainz), Roland Manger, Clementine Kraus:  
*Praxistaugliche Methode zur gebietsweisen Analyse regionaler Klimasimulationsdaten*
- 12:00 - 12:20: Elke Hertig (Universität Augsburg), Jucundus Jacobeit:  
*Statistisches Downscaling unter Berücksichtigung von Instationaritäten*
- 12:20 - 13:40: **Mittagspause**

**Themenschwerpunkt: Klimamodellierung (globaler, regionaler und lokaler Maßstab)**

**Sitzung 2 Sitzungsleitung: Armin Raabe, Leipzig**

- 13:40 - 14:00: Florian Imbery (Deutscher Wetterdienst, Offenbach), Sabrina Plagemann:  
*Auswertung von Klimaprojektionsensembles für das Ressortforschungsprogramm KLIWAS*
- 14:00 - 14:20: Sabrina Plagemann (Deutscher Wetterdienst, Offenbach), Ulf Riediger, Alex Mazurkiewicz, Monika Rauthe, Florian Imbery, Annegret Gratzki:  
*Wetterlagenabhängige Niederschlagsstatistik regionaler Klimamodelle*
- 14:20 - 14:40: Tido Semmler (Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven), Thomas Jung:  
*Einfluss schwindenden arktischen Meereises auf das Klima der nördlichen mittleren Breiten*
- 14:40 - 15:00: Hans-Jürgen Panitz (Karlsruher Institut für Technologie), M. Schubert-Frisius, K. Meier-Fleischer, P. Lenzen, S. Legutke, K. Keuler, D. Lüthi:  
*CORDEX Klimasimulationen für Afrika mit COSMO-CLM (CCLM)*
- 15:00 - 15:20: Steffen Kothe (Universität Frankfurt), Hans-Jürgen Panitz, Bodo Ahrens:  
*Die Strahlungsbilanz in regionalen Klimasimulationen für Afrika*

15:20 - 15:40: Hendrik Feldmann (Karlsruher Institut für Technologie), Arnulf Sehlinger, Hans-Jürgen Panitz, Gerd Schädler:  
*Untersuchung von Trocken- und Feuchtperioden in Europa mit einem regionalen Klimamodell*

15:40 - 16:10: **Kaffeepause - mit Posterpräsentationen**

**Themenschwerpunkt: Klimamodellierung (globaler, regionaler und lokaler Maßstab)**

**Sitzung 3 Sitzungsleitung: Uwe Ulbrich, Berlin**

16:10 - 16:30: Andrew Ferrone (Karlsruher Institut für Technologie), Heike Vogel, Christoph Kottmeier, Bernhard Vogel:

*Der Einfluss der Aerosole auf die Hitzewelle von 2003: Eine Studie mit dem regionalen Modellsystem COSMO-ART*

16:30 - 16:50: Birgit Klein (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg), Katharina Bülow, Sabine Hüttl-Kabus, Uwe Mikolajewicz, Nikesh Narayan, Thomas Pohlmann, Dmitry Sein, Hartmut Heinrich:

*Simulationen der Klimaentwicklung in Nord- und Ostsee bis Ende des 21. Jahrhunderts mit gekoppelten Ozean-Atmosphäre Modellen*

16:50 - 17:10: Anette Ganske (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg), Hartmut Heinrich, Gudrun Rosenhagen:

*Wind auf der Nordsee - Ergebnisse regionaler Klimamodelle*

17:10 - 17:30: Kirsten Warrach-Sagi (Universität Hohenheim), Peter Greve, Volker Wulfmeyer, Christian Hauck:

*Verifikation der Bodenfeuchte einer regionalen Klimasimulation am Beispiel von Bodenfeuchtemessnetzen in Südfrankreich und Südwestdeutschland*

17:30 - 17:50: Dirk Pavlik (TU Dresden), Dennis Söhl, Thomas Pluntke, Stefanie Fischer, Christian Bernhofer:

*Einfluss des Klimawandels auf die hydro-klimatischen Bedingungen im Einzugsgebiet des Westlichen Bug*

17:50 - 18:10: Kristina Trusilova (Deutscher Wetterdienst, Offenbach), Barbara Früh, Susanne Brienens, Andreas Walter:

*Urbane Parametrisierung in COSMO-CLM*

19:00 - 21:30: **Mitgliederversammlung der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft** in der Aula

**Donnerstag, 11. Oktober 2012:**

**Themenschwerpunkt: Klimaservices**

**Sitzungsleitung: Christian-D. Schönwiese, Frankfurt/Main**

08:30 - 08:50: Dirk Riemann (Universität Freiburg), Steffen Vogt, Franck Borel, Martin Helfer, Sebastian Specht, Rüdiger Glaser, Ato Ruppert, Sebastian Lentz:

*Tambora.org als kollaboratives Werkzeug in der historischen Klima- und Umweltforschung*

08:50 - 09:10: Elke Keup-Thiel (Climate Service Center, Hamburg), Barbara Hennemuth, Steffen Bender, Markus Groth:

*Klimaservice für Anpassungsprojekte*

09:10 - 09:30: Uwe Ulbrich (FU Berlin), Wolfgang Hiller, C3-Team:

*C3Grid als Infrastruktur für die wissenschaftliche Arbeit mit verteilten Daten für Anpassungsprojekte*

- 09:30 - 09:50: Hans Schipper (Süddeutsches Klimabüro, Karlsruhe):  
*Der Aufbau eines regionalen Helmholtz-Klimabüros*
- 09:50 - 10:10: Philipp Reiter (Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen, Trippstadt), Maria Jäger, Tilmann Sauer:  
*www.kwis-rlp.de - Klimawandelinformationssystem Rheinland-Pfalz*
- 10:10 - 10:30: Hildegard Kaufmann (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien), Viet Tran:  
*Beitrag der ZAMG im Bereich der Windenergie - Rückblick und Ausblick*

10:30 - 11:00: **Kaffeepause - mit Posterpräsentationen**

**Themenschwerpunkt: Stadt- und Geländeklimatologie**

**Sitzung 1 Sitzungsleitung: Meinolf Koßmann, Offenbach**

- 11:00 - 11:20: Helmut Mayer (Universität Freiburg):  
*Stadtklima der Zukunft - Stress durch Klimawandel*
- 11:20 - 11:40: Nicole Müller (Universität Duisburg-Essen), Wilhelm Kuttler:  
*Stadtklimatische Messungen und Modellierungen vor dem Hintergrund des Klimawandels*
- 11:40 - 12:00: Saskia Buchholz (Deutscher Wetterdienst, Offenbach), Meinolf Koßmann, Barbara Früh, Marita Roos:  
*Anpassungsstrategien an den Klimawandel in Städten - Modellsimulationen einer virtuellen Stadt*
- 12:00 - 12:20: Anja Goldbach (Universität Duisburg-Essen), Wilhelm Kuttler:  
*Quantifizierung turbulenter Wärmeflussdichten im urbanen Raum zur Bewertung des humanen thermischen Komforts*
- 12:20 - 13:50: **Mittagspause**

**Themenschwerpunkt: Stadt- und Geländeklimatologie**

**Sitzung 2 Sitzungsleitung: Hans Schipper, Karlsruhe**

- 13:50 - 14:10: Andreas Matzarakis (Universität Freiburg):  
*Linking urban micro scale models - RayMan and SkyHelios*
- 14:10 - 14:30: Meinolf Koßmann (Deutscher Wetterdienst, Offenbach), B. Früh, K. Hoffmann, P.-H. Voss, P. Schierbaum:  
*Klimauntersuchungen in Jena für die Anpassung an den Klimawandel*
- 14:30 - 14:50: Roland Koch (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien), Maja Zuvela-Aloise:  
*Modellierung der Wärmebelastung im Stadtgebiet von Wien*
- 14:50 - 15:10: Jan Paul Bauche (Universität Freiburg), Elena A. Grigorieva, Andreas Matzarakis:  
*Human-biometeorologische Analyse der thermischen Bedingungen in Russland Fernost als Indikator für Lebensqualität*
- 15:10 - 15:30: Yung-Chang Chen (Universität Freiburg), Po-Hsiung Lin, Andreas Matzarakis:  
*Analyse der vertikalen Komponente des thermischen Bioklimas - Am Beispiel des 101 Turms in Taipei, Taiwan*
- 15:30 - 16:00: **Kaffeepause - mit Posterpräsentationen**

**Themenschwerpunkt: Stadt- und Geländeklimatologie****Sitzung 3 Sitzungsleitung: Wilhelm Kuttler, Essen**

- 16:00 - 16:20: Dominik Fröhlich (Universität Freiburg), Andreas Matzarakis:  
*Modeling of changes in human thermal bioclimate resulting from changes in urban design - Example based on a popular place in Freiburg, SW-Germany*
- 16:20 - 16:40: Emmanuel L. Ndetto (Universität Freiburg), Andreas Matzarakis:  
*Optimal urban configuration and basic bioclimate analysis of a coastal city along the western Indian Ocean*
- 16:40 - 17:00: Christiane Brandenburg (Universität für Bodenkultur Wien), Brigitte Alex, Ursula Liebl, Christina Czachs:  
*Hitze und deren Auswirkungen auf den Städtetourismus - dargestellt am Beispiel Wiens*
- 17:00 - 17:20: Ronja Vitt (Universität Freiburg), Ágnes Gulyás, Andreas Matzarakis:  
*Klimatisches Tourismuspotenzial von Szeged, Ungarn*
- 17:20 - 17:40: Christine Ketterer (Universität Freiburg), Paul Zieger, Nicolas Bukowiecki, Martine Collaud Coen, Dominique Ruffieux, Ernest Weingartner:  
*Detection of the planetary boundary layer using remote sensing and in-situ measurements at the Kleine Scheidegg and at the Jungfrauoch, Switzerland*
- 17:40: **Verleihung des Preises der Reinhard-Süring-Stiftung 2012 durch die Deutsche Meteorologische Gesellschaft** in der Aula

**Freitag, 12. Oktober 2012:****Themenschwerpunkt: Klimafolgenforschung****Sitzung 1 Sitzungsleitung: Paul Dostal, Bonn**

- 08:30 - 08:50: Merja H. Tölle (Universität Göttingen), Oleg Panferov, Alexander Knohl:  
*Effects of poplar patches on present and future regional climate*
- 08:50 - 09:10: Oleg Panferov (Universität Göttingen), Claus Döring, Christopher Moseley, Alexander Knohl:  
*Sensitivity and uncertainties of climate impact modelling in forestry - measured and modelled input data*
- 09:10 - 09:30: Arne Nothdurft (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg), Thilo Wolf, Andre Ringeler, Jürgen Böhner, Joachim Saborowski:  
*Raum-Zeit-Vorhersagen der Bonität basierend auf Waldinventuren und Klimaveränderungsszenarien*
- 09:30 - 09:50: Jochen Schönborn (Universität Freiburg), Dirk Schindler, Helmut Mayer:  
*Sturmgefährdung von Wäldern: dynamische Reaktionen eines freistehenden Laubbaums auf turbulente Windlasten*
- 09:50 - 10:10: Barbara Köstner (TU Dresden), Marco Lorenz:  
*Klimafolgenzenarien landwirtschaftlicher Kenngrößen für die Modellregion Dresden im Projekt REGKLAM*
- 10:10 - 10:40: **Kaffeepause - mit Posterpräsentationen**

**Themenschwerpunkt: Klimafolgenforschung****Sitzung 2 Sitzungsleitung: Barbara Köstner, Dresden**

- 10:40 - 11:00: Elisabeth Koch (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien), Wolfgang Lipa, Markus Ungersböck, Susanne Zach-Hermann:  
*www.PEP725.eu - Pan European Phenological Database*
- 11:00 - 11:20: Gerd Schädler (Karlsruher Institut für Technologie), Doris DÜthmann, Joachim Liebert, Irena Ott, Sven Wagner:  
*Wie beeinflusst der Klimawandel die Hochwassergefahr in kleineren und mittleren Flusseinzugsgebieten?*
- 11:20 - 11:40: Susanna Mohr (Karlsruher Institut für Technologie), Michael Kunz:  
*Hagelgefährdung in einem zukünftigen Klima*
- 11:40 - 12:00: Paul Neumann (Universität Freiburg), Andreas Matzarakis:  
*Ein modifizierter Heliothermal Index zur Bestimmung von Charakteristika von Weinjahrgängen in Baden-Württemberg*
- 12:00 - 12:20: Pascal Kremer (Universität Mainz), Hans-Joachim Fuchs:  
*Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Zuckerrübenenerträge in Rheinhessen und der Pfalz*
- 12:20 - 13:00: **Mittagspause**

**Themenschwerpunkt: Klimafolgenforschung****Sitzung 3 Sitzungsleitung: Steffen Vogt, Freiburg**

- 13:00 - 13:20: Andreas Herrmann (TU Bergakademie Freiberg), Benjamin Lampadius, Jörg Matschullat, Dimosthenis Trimis:  
*Auswirkungen des Klimawandels auf Energieerzeugungstechnologien*
- 13:20 - 13:40: Martin Hämmerle (Universität Freiburg), Andreas Matzarakis, Christina Endler, Stefan Muthers, Elisabeth Koch:  
*Klima und Tourismus in Österreich - Ansätze zur tourismus-klimatischen Bewertung*
- 13:40 - 14:00: Inga Hense (Universität Hamburg), H.E. Markus Meier, Sebastian Sonntag:  
*Einfluss des Klimawandels auf Cyanobakterien in der Ostsee - Ergebnisse aus Projektionssimulationen*
- 14:00 - 14:20: Sabine Reinecke (Universität Freiburg), Michael Pregernig, Till Pistorius, Anja Bauer:  
*Gut beratene Klimapolitik? Internationale Bestandsaufnahme zu Formen der wissenschaftlichen Politikberatung in der Klimapolitik*
- 14:20 - 14:40: Joachim Rathmann (Universität Augsburg):  
*Klimaethik in Wissenschaft und Anwendung*
- 14:40 - 15:00: **Abschluss der 9. Deutschen Klimatagung**





## 9. Deutsche Klimatagung

### - detailliertes Posterprogramm -

#### **Themenschwerpunkt: Klimaanalysen anhand von Messdaten**

- P1: Peter Carl (Institut für Angewandte Marine, Limnische und Hydrologische Studien, Berlin):  
*Synchronbewegungen und Telekonnektionen in Zeitreihen des Klimasystems*
- P2: Nils H. Schade (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg), Martin Stengel, Rainer Hollmann, Hartmut Heinrich, Gudrun Rosenhagen:  
*CM-SAF AVHRR Satellitendaten im Vergleich mit ERA-40 Reanalysen über der Nordsee - Wolkenbedeckung und Globalstrahlung*
- P3: Hermann Mächel (Deutscher Wetterdienst, Offenbach), Alice Kapala:  
*Multivariater Test der zeitlich-räumlichen Konsistenz täglicher Niederschlagsdaten*

#### **Themenschwerpunkt: Klimamodellierung (globaler, regionaler und lokaler Maßstab)**

- P4: Sabine Hüttl-Kabus (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg), Katharina Bülow, Birgit Klein, Nikesh Narayan, Hartmut Heinrich:  
*Validierung gekoppelter regionaler Ozean-Atmosphären-Modelle für die Nordsee*
- P5: Jens Möller (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg), Ralf Weisse, Nikolaus Groll, Hartmut Heinrich, Gudrun Rosenhagen:  
*Climate projections of sea state for coastal and open sea in the North Sea*
- P6: Jan Volkholz (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung), Fred Fokko Hattermann, Susanne Grossman-Clarke:  
*Modellierung der Elbe im regionalen Klimamodell CCLM*
- P7: Sabrina Plagemann (Deutscher Wetterdienst, Offenbach), Florian Imbery, Joachim Namylo:  
*Aufbereitung, Verifizierung und Bereitstellung eines definierten Ensembles von Klimaprojektionen für das Ressortforschungsprogramm KLIWAS*
- P8: Jürgen Lang (MeteoSolutions GmbH, Darmstadt), Ulrike Gelhardt, Enno Nilson, Peter Krahe:  
*Auswertungen der prognostizierten Windverhältnisse ausgewählter globaler Klimamodelle im nordatlantisch-mittleuropäischen Sektor*

#### **Themenschwerpunkt: Klimaservices**

- P9: Johannes Franke (TU Dresden), Christian Bernhofer:  
*Das Regionale Klimainformationssystem ReKIS*
- P10: Bernadette Fritsch (Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven), Maik Jorra, Jörg Bachmann, C3-Team:  
*Nutzung eines gemeinsamen Workspaces für Kollaborationen im C3Grid*

### **Themenschwerpunkt: Stadt- und Geländeklimatologie**

- P11: Agnes Gulyas (Universität Szeged, Ungarn), Marton Kiss, Janos Unger:  
*Ökosystemleistungen der Bäume in der Stadt vor dem klimatischen Hintergrund (Szeged, Ungarn)*
- P12: Larissa Lacher (Universität Freiburg), Thomas Herren, Andreas Matzarakis:  
*Analyse des thermischen Bioklimas in Zürich, Schweiz*
- P13: Christine Ketterer (Universität Freiburg), Andreas Matzarakis:  
*Entwicklung und Anwendung von Bewertungsmethoden für das thermische Bioklima am Beispiel von Stuttgart*
- P14: Patrick Wagner (Universität Duisburg-Essen), Wilhelm Kuttler:  
*Biogenes Isopren und sein Einfluss auf die sommerliche Ozonbelastung in urbanen Räumen am Beispiel der Stadt Essen*
- P15: Sebastian Schubert (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung), Susanne Grossman-Clarke:  
*Evaluierung des gekoppelten COSMO-CLM/DCEP Modellsystems mit Daten des Basel Urban Boundary Layer Experiments (BUBBLE)*

### **Themenschwerpunkt: Klimafolgenforschung**

- P16: Falk Böttcher (Deutscher Wetterdienst, Leipzig), Friederike Lilienthal, Benjamin Hage, Marian Müller, Kerstin Jäkel:  
*Die Entwicklung der Beregnungsbedürftigkeit landwirtschaftlicher Kulturpflanzenarten vor dem Hintergrund des manifesten und projizierten Klimawandels*
- P17: Falk Böttcher (Deutscher Wetterdienst, Leipzig), Falk Ullrich, Erhard Albert, Brigitte Winkler, Udo Mellentin:  
*Die Entwicklung von landwirtschaftlichen Ertragsausfallrisiken in Sachsen vor dem Hintergrund des Klimawandels*
- P18: Andreas Matzarakis (Universität Freiburg):  
*Quantification of climate for tourism purposes*
- P19: Christoph Matulla (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien), I. Auer, R. Böhm, M. Hofstätter, M. Olefs, S. Reisenhofer, M. Zuvela-Aloise, M.J. Lexer, W. Rammer:  
*DISTURBANCES - The impact of extreme events and disturbance regimes on forest ecosystems*
- P20: Jürgen Junk (Centre de Recherche Public - Gabriel Lippmann, Belvaux, Luxemburg), Michael Eickermann, Klaus Görden:  
*Auswirkungen des Klimawandels auf Schadinsekten im Raps – Vor- und Nachteile der Verwendung von Ensemble gestützten Klimaprojektionen*
- P21: Armin Raabe (Universität Leipzig), M. Barth, L. Schenk:  
*Maximal möglicher Niederschlag im Gebiet von Talsperren des Erzgebirges bei Betrachtung verschiedener Klimaszenarien*
- P22: Stefan Zacharias (Deutscher Wetterdienst, Freiburg), Christina Koppe, Hans-Guido Mücke:  
*Einfluss des Klimawandels auf die Biotropie des Wetters und die Gesundheit bzw. Leistungsfähigkeit der Bevölkerung in Deutschland*

## **Plenarvortrag**

## Klima - Grundlage und Risiko für die Nutzung Erneuerbarer Energien

Peter Höppe

Geo Risks Research/Corporate Climate Centre, Munich Re, München, Deutschland

Munich Re ist der weltweit führende Rückversicherer von Großschäden, die durch Naturkatastrophen verursacht werden. Der größte Teil der Naturkatastrophenschäden wird durch Extremwetterereignisse verursacht, deren Häufigkeiten und Intensitäten in den letzten Jahrzehnten bereits zugenommen haben und durch den Klimawandel weiter zunehmen werden. Je schneller es gelingt, die globale Energieversorgung auf kohlendioxidarme, insbesondere erneuerbare Energien umzustellen, umso größer sind die Chancen, die Schadenentwicklungen in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts noch auf ein Niveau zu dämpfen, in dem sie noch versicherbar bleiben bzw. von den betroffenen Volkswirtschaften verkraftet werden können.

Mit Ausnahme der Geothermie und von Gezeitenkraftwerken werden alle Erneuerbaren Energien von meteorologischen Parametern beeinflusst, d.h. deren langfristiges Potenzial wird von den Klimabedingungen am jeweiligen Ort bestimmt. So ist für Photovoltaikanlagen das Angebot an Globalstrahlung, für konzentrierende solarthermische Anlagen die direkte Sonnenstrahlung für die erreichbare Energieausbeute bestimmend. Für Bio-Energien auf Pflanzenbasis ist dies jener Spektralbereich der Sonnenstrahlung, der für die Photosynthese genutzt werden kann. Für Windkraftanlagen ist die mittlere Windgeschwindigkeit ein gutes Maß für die potenzielle Energieausbeute. Um erneuerbare Energien möglichst effizient für die Stromversorgung einsetzen zu können, wäre eine möglichst geringe Volatilität während des Tages, von Tag zu Tag und von Jahreszeit zu Jahreszeit ideal. Da dies v.a. für Sonnenenergie mit ihrem typischen Tagesaber auch in den meisten Klimazonen Jahrgang nicht erreichbar ist, müssen andere erneuerbare Energien oder Speichermöglichkeiten die Versorgungslücken füllen. Auch der Ausbau von Stromnetzen, um Stromtransport über weite Distanzen (größer als die Skala typischer Wettersysteme) zu erlauben, ist ein Schlüssel zu größerer Versorgungssicherheit. Die Basis für Planungen und in Folge auch Investitionen in Erneuerbare Energien sind möglichst hoch auflösende Klimadaten v.a. für Sonnenstrahlung und Windgeschwindigkeiten, die z.B. in Form von Potenzialkarten dargestellt werden können.

Da Investitionen in Erneuerbare Energien langfristiger Natur sind, müssen jedoch auch Analysen zu potenziellen Veränderungen der relevanten Parameter durch den Klimawandel Berücksichtigung finden. Idealerweise sollten für eine Investitionsentscheidung Klimaanalysen für die gesamte zu erwartende Laufzeit einer Anlage, die im Bereich von 20 bis 30 Jahren liegt, zur Verfügung stehen. Dabei sollten nicht nur die zu erwartenden Veränderungen der Mittelwerte, sondern auch deren Volatilität und Extremwerte analysiert werden. Da extreme Wettersituationen wie Blitzschläge, Hagel, Orkanböen und Starkniederschläge Anlagen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien schädigen oder gar zerstören können, sind auch hierzu Aussagen für die nächsten Jahrzehnte mit möglichst guter räumlicher Auflösung für Investoren von großer Bedeutung. Vor allem für die Auswahl von geeigneten neuen Standorten sind solche Daten sehr wichtig.

Auf der Basis von Klimadaten der letzten Jahrzehnte aber auch des stetig wachsenden Wissens aus der Klimaforschung haben Versicherungsunternehmen maßgeschneiderte Produkte entwickelt, um Investoren in die neuen erneuerbare Energien-Technologien die größten Risiken abzunehmen. Die Palette der Versicherungslösungen geht hierbei von der klassischen Absicherung der Schäden aus der Zerstörung der Anlagen durch Extremwetterereignissen, über Serienschäden aufgrund von Produktionsfehlern bis hin zu Liefer- und Performancegarantie-Deckungen. Letztere sichern die Risiken von finanziellen Einbußen durch saisonal schwächere Sonnenstrahlung oder geringere Windgeschwindigkeit als in der Planung erwartet bzw. einer verfrühten Alterung und damit Effizienzabnahme von Photovoltaikmodulen ab.

### Korrespondenz an:

Prof. Dr. Peter Höppe, Geo Risks Research/Corporate Climate Centre, Munich Re, Königinstr. 107, D-80802 München, E-Mail: phoeppe@munichre.com

**Vorträge**  
**zum Themenschwerpunkt**  
**„Rekonstruktion des historischen Klimas“**

## Untersuchungen zu botanischen Paläoklimatransferfunktionen

Sophie Stolzenberger\*<sup>1)</sup>, Andreas Hense<sup>1)</sup>, Norbert Kühl<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Meteorologisches Institut, Universität Bonn, Deutschland

<sup>2)</sup> Steinmann Institut für Geologie, Mineralogie und Paläontologie, Universität Bonn, Deutschland

Es wird eine neue Methode zur Berechnung statistischer Transferfunktionen im paläobotanisch-klimatologischen Kontext vorgestellt. Als Basis für das Verfahren dient das Generalisierte Lineare Modell (GLM), das in die bereits vorhandene *pdf*-Methode nach *Kühl et al.* (2002) eingebaut wird.

Aufgrund seiner mathematischen Eigenschaften eignet sich das GLM gut für Klimarekonstruktionen basierend auf Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein von klimasensitiven Taxa. Im Wesentlichen ist das GLM durch drei Merkmale charakterisiert: die Annahme einer Wahrscheinlichkeitsverteilung der Exponentialfamilie, die Response- beziehungsweise Linkfunktion und die Datenmatrix der Prädiktoren (*Fahrmeir und Tutz*, 1994).

Die zugrunde liegenden Prädiktoren-Daten sind zum einen zwei CRU-Datensätze der bodennahen Lufttemperatur (CRU TS 1.0 und CRU TS 3.1). Zum anderen werden Reanalysedaten der NASA und ERA-Interim-Daten jeweils in 850hPa genutzt. Zusätzlich liegen die rezenten Pflanzenverteilungen vor. Alle Daten besitzen eine räumliche Auflösung von 0.5°. Dabei wird nur die Januar- und Julitemperatur verwendet, da für die Existenz einer Pflanze neben dem Wassergehalt, der hier nicht betrachtet wird, besonders die höchsten und niedrigsten Temperaturen eine Rolle spielen. Für jeden Gitterpunkt kann mit Hilfe des GLMs die Wahrscheinlichkeit für das Vorkommen eines Taxons bei gegebenen klimatischen Bedingungen berechnet werden. Dies wird für die Pflanzen *Ilex aquifolium* (*Stechpalme*), *Hedera helix* (*Efeu*) und *Fagus sylvatica* (*Rotbuche*) gezeigt. Mit verschiedenen Verifikationsmaßen kann die Güte der GLM-Methodik quantifiziert werden. Als Verifikationsmaße dienen ROC-Kurven, *Brier skill scores* und relative Entropie. Dabei stellt sich heraus, dass vor allem die mit den Reanalysen berechneten GLMs gute Ergebnisse liefern. Mit Hilfe des Bayes Theorems können Wahrscheinlichkeitsdichten für Januar- und Julitemperaturwerte für Europa rekonstruiert werden, die auf dem Vorhandensein der beobachteten Taxa beruhen. Diese können mit Rekonstruktionen, die auf der Normalverteilung und dem *mixture model* basieren, verglichen und mit dem *root mean square error* und dem *continuous ranked probability score* bewertet werden. Daraus folgt, dass das GLM im Vergleich zur Normalverteilung und dem *mixture model* sehr gute Ergebnisse liefert. Die ERA-Interim-Daten verzeichnen besonders für die rekonstruierten Januartemperaturen zufrieden stellende Resultate.

Anschließend können diese Transferfunktionen für die punktweise Bestimmung der Temperaturen im Holozän genutzt werden. Die dafür verwendeten Daten stammen aus Sedimentkernen des Holzmaars und des benachbarten Meerfelder Maars. Da sich diese rekonstruierten Zeitreihen teilweise sehr stark unterscheiden, können mit Hilfe der *earth mover's distance* diese Abstände genau analysiert werden. Im Gegensatz zu den rekonstruierten Januartemperaturen sind sich die Juliwerte der beiden Maare ähnlich. Daher lässt sich für die Vulkaneifel im Mittel eine Sommertemperatur von circa 19°C in zwei Metern Höhe und von circa 12°C in 850hPa für die letzten 9 000 Jahre bestimmen. Inwiefern die Variabilitäten der Rekonstruktionen sinnvoll sind, kann aufgrund der nicht verfügbaren Daten in diesem Gebiet kaum überprüft werden.

### Literatur:

- Fahrmeir, L., Tutz, G., 1994: Multivariate statistical modelling based on generalized linear models. Berlin, Springer Verlag, 1994.
- Kühl, N., Gebhardt, C., Hense, A., Litt, t., 2002: Probability density functions as botanical-climatological transfer functions for climate reconstruction. *Quaternary Research*, 53, 381–389.

### \*Korrespondenz an:

Sophie Stolzenberger, Meteorologisches Institut, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Auf dem Hügel 20, D-53121 Bonn, E-Mail: [sostolz@uni-bonn.de](mailto:sostolz@uni-bonn.de)

## Rekonstruktion des historischen Klimas mit Daten der überseeischen Stationen der Deutschen Seewarte

Birger Tinz\*, Gudrun Rosenhagen

Maritime Klimaüberwachung, Deutscher Wetterdienst, Hamburg, Deutschland

Historischen Daten wird heute im Zusammenhang mit der Diskussion um den Klimawandel weltweit große Bedeutung beigemessen. Die Sicherung und Digitalisierung der alten Daten ist auch eine Forderung der Weltorganisation für Meteorologie (WMO; DARE: data rescue = Datenrettung). Beim Deutschen Wetterdienst in Hamburg lagern neben historischen Seetagebüchern auch die Originalaufzeichnungen, handschriftlich bzw. gedruckt, von mehr als 1500 überseeischen Klimastationen der Deutschen Seewarte. Die Klimajournale sind teilweise über 100 Jahre alt und gehen langsam dem physikalischen Verfall entgegen und wären damit unwiederbringlich verloren.

Die Datenrettung erfolgt in mehreren internen und externen Projekten. Die Klimatagebücher mit Daten von Niederschlag, Temperatur, Wetter und anderen Elementen umfassen v.a. die Zeiträume 1884-1919 und 1930-1940. Die Stationen verteilen sich über alle Kontinente mit Schwerpunkten in den ehemaligen deutschen Kolonien in Afrika, in China und im tropischen Pazifik bzw. der Südsee. Sie wurden von der Deutschen Seewarte Hamburg mit geprüften und geeichten Messgeräten ausgestattet, die Beobachtungen nach den standardisierten Anleitungen aus Hamburg durchgeführt. Viele Stationen melden nur einige Monate oder wenige Jahre, die längste Zeitreihe ist 47 Jahre lang (Ponta Delgada, Azoren, 1865-1912, Niederschlagsmessungen).

Im Archiv sind teils ausführliche Metadaten (Skizzen und Fotos der Stationen, Angaben über die Messgeräte, Korrekturfaktoren, Messhöhen usw.) enthalten. Zusätzliche wichtige Informationen liefern historische Fotos auf Glasplatten, Landkarten, Karteikarten mit Stations- und Messgerätebeschreibungen, Original-Verwaltungsakten und der Schriftverkehr der Deutschen Seewarte.

Hauptziel ist die vollständige Digitalisierung der Klimadaten der überseeischen Stationen der Deutschen Seewarte. Neben der klassischen händischen Erfassung der Daten (in Excel-Listen) wurden auch alternative Formen der Digitalisierung getestet. Während die softwaregestützte, automatische Handschrifterkennung keine zufriedenstellenden Ergebnisse brachte, ist die Digitalisierung (über data-rescue-at-home.org; Uni Bern) wesentlich erfolgreicher. Beispiele werden präsentiert.

Nach der Datenerfassung erfolgt eine Prüfung der Werte und es werden statistische Untersuchungen durchgeführt. Die Zeitreihen werden in die Datenbanken des DWD integriert und auf elektronischen Datenträgern in die Heimatländer überführt. Des Weiteren werden alle verfügbaren Meta-Informationen zusammengestellt und dokumentiert. Bisher wurden 140 Stationen, das sind 9,0 % des Archivs bearbeitet (Stand 25.04.2012).

Nur digitalisierte Daten lassen sich in größerem Umfang wissenschaftlich auswerten. Mit den Werten können bereits bestehende Zeitreihen verlängert werden und Aussagen zum Klimawandel getroffen werden. Die historischen Daten stellen sehr wertvolle Ergänzungen dar, da sie aus Gegenden stammen, die für die globalen Klimasimulationen besondere Bedeutung haben, von denen aber sonst nur wenig Information vorliegt

### \*Korrespondenz an:

Dr. Birger Tinz, Maritime Klimaüberwachung, Deutscher Wetterdienst, Bernhard-Nocht-Str. 76, D-20359 Hamburg, E-Mail: birger.tinz@dwd.de

## High resolution climate reconstructions for Palestine and Syria from documentary records

Steffen Vogt\*<sup>1)</sup>, Johannes Schoenbein<sup>1)</sup>, Olaf Matuschek<sup>1)</sup>, Ghazi al-Dyab<sup>1)</sup>, Dirk Riemann<sup>1)</sup>, Ruediger Glaser<sup>1)</sup>, Juerg Luterbacher<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Institut für Physische Geographie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

<sup>2)</sup> Geographisches Institut, Justus-Liebig -Universität Gießen, Deutschland

This paper introduces different types of documentary records for high resolution climate reconstructions for the Middle East. The examples will represent different epochs and both the view of observers native and foreign to the region of interest.

The first example covers the years from 1480 to 1501 AD. In the last decades of the 15th century AD a member of high society from Damascus, Syria, known as Ibn Tawq, took notes of his daily life in a diary. The scope of the observations reported in his diary cover a wide variety of topics. Interestingly, Ibn Tawq also noted the current weather over Damascus including details about climatologic extreme events, which occurred in the Damascus area or in other parts of the Middle East, from where information had been received. Climate reconstruction based on the diaries of Ibn Tawq will be presented as an example of how written historical Arabic records can be used for reconstructions with high temporal resolution.

European travel accounts on journeys to Palestine have a long tradition starting with itineraries of pilgrims to the Holy Land in the early middle ages. The structure and the topics of such travel accounts changed considerably in the course of time. The attitudes towards the foreign environment include strongly religious perspectives, scientific curiosity driven by empirical rationalism or the romantic search for the exotic Orient. We focus on reports from 19<sup>th</sup> century travelers as sources for high resolution climate reconstructions. We demonstrate how the genre can be used not only for climate reconstructions but also to study how a foreign climate has been perceived by European travelers.

Finally the examples of high resolution reconstructions are discussed in the wider context of climate reconstructions of the last millennium for the Middle East.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Steffen Vogt, Institut für Physische Geographie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Werthmannstr. 4, D-79085 Freiburg, E-Mail: [steffen.vogt@geographie.uni-freiburg.de](mailto:steffen.vogt@geographie.uni-freiburg.de)



## **Analyse historischer Hochwasserereignisse - Ein Beitrag zum transnationalen Hochwasserrisikomanagement**

Johannes Schönbein\*<sup>1)</sup>, Rüdiger Glaser<sup>1)</sup>, Iso Himmelsbach<sup>1)</sup>, Dirk Riemann<sup>1)</sup>, Axel Drescher<sup>1)</sup>,  
Brice Martin<sup>2)</sup>, Steffen Vogt<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Institut für Physische Geographie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

<sup>2)</sup> Université de Haute-Alsace, FSESJ, Mulhouse, Frankreich

Nach dem derzeitigen Forschungsstand werden im Rahmen des Klimawandels Hochwasserereignisse in Mitteleuropa zum Teil stark zunehmen. In breit angelegten Forschungsprogrammen wie RIMAX wurde die Scientific Community aufgefordert, in transdisziplinären Ansätzen nicht nur die Veränderungen an sich, sondern auch die Folgen und insbesondere Mitigationsstrategien zu thematisieren. Unterstrichen wird die Bedeutung des Themenkomplexes nicht zuletzt auch durch entsprechende Forderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie aus dem Jahr 2007, in der ein dezidiertes Hochwasserrisikomanagement bis zum Jahr 2015 formuliert ist.

In dem transnationalen Forschungsprojekt (Transrisk) wurde in einem französisch-deutschen Team der Frage der transnationalen Hochwassergeschichte am Oberrhein und deren Bedeutung für das Hochwasserrisikomanagement nachgegangen. Zentrale Frage ist dabei, in wieweit die „historische Tiefe“ einen Erkenntnisgewinn für das Hochwasserrisikomanagement darstellt.

Die große gesellschaftliche Resonanz auf Hochwasserereignisse bedingt, dass seit Beginn der Schriftlichkeit Hochwasserereignisse in Dokumenten beschrieben und deren Folgen skizziert wurden. Die historische Klimatologie hat solchen Hochwasserinformationen, als bedeutende Klimaproxies, schon immer ein hohes Maß an Aufmerksamkeit geschenkt. Die Einbeziehung von aus historischen Quellen abgeleiteten Informationen in die Bemessungsgrundlage für maximale Hochwasserausdehnung und Wiederkehrzeiten hat in den vergangenen Jahren die Bedeutung einer Berücksichtigung von Ereignissen über die verfügbaren Pegelmessdaten hinaus, unterstrichen.

Darüber hinaus bieten die historischen Hochwasserbeschreibungen jedoch zusätzlichen Informationen sowohl zu den Schadenssummen, mit denen das Hochwasserereignis die Gesellschaft belastete, als auch zum gesellschaftlichen Umgang sowie der gesellschaftlichen Konzeptualisierung der Ereignisse selbst dar. Damit steht eine wertvolle Quelle zur Wahrnehmung, aber auch zur Evaluation von Mitigation und Resilienz in ihrem jeweiligen gesellschaftlichen Kontext zur Verfügung. Gerade im Rahmen des weiterführenden Hochwassermanagements und der Hochwasserrisikoanalyse ist es wichtig, derartige Erkenntnisse für eine Bewertung zur Verfügung zu haben. Wahrnehmung, Bewertung, öffentliche Akzeptanz und Erinnerungsvermögen spielen in dem derzeit geführten Diskurs und der Notwendigkeit von partizipativen Strukturen um Hochwasserschutzmaßnahmen und Aufklärung der Bevölkerung eine wichtige Rolle.

Die im Rahmen der historischen Klimaanalyse gewonnenen Erkenntnisse um langfristige klimatische Veränderungen und deren Einfluss auf das Hochwassergeschehen, v.a. aber auch deren gesellschaftlichen Konzeptualisierung leisten dazu einen wichtigen Beitrag.

### **\*Korrespondenz an:**

Dr. Johannes Schönbein, Institut für Physische Geographie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Werthmannstr. 4, D-79085 Freiburg, E-Mail: johannes.schoenbein@geographie.uni-freiburg.de

## Zur Geschichte der Simulation des „Nuklearen Winters“

Karl-Heinz Bernhardt

Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin

Mit der Nutzung der Kernenergie zu zivilen wie zu militärischen Zwecken hat sich die Menschheit eine Energiequelle erschlossen, deren unsachgemäße Anwendung zu raschen und eingreifenden Veränderungen im Erdsystem, im schlimmsten Fall zum Untergang der Zivilisation führen kann. War die Energiefreisetzung bei der Explosion der ersten Atombomben von der Größenordnung  $10^{14}$  J, bei den Testexplosionen der mächtigsten Kernfusionsbomben um drei Größenordnungen höher und übertrifft der Energieinhalt der weltweiten Kernwaffenvorräte bereits um ein Mehrfaches die bei großen Naturkatastrophen (Erdbeben, Vulkanausbrüche, Meteoriteneinfälle in historischer Zeit) zu erwartenden Energieumwandlungen, so geht die größte Gefahr eines möglichen massiven Kernwaffeneinsatzes für das globale Klimasystem nicht von der unmittelbaren Energiefreisetzung, sondern von der nachfolgenden Stoff- und Partikelemission aus.

Hatte bereits die 1,4 MT-Starfish-Prime-Testexplosion vom 9. Juli 1962 globale geophysikalische Auswirkungen - so die Ausbildung eines über Jahre bestehenden zusätzlichen Strahlengürtels sowie Abregnungseffekte von Elektronen aus der Magnetosphäre in das Plasma der Mesopausenregion analog zu den Vorgängen nach Sonneneruptionen gezeitigt -, so haben erstmalig die Wissenschaftsakademien der USA (1975) und Schwedens (1982) in ausführlicherer Form auf weltweite und langanhaltende Auswirkungen eines möglichen massierten Kernwaffeneinsatzes aufmerksam gemacht. Standen in der US-Studie der weltweite radioaktive Fallout ( $^{90}\text{Sr}$ ), photochemische Effekte und die Staubtrübung der Atmosphäre im Vordergrund, so haben u. a. Crutzen und Birks 1982, Turco et al. 1983 „Dämmerung am Mittag“, „Kälte und Dunkelheit“ als Folge ausgedehnter Flächenbrände (Städte, Wälder, Erdöl- und Erdgasfelder und -depots) nach einem massiven Kernwaffeneinsatz beschrieben.

Die Simulationsexperimente wurden zunächst mit zweidimensionalen Strahlungs-Konvektionsmodellen (Turco et al. 1983, Crutzen et al. 1984 u. a.), aber bald auch mit anfänglich einfachen (Aleksandrov und Stenchikov 1983), dann mit zunehmend komplexeren Modellen der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre (Covey et al. 1984, 1985, Malone et al. 1986 sowie weitere Autoren) durchgeführt. Parallel dazu wurden langjährige Strahlungsmessungen in Hinblick auf Effekte von Vulkaneruptionen, Meteoriteneinschlägen (Tunguska) und auch auf mögliche Auswirkungen von nuklearen Testexplosionen in der Atmosphäre reanalysiert (z. B. Kondratiev und Nikolsky 1986). Auch mögliche Analogien zu naturbedingten katastrophalen Klimaveränderungen infolge extremer atmosphärischer Aerosolbelastung in historischer Zeit wie in der geologischen Vergangenheit wurden diskutiert (Budyko et al. 1986, Golitsyn et al. 1986, 1987), eben so vergleichbare Vorgänge auf anderen Planeten, wie Staubstürme auf dem Mars.

Die Untersuchungen zu den weltweiten Auswirkungen eines möglichen Kernwaffenkrieges fanden ihren Niederschlag in Aktivitäten z. B. der UNO, in einer umfassenden Studie von SCOPE 1985 und in Beiträgen zum Weltklimaforschungsprogramm der WMO (z. B. WMO/TD-99 und WMO/TD-201, 1986 bzw. 1987). Bereits im Jahre 1983 bzw. 1984 hatten die Amerikanische Meteorologische Gesellschaft und die Meteorologische Gesellschaft der DDR unter Verweis auf die damals vorliegenden Forschungsergebnisse vor den Gefahren eines Kernwaffeneinsatzes für die Biosphäre und die gesamte Menschheit gewarnt. Die in der DDR durchgeführten Studien über die globalen Auswirkungen eines Kernwaffeneinsatzes wurden zusammenfassend von Carl 2007, 2009 dargestellt und sind auch in der Rückschau von Hupfer 2007 aufgeführt.

Im Anschluss an die zahlreichen Simulationsexperimente zum „nuklearen Winter“ in den 80er Jahren wurde diese Problematik vor etwa 5 Jahren unter Verwendung der in der Zwischenzeit weiter vervollkommenen gekoppelten Ozean-Atmosphärenmodelle wieder aufgenommen und z. B. von Robock et al. 2007, 2011 zur Simulation der Auswirkungen eines möglichen begrenzten Kernwaffeneinsatzes (50 Bomben vom Hiroshimatyp) gegen Megastädte in tropischen bzw. subtropischen Breiten verwendet.

### Korrespondenz an:

Prof. Dr. Karl-Heinz Bernhardt, Platz der Vereinten Nationen 3, D-10249 Berlin,  
E-Mail: ha.kh.bernhardt@gmx.de

**Vorträge**  
**zum Themenschwerpunkt**  
**„Klimaanalysen anhand von Messdaten“**  
**Sitzung 1**

## Automatische Qualitätssicherung großer Datensätze

André Düsterhus\*, Andreas Hense

Meteorologisches Institut der Universität Bonn, Deutschland

Für Forscher ist es von besonderer Wichtigkeit die Ergebnisse ihrer Arbeit zu veröffentlichen und so ihre Reputation zu steigern. Neben der Veröffentlichung von traditionellen Publikationen nimmt die Publikation von Primärdaten einen immer wichtigeren Stellenwert ein. Allerdings spielt dabei die Qualitätssicherung, auf dem Weg hin zur Vergleichbarkeit von traditioneller Publikation und Datenpublikation, eine entscheidende Rolle ein. Für diese ist die Entwicklung einer wissenschaftlichen Qualitätssicherung für allgemeine Daten eine zwingende Voraussetzung.

In diesem Beitrag wird eine Methode vorgestellt, die Zeitserien, seien sie ein- oder multidimensional, auf Inkonsistenzen überprüft. Dazu wird in einzelnen Datenabschnitten die jeweilige Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion durch Histogramme abgeschätzt. Diese werden anschließend mit Hilfe von Abstandsmaßen für Histogramme, wie der Kullback-Leibler Divergenz und der Earth Mover's Distanz, miteinander verglichen. Ein solches Vorgehen ermöglicht es unterschiedliche Inkonsistenzen wie Mittelwert- und Varianzsprünge bzw. Rundungen innerhalb eines Datensatzes sichtbar zu machen.

Da bei der Qualitätssicherung von Primärdaten häufig eine große Anzahl von Datensätzen analysiert werden soll, ist eine Automatisierung dieser Methode unabdingbar. Dazu wurde die Bayessche Methode zur Bruchpunktdetektion von Dose und Menzel genauer betrachtet und modifiziert. Diese ermöglicht es unterschiedliche Modelle an die Daten zu regressieren und diese dann probabilistisch zu vergleichen.

Dieser Beitrag soll sowohl die beiden Methoden, als auch ihre Kombination vorstellen. Diese eröffnet neue Möglichkeiten bei der Erkennung von Inkonsistenzen größerer Datensätze. Demonstriert werden diese Methoden anhand von Anwendungsmöglichkeiten an unterschiedlichen Beispielen.

### \*Korrespondenz an:

André Düsterhus, Meteorologisches Institut der Universität Bonn, Auf dem Hügel 20, D-53121 Bonn,  
E-Mail: andue@uni-bonn.de

## Datenassimilation von historischen Messungen und Klimaproxies mit dem Ensemble Kalman Filter

Jörg Franke<sup>\*1),2)</sup>, Jonas Bhend<sup>3)</sup>, Stefan Brönnimann<sup>1),2)</sup>

<sup>1)</sup> Geographisches Institut, Universität Bern, Schweiz

<sup>2)</sup> Oeschger Zentrum für Klimaforschung, Bern, Schweiz

<sup>3)</sup> CSIRO Marine and Atmospheric Research, Aspendale, Australien

Die Assimilation von Beobachtungsdaten in Klimamodelle ermöglicht Modellsimulationen, die sowohl mit den Messdaten übereinstimmen als auch mit dem physikalischen Verständnis des Klimasystems wie es in einem Modell repräsentiert wird. Datenassimilationsmethoden wurden ursprünglich für die Wettervorhersage entwickelt, um numerische Modelle mit den bestmöglichen Anfangsbedingungen zu initialisieren. Zudem wird Datenassimilation in sogenannten Reanalysen eingesetzt. Dies sind Klimasimulationen, die bestmöglich mit vergangenen Beobachtungen übereinstimmen und somit räumlich und zeitlich lückenlose, hoch aufgelöste, multivariate Klimainformationen bereitstellen. Konventionelle Assimilationsmethoden benötigen umfassende Eingangsdaten, was ihren Einsatz auf die Satellitenära und wenige Jahrzehnte intensiver instrumenteller Messungen zuvor einschränkte. Kürzlich wurde die erste Reanalyse fertiggestellt, die ausschließlich auf vergleichsweise wenigen Druckmessungen auf Meeressniveau beruht. Dies wurde durch eine neue Methode ermöglicht, den Ensemble Square Root Filter. Basierend auf dieser Arbeit erforschen wir die Möglichkeiten, diese Methode mit einer noch geringeren Anzahl verrauschter Proxydaten anzuwenden.

In einen ersten Versuch grenzen wir ein Ensemble aus 29 Simulationen eines Atmosphärenmodells (ECHAM5) mit 37 Pseudoproxies ein. Eine zu große Korrektur, aufgrund zufälliger Korrelationen an weit von den Pseudoproxies entfernten Orten, erfordert methodische Verbesserungen wie die Einführung eines maximalen räumlichen Zusammenhanges. Danach verbessern sich Luftdruck und Niederschlagsfelder sowie wesentliche Elemente der atmosphärischen Zirkulation wie beispielsweise der Index für den Polarwirbel oder Jetstream, obwohl wir nur Temperaturen assimilieren. Im Gegensatz zu traditionellen Klimarekonstruktionen hat dieser auf einem Ensemble von Klimasimulationen basierte Ansatz den Vorteil, i) die Unsicherheiten der verschiedenen Eingangsdaten zu berücksichtigen und ii) den Fehler in der Reanalyse über die Bandbreite des Ensembles abschätzen zu können. Wir werden die Hürden und das Potential der Methode beim Übergang von Pseudoproxies zu instrumentellen Daten und schließlich Proxies präsentieren.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Jörg Franke, Universität Bern, Geographisches Institut, Hallerstrasse 12, CH-3012 Bern,  
E-Mail: franke@giub.unibe.ch

## Das Hans-Ertel Zentrum für Wetterforschung: Klimamonitoring Zweig Die Entwicklung einer hochaufgelösten Reanalyse für Deutschland

Christoph Wosnitza<sup>\*1), 2)</sup>, Christian Ohlwein<sup>1), 2)</sup>, Jan Keller<sup>1), 3)</sup>

<sup>1)</sup> Hans-Ertel-Zentrum für Wetterforschung, Bereich Klimamonitoring

<sup>2)</sup> Meteorologisches Institut, Rheinische Friedrich-Wilhelms Universität Bonn, Deutschland

<sup>3)</sup> Deutscher Wetterdienst, Offenbach, Deutschland

Der Themenbereich 4 des Hans-Ertel-Zentrums für Wetterforschung beschäftigt sich mit der Entwicklung einer modernen regionalen Reanalyse für Deutschland und Europa. Die Ziele sind dabei u.a. die Bereitstellung eines qualitätskontrollierten und homogenen Datensatzes als Basis für die Bestimmung und Beurteilung regionaler Klimaänderungen in Vergangenheit und Zukunft, das statistische Postprocessing von operationellen Vorhersagen, die Analyse systematischer Fehler in einem retrospektiven regionalen Modell sowie die Entwicklung von neuen Möglichkeiten zur Datenassimilation von Satelliten und Fernerkundungsinstrumenten.

Die Reanalyse basiert auf dem derzeit operationellen Datenassimilationssystem für das COSMO-EU/DE des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Als Randdaten werden ERA-Interim-Reanalysen verwendet. Mit diesen wird dann in einem ersten Schritt das COSMO-Modell in einer Auflösung von 7km auf einem Modellgebiet angetrieben, das große Teile Europas umfasst (COSMO-EU). In einem zweiten Schritt wird dann das COSMO-DE (Modellgebiet Deutschland, 2,8km Auflösung) in die COSMO-EU Analysen genestet.

Das verwendete Datenassimilationsverfahren (Nudging) ermöglicht dabei das kontinuierliche Einbringen von Beobachtungen in das Modellsystem. Zusätzlich dazu wird im COSMO-EU alle 6 Stunden eine Schnee- und alle 24 Stunden eine SST-Analyse sowie eine Bodenfeuchteanalyse durchgeführt. Im COSMO-DE kann ein Latent-Heat-Nudging (LHN) verwendet werden, bei dem zusätzlich zum herkömmlichen Nudging Radardaten benutzt werden., um den Modellniederschlag zu verbessern.

Es werden insgesamt zwei Reanalysen erstellt: Die erste Reanalyse erstreckt sich über einen Zeitraum von 5 Jahren (2007-2011) mit dem umfangreichsten Beobachtungsdatensatz und LHN für das COSMO-DE basierend auf Radardaten. Die zweite Reanalyse umfasst einen Zeitraum von 30-60 Jahren mit einem homogenen Beobachtungsdatensatz für die gesamte Periode. Die fehlenden Radardaten sollen hier durch disaggregierte Niederschlagsfelder (mittels Satellitendaten, Messungen am Boden) ersetzt werden.

Ergebnisse aus ersten Tests zeigen für die Bodenfelder sowohl der Temperatur als auch des Niederschlag eine sehr gute Übereinstimmung mit unabhängigen Beobachtungen.

### \*Korrespondenz an:

Christoph Wosnitza, Meteorologisches Institut, Rheinische Friedrich-Wilhelms Universität Bonn, Auf dem Hügel 20, D-53121 Bonn, E-Mail: wosnitza\_christoph@yahoo.de

## Multivariate Analyse und Regionalisierung der Klimavariabilität in der 2. Hälfte des 20. Jh. in Deutschland

Annika Übachs, Alice Kapala\*

Meteorologisches Institut, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Deutschland

Aus täglichen Beobachtungen von 130 Klimastationen in Deutschland wurden 47 Indices für vier Jahreszeiten abgeleitet, anhand derer die Variabilität und Änderungstendenzen des Klimas mittels Hauptkomponentenanalyse (*Principal Component Analysis*, PCA) zunächst regionalisiert und anschließend detaillierter untersucht wurden. Die Anzahl der gefundenen Regionen und deren Grenzen variieren je nach Jahreszeit zwischen drei und vier, wenn die den mittleren Zustand beschreibende Parameter betrachtet werden. Da die extremen Klimaereignisse eine höhere zeitlich-räumliche Variabilität aufweisen, ist eine größere Anzahl von Regionen (fünf) notwendig, um deren Variationen adäquat zu beschreiben. Das Klima der einzelnen Regionen wurde anschließend je nach Jahreszeit anhand von 8 bis 10 „Multi-Indices“ charakterisiert. Ein Multi-Index setzt sich aus stark positiv/negativ miteinander korrelierenden Einzelindizes zusammen, die auch mittels der PCA zu Gruppen zusammengefasst wurden. Beispielsweise sind im Sommer höhere mittlere und extreme Temperaturen mit einer geringeren Bewölkung und Feuchte sowie einer höheren Anzahl von nacheinander folgenden trockenen Tagen assoziiert. Bemerkenswert ist, dass die signifikanten Änderungen in Multi-Indices vor allem im Sommer in fast allen Regionen Deutschlands zu beobachten sind. Eine simultane, komplexe Betrachtung verschiedener Klimaparameter vertieft wesentlich die Kenntnisse über die Kohärenz der beobachteten Änderungstendenzen.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Alice Kapala, Meteorologisches Institut, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Auf dem Hügel 20, D-53121 Bonn, E-Mail: [akapala@uni-bonn.de](mailto:akapala@uni-bonn.de)

## **Automatische Homogenisierung großer Datensätze von langjährigen Niederschlagszeitreihen**

Elke Rustemeier\*, Alice Kapala, Victor Venema, Clemens Simmer

Meteorologisches Institut, Rheinische-Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Deutschland

Langjährige Niederschlagsbeobachtungen sind - wie schon lange bekannt - nicht homogen. Die Gründe dafür sind zahlreich: Verlegung der Messstation und Änderungen von Messinstrumenten sind nur die bekanntesten. Für Untersuchungen, die auf diesen Daten beruhen, wie zum Beispiel robuste Trendanalyse, sind verlässliche Daten grundlegend.

Dieser Beitrag konzentriert sich auf eine automatische Homogenisierung von monatlichen Niederschlagssummen - und sofern möglich - von monatlichen Niederschlagsindices (Intensität, Anzahl der Niederschlagstage, etc.). Die Automatisierung ermöglicht eine objektive Korrektur von großen Datensätzen in überschaubarer Rechenzeit.

Der Datensatz besteht aus über 2.000 Niederschlagszeitreihen in Deutschland mit jeweils 50jährigen Messungen. Zusätzlich gibt es 118 Stationen mit jeweils 100jährigen, täglichen Messungen. Letztere sind im Rahmen des KLIDADIGI Projektes vom Deutschen Wetterdienst und dem Meteorologischen Institut der Universität Bonn digitalisiert worden.

Der eigentliche Homogenisierungsablauf besteht aus drei Schritten: 1) Auswahl von Stationsnetzwerken mit einem vergleichbaren Niederschlagsverhalten (Nachbarstationen); 2) Erkennung von Bruchpunkten in Zeitreihen; 3) Trendkorrektur durch Mittelwertanpassung. Die letzten beiden Punkte, Bruchpunkterkennung und Korrektur, beruhen auf dem Caussin-Mestre Verfahren (Caussin und Mestre, 2004). Da die grundsätzliche Annahme ist, dass Nachbarstationen inhomogen sind, wird der Algorithmus iterativ auf alle Stationen angewendet.

Die Programme konnten erfolgreich an einem künstlichen Datensatz, der im Zuge der COST Action HOME entwickelt worden ist, getestet werden. Zusätzlich ermöglicht die Automatisierung der Verfahren eine Sensitivitätsstudie um die Unsicherheit durch den Einfluss der Nachbarstationen abzuschätzen.

### **\*Korrespondenz an:**

Elke Rustemeier, Meteorologisches Institut, Rheinische-Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Auf dem Hügel 20, D-53121 Bonn, E-Mail: [elke.rustemeier@uni-bonn.de](mailto:elke.rustemeier@uni-bonn.de)



## Homogenisation on monthly and daily temperature and precipitation data

Victor Venema, Ralf Lindau, Elke Rustemeier, Alice Kapala, Clemens Simmer

Meteorologisches Institut, Universität Bonn, Deutschland

Long observational records always contain changes due to non-climatic factors. The average period between detected inhomogeneities, or breaks, in western instrumental records is around 20 years. The typical size of the breaks is of the same order as the climate change signal during the twentieth century. Inhomogeneities are thus a significant source of uncertainty.

Relocations are the most frequent cause of breaks. In nineteenth century Europe, it was common to install thermometers in a metal screen near a window on a north-facing wall; nowadays they are installed in Stevenson screens, which stand on grass. An important recent inhomogeneity is the changeover to automatic weather stations.

Statistical homogenization of climate data is thus necessary. The most commonly used principle to detect and remove the artificial changes is relative homogenization. This assumes that nearby stations are exposed to the same climate signal, but that non-climatic changes are station specific. If there is a jump (break) in a difference time series of a pair of stations, it is not yet clear which of the two stations it belongs to. Furthermore, long time series typically have more than just one jump. These two features make statistical homogenization a challenging and beautiful statistical problem. Homogenization algorithms typically differ in how they solve these two fundamental problems.

As part of the COST Action HOME, a highly realistic benchmark monthly temperature and precipitation dataset with inserted inhomogeneities was generated. We applied all the most common and most developed algorithms for homogenization to this made-up dataset. It was found that relative homogenization clearly improves the quality of the temperature data. The results for precipitation were mixed, still all but one relative method did improve the precipitation trends.

With advanced and well-validated statistical methods, the homogenization of annual and monthly station data is a mature field. The homogenization of daily data, however, is still in its infancy. Daily data are essential for studying extremes of weather and climate. Looking at the physical causes of inhomogeneities, one would expect that many of them especially affect the tails of the distribution of the daily data. This is of concern given that homogenization methods for daily data, if applied at all, are often limited to adjustments on the mean of the distribution. This sensitivity of the tails may also be exploited to improve the detection of inhomogeneities using indices computed from daily data.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Victor Venema, Meteorologisches Institut, Universität Bonn, Auf dem Hügel 20, D-53121 Bonn, E-Mail: [Victor.Venema@uni-bonn.de](mailto:Victor.Venema@uni-bonn.de)



**Vorträge**  
**zum Themenschwerpunkt**  
**„Klimaanalysen anhand von Messdaten“**  
**Sitzung 2**

## Disaggregation von Niederschlagsdaten

Ieda Pscheidt<sup>\*1)</sup>, Petra Friederichs<sup>1)</sup>, Christian Ohlwein<sup>1)</sup>, Jan Keller<sup>1)</sup>, Andreas Hense<sup>1)</sup>, Christoph Wosnitza<sup>1)</sup>, Susanne Crewell<sup>2)</sup>, Stefan Kneifel<sup>2)</sup>, Stephanie Redl<sup>2)</sup>, Sandra Steinke<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Meteorologisches Institut, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Deutschland

<sup>2)</sup> Institut für Geophysik und Meteorologie, Universität zu Köln, Deutschland

Diese Arbeit ist Teil des Teilbereichs TB4 „Retrospective Analysis of Regional Climate“ im Hans-Ertel-Zentrum für Wetterforschung. Die regionale Reanalyse basiert auf dem konvektionserlaubenden COSMO-DE Wettervorhersagemodell. Hier werden Radar-Niederschlagsraten über Latent Heat Nudging (LHN) assimiliert. Diese stehen allerdings nur seit 2004 zur Verfügung. Für eine weiter zurück gehende Reanalyse müssen entsprechende Niederschlagsfelder aus vorhandenen Messungen abgeleitet werden.

Ziel in diesem Projekt ist daher, ein statistisches Modell zu entwickeln, welches die Wahrscheinlichkeit von Niederschlag und die Niederschlagsmenge in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung disaggregiert. Um dieses Modell zu entwickeln, stehen stündliche Niederschlagsbeobachtungen an 121 Bodenstationen des DWD in Deutschland zur Verfügung. Außerdem werden 3-stündige Infrarot-Strahlungstemperaturen von METEOSAT 2-9 des International Satellite Cloud Climatology Project benutzt.

In einem ersten Schritt wurde ein logistisches Regressionsmodell entwickelt, das die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Niederschlag abschätzt. In das statistische Modell gehen sowohl die Stationsmessungen, als auch die Satellitendaten und Informationen aus globalen Reanalysen ein. Für eine räumliche Interpolation zur Abschätzung der flächendeckenden Wahrscheinlichkeit werden geostatistische Methoden verwendet. Ein wichtiger Aspekt ist außerdem die Berücksichtigung von räumlichen Abhängigkeiten. Beides zusammen ermöglicht dann an die Stationsmessungen bedingte Simulationen zur Erzeugung von Realisierung von räumlichen Feldern für das Auftreten von Niederschlag.

### \*Korrespondenz an:

Ieda Pscheidt, Meteorologisches Institut, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Auf dem Hügel 20, D-53121 Bonn, E-Mail: pscheidt@uni-bonn.de

## **On the summertime climate variability in southern South America: Interannual and interdecadal patterns during the 20<sup>th</sup> century**

Martín Jacques-Coper\*, Stefan Brönnimann

Oeschger Centre for Climate Change Research and Institute of Geography, University of Bern,  
Switzerland

In Southern South America (SSA), the scarce availability of instrumental data limits reliable climate reconstructions. The analysis of local climate variability and impact of climate modes (ENSO, PDO, SAM, their interaction, and related teleconnection patterns) has been restricted to records from the second half of the 20th century. Such a short data length hinders the assessment of possible instabilities or changes in the patterns that have been described so far. Recently, novel century-long reanalysis data became available (Twentieth Century Reanalysis version 2). Thus, the motivation of our present research is to improve our knowledge about the climate variability over the region by using these data and traditional sources (ECMWF-ERA40 reanalysis, U. of Delaware gridded fields, ERSSTv3 and instrumental records).

Therefore, we explore the interannual and interdecadal variability of summertime (DJF) temperature during the whole 20th century over Eastern Patagonia, a region lacking of long-term climate proxies. We focus on 19 instrumental records of air temperature located along the Atlantic Coast, accessed from the Global Historical Climatology Network.

After separating interannual and interdecadal scales from the regional temperature signal (resulting period: 1907-2001), we calculate the time series of its leading interdecadal principal component (PC1, explaining

After separating interannual and interdecadal scales from the regional temperature signal (resulting period: 1907-2001), we calculate the time series of its leading interdecadal principal component (PC1, explaining ~80% of total variance, highest significant frequency peak at 64 years). It modulates embedded phenomena of higher frequency and, although it resembles the PDO in the second half of the 20th century (showing the late 1970s climate shift), it interestingly diverges from its shape during the first half.

On the other hand, the interannual PC1 shows a prominent local mode (~60% of total variance, highest significant peak at ~3.4 yr). Correlation fields of various variables with this interannual leading mode exhibit a coherent barotropic wave train pattern extending from Oceania along the South Pacific to SSA. We investigate the dynamics of this teleconnection, inducing extreme cold and warm events in SSA and discuss the influence of a significant decadal instability of ENSO in modulating it. Moreover, through this mechanism, we suggest a possible way that could lead to a reconstruction of DJF temperature in SSA from reconstructions and instrumental records. This pattern, however, seems to be modified in the late 1970s by the known climate shift.

### **\*Korrespondenz an:**

Martín Jacques-Coper, Institute of Geography, University of Bern, Hallerstrasse 12, CH-3012 Bern, Schweiz, E-Mail: jacques@giub.unibe.ch

## **Die Variabilität der Solarstrahlung in Sachsen in Vergangenheit und Zukunft**

Majana Heidenreich\*, Valeri Goldberg

Institut für Hydrologie und Meteorologie, Technische Universität Dresden, Deutschland

Unverzichtbare Voraussetzung zur Abschätzung zukünftiger Klimaentwicklungen ist die Analyse des Klimas der Vergangenheit, da sie Erkenntnisse zu den Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen liefert. Trends der Solarstrahlung und Einflussfaktoren auf diese sind im Zusammenhang mit dem aktuellen Erwärmungstrend und der Energiegewinnung mit Solaranlagen von Interesse. Offen ist die Frage, ob die Zunahme der Globalstrahlung in Sachsen bis Anfang der 90er Jahre zu einer regionalen Verstärkung des positiven Temperaturtrends führte.

Es werden die Ergebnisse der Analyse der Daten der Globalstrahlung, der diffusen Strahlung, der Sonnenscheindauer und des Bedeckungsgrades bis 2010 von fünf sächsischen Stationen (Netz des Deutschen Wetterdienstes) vorgestellt. Ergänzt wird der Datensatz durch Stationen des agrarmeteorologischen Messnetzes von Sachsen. Dem zeitlichen Verlauf der Globalstrahlung werden Daten aus dem Immissionsmessnetz ab Ende der 60er Jahre gegenübergestellt.

Die Auswertung der räumlichen und zeitlichen Variabilität der untersuchten Klimaelemente zeigt dass das Minimum der Globalstrahlung in den siebziger Jahren in Sachsen wahrscheinlich durch die hohe Luftverschmutzung verursacht wurde. Danach nahm parallel zur steigenden Luftreinheit die Globalstrahlung zu. Der Anstieg endet in den neunziger Jahren. Seitdem ist kein klarer Trend mehr erkennbar. Auch für die Zukunft ist auf Grundlage von Klimaprojektionen keine sichere Aussage zur Entwicklung der Globalstrahlung in Sachsen möglich. Die Projektionen regionaler Klimamodelle unterscheiden sich in Abhängigkeit von der Downscaling-Methode. Statistische Modelle zeigen im Gegensatz zu den dynamischen Modellen eine Zunahme der Globalstrahlung bis zum Ende des 21. Jahrhunderts.

### **\*Korrespondenz an:**

Majana Heidenreich, Professur für Meteorologie, Technische Universität Dresden, D-01062 Dresden,  
E-Mail: majana.heidenreich@tu-dresden.de

## **The temperature in Bremen since 1803 - embedding data fragments into homogeneous time series**

Dirk Olbers

Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven, Germany

Over several decades the physician and astronomer Wilhelm Olbers (1758-1840) has consistently made air temperature and pressure readings in Bremen and written many manuscripts to meteorological topics. Few of his works was published, most fell into oblivion, so also Olbers' measurements of temperature and pressure from the years 1803-1822, although these meteorological observations are the first continuous and reliable measurements of this kind in Bremen.

In this study we look at the monthly and annually averaged temperatures from 1803 to 1822, which are taken from the literary legacy of Olbers and are partially reconstructed. We discuss the linkage of these series of measurements to the well-known Bremen temperature series, which begins in 1829 and is today continued by the German Weather Service (DWD). The method we propose for this adjustment is based on the extremely high correlation which the annually averaged data of the Bremen time series have with corresponding data from other monitoring sites. We use data from De Bilt, Berlin, Prague, Stockholm and Hohenpeißenberg. The result is a temperature time series for Bremen from 1803 to today, which has only a short interruption and may be regarded as homogeneous at least to some extent.

**\*Korrespondenz an:**

Prof. Dr. Dirk Olbers, Alfred Wegener Institut, Postfach 120161, D-27515 Bremerhaven,  
E-Mail: [dirk.olbers@awi.de](mailto:dirk.olbers@awi.de)

## Regionale Temperaturtrends im 20. Jahrhundert in der Arktis und den Tropen in Radiosondendaten und Reanalysen

Alexander Stickler\*, Stefan Brönnimann

Oeschger Centre for Climate Change Research, Bern, Schweiz

In dieser Studie vergleichen wir saisonale, atmosphärische Temperaturtrends im 20. Jahrhundert in der Arktis (60°N-90°N) und in den Tropen (30°S-30°N) in Radiosondenbeobachtungen (CHUAN) und 3 Reanalyseprodukten (ERA-40, NCEP/NCAR (NNR), Twentieth Century Reanalysis (20CR)). Wir finden große Unterschiede zwischen der Magnitude, den Vertikalprofilen (auch über Zeiträume > 4 Dekaden) und der chronologischen Abfolge von Erwärmungs- und Abkühlungsphasen in den verschiedenen Datensätzen.

In den Tropen zeigen zonal gemittelte Langzeit-Trendprofile der gegitterten Datensätze (Reanalysen) über die Zeiträume 1901-57, 1901-99, 1948-99 und 1957-99 in allen Datensätzen eine verstärkte Erwärmung in der oberen Troposphäre. ERA-40 und NNR weisen ein weiteres Maximum der Erwärmung in der unteren Troposphäre (um 850 hPa) auf, welches in 20CR fehlt.

In der Arktis zeigen die zonal gemittelten, vertikalen Langzeit-Trendprofile für die Zeiträume 1901-99, 1948-99 und 1957-99, nicht aber für 1901-57 in allen Reanalysen eine verstärkte Erwärmung in allen Jahreszeiten außer im Sommer (JJA) nahe der Erdoberfläche. In 20CR finden wir für 1948-99 und 1957-99 außerdem im Vergleich zu den „klassischen“ Reanalysen eine wesentlich stärkere Abkühlung zwischen 150 und 200 hPa als in ERA-40 und NNR.

Gestützt auf die Beobachtungsdaten (CHUAN) definieren wir nun 4(11) Regionen in der Arktis (den Tropen), in denen die Radiosondenstationen relativ homogene, bidekadale Trends aufweisen. Sowohl bezüglich der Vertikalstruktur als auch bezüglich der zeitlichen Abfolge von Erwärmungs- und Abkühlungsphasen ist die Übereinstimmung aus durch Extraktion an den Stationspositionen und räumlicher Mittelung über die jeweilige Region abgeleiteter, bidekadaler Trends mit Trends aus den Beobachtungsdaten im Mittel am besten für ERA-40, gefolgt von NNR (schlechtere Übereinstimmung vor allem der Vertikalstruktur) und 20CR (schlechtere Übereinstimmung sowohl der Vertikalstruktur als auch der zeitlichen Entwicklung). Frühere Studien konnten bereits zeigen, dass Temperaturtrends in der freien Atmosphäre aus Reanalysen (alle hier untersuchten eingeschlossen) in Regionen mit geringer Beobachtungsdichte oft kritisch zu beurteilen sind. Die Ergebnisse dieser Studie lassen die Verwendung zumindest von NNR und 20CR zur Analyse sowohl dekadaler als auch langfristiger Trends selbst in Regionen mit relativ dichtem Beobachtungsnetzwerk in der Arktis und den Tropen fragwürdig erscheinen.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Alexander Stickler, Geographisches Institut, Universität Bern, Hallerstrasse 12, CH-3008 Bern, Schweiz, E-Mail: alexander.stickler@giub.unibe.ch



**Vorträge**  
**zum Themenschwerpunkt**  
**„Klimaanalysen anhand von Messdaten“**  
**Sitzung 3**

## **Die Bodentemperaturreihe der Säkularstation Potsdam - Eine statistische Aufarbeitung der Messungen bis 12 Meter Tiefe**

Falk Böttcher\*<sup>1)</sup>, Maria Böhme<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Deutscher Wetterdienst, Abteilung Agrarmeteorologie, Außenstelle Leipzig

<sup>2)</sup> Meteorologisches Institut, Universität Leipzig, Deutschland

Die einzigartigen langen Messreihen der Säkularstation Potsdam boten ideale Voraussetzungen für die Ermittlung von Langzeit-Trends der Luft- und Bodentemperatur. Zum einen wurden diese beiden meteorologischen Größen an der Station kontinuierlich mit der gleichen konventionellen Messtechnik ohne Instrumenten- und Standortwechsel erfasst, zum anderen weisen die Daten vergleichsweise wenige Lücken auf.

Eine Besonderheit stellen dabei die Messtiefen der Bodentemperatur dar. Das Erdbodenmessfeld der Säkularstation reicht von den gewöhnlichen Tiefen über die Stufen 2, 4, 6 bis in eine Tiefe von 12 m. Für die vorliegenden Untersuchungen in dieser Arbeit waren vor allem die Messwerte der Bodentemperatur in den Tiefen von 1 bis 12 m von Bedeutung.

Die Trends der Luft- und Bodentemperatur wurden mittels linearer Regression über den Zeitraum von 1898 bis 2007 (bzw. von März 1898 bis Februar 2008 für die Jahreszeitentrends) ermittelt. Dabei fand eine Mittelung über 10-Jahres-Intervalle und eine Unterscheidung zwischen Dekaden-Monats-, Dekaden-Jahreszeiten- und Dekaden-Jahresmitteln statt. Mit Hilfe der Methode des Trend-Rausch-Verhältnisses wurden die statistischen Signifikanzen der absoluten Trends über die betrachteten 110 Jahre festgestellt. Schon allein die Betrachtung der Trends der Dekaden-Jahresmittel zeigt, dass die Zunahme der Lufttemperatur sich auch im Boden bis zu einer Tiefe von 12m noch bemerkbar macht und signifikant ist. Dabei lässt sich im Boden eine Abnahme der absoluten Trends und deren Signifikanzen, von hochsignifikant in 1 und 2m Tiefe, über sehr signifikant in 4 und 6m Tiefe, bis hin zu signifikant in 12m Tiefe, erkennen. Die Lufttemperatur weist im Vergleich zur Bodentemperatur in 1 und 2m Tiefe lediglich einen sehr signifikanten Trend des Dekaden-Jahresmittels auf. Bei der monatlichen und jahreszeitlichen Betrachtung fallen die absoluten Trends und deren Signifikanzen wesentlich differenzierter aus. Die hier in der Arbeit ermittelten Trends zeigen jedoch zunächst einmal eine überwiegend signifikante Temperaturzunahme in Potsdam über den Zeitraum von 1898 bis Februar 2008 an. Das gilt sowohl für die Lufttemperatur als auch für die Bodentemperatur in 1 bis 12m Tiefe. Die Frage, ob der Klimawandel im Boden angekommen ist, kann eindeutig mit ja beantwortet werden.

Das Thema könnte entweder als Vortrag oder als Poster im Themenschwerpunkt „Klimaanalysen anhand von Messdaten“ präsentiert werden.

### **\*Korrespondenz an:**

Falk Böttcher, Deutscher Wetterdienst, Abteilung Agrarmeteorologie, Außenstelle Leipzig,  
Postfach 32 11 09, D-04282 Leipzig, E-Mail: Falk.Boettcher@dwd.de

## Klimasensitivität des Permafrostes im Hochgebirge

Christian Hauck\*, Martin Scherler, Nadine Salzmänn, Christin Hilbich, Martin Hoelzle

Departement Geowissenschaften, Universität Fribourg, Schweiz

Schnee, Eis und Permafrost (die Kryosphäre) im Hochgebirge sind Komponenten eines hochsensitiven Systems in Bezug auf vergangene, aktuelle und zukünftige Klimaänderungen. Im Gegensatz zu den leichter zu beobachtenden Veränderungen der Gletscher und der Schneedecke wird alpiner Permafrost erst seit einigen Jahrzehnten erforscht, so dass Beobachtungszeitreihen im Gebirge nur knapp 20 Jahre umfassen, was zu kurz für Aussagen bezüglich eines Klimatrends ist. Hingegen können Klima- und Bodenmodelle verwendet werden, um potentielle Auftauprozesse im Permafrost zu untersuchen. Der grosse Einfluss der Topographie sowohl auf atmosphärische (insbesondere Niederschlag und damit Schneebedeckung) als auch auf bodenphysikalische Prozesse (u.a. der heterogen verteilte Eisgehalt im Untergrund) erschwert hierbei die Simulation realistischer Szenarien für komplexe Regionen, wie z.B. den Alpenraum.

Sowohl für die Untersuchung der aktuellen Permafrostverbreitung, als auch für die Vorhersage der zukünftigen Entwicklung müssen somit neue Monitoring- und Simulationswerkzeuge entwickelt werden. Diese Methoden müssen sowohl in der Lage sein, den Einfluss der atmosphärischen Parameter wie Lufttemperatur, Strahlung sowie Zeitpunkt und Dauer der Schneedecke zu berücksichtigen, als auch Untergrundcharakteristika wie Bodentemperatur, Eisgehalt, Porosität und thermische/hydraulische Leitfähigkeit. In diesem Beitrag werden wir einen gekoppelten Monitoring- und Simulationsansatz für die Analyse der Entwicklung des alpinen Permafrostes in den kommenden Jahrzehnten vorstellen.

Hierzu wurden neben der Analyse mehrerer 10-jähriger Datenreihen der Untergrundtemperatur sowie indirekter Messungen des Eisgehaltes mittels geophysikalische Methoden, Bodenmodellierungen mit dem 1D Boden-Schnee-Atmosphäre Modell COUP durchgeführt, welche durch atmosphärische Beobachtungsdaten (Kontrollperiode) sowie Ergebnisse Regionaler Klimamodelle (ENSEMBLES Projekt) angetrieben wurden. Der Einfluss sich ändernder Klimavariablen während einer 110-jährigen Periode (1990 to 2100) wurde für zwei charakteristische Permafroststandorte in den Schweizer Alpen analysiert. Hierbei wurden Input-Daten von 6 verschiedenen RCMs verwendet.

Die Ergebnisse zeigen einen starken Anstieg (bis zu 100%) der Tiefe der saisonalen Auftauschicht (ungefrorene Oberflächenschicht im Sommer) mit anschliessender Degradation des Permafrostkörpers bereits im ersten Drittel der Simulationsperiode für einen vergleichsweise feinkörnigen Permafroststandort (Schilthorn, Berner Oberland) und einen deutlich weniger starken Einfluss auf einen Standort mit grob-blockigem Substrat (Blockgletscher Murtèl, Engadin). An beiden Standorten ist die thermische Entwicklung stark mit einem Anstieg des ungefrorenen Wassergehaltes im Permafrost verbunden, ein Indiz welches bereits mit geophysikalischen Messungen während der vergangenen 10 Jahre beobachtet werden konnte. Multiple lineare Regression zeigte weiterhin einen grossen Einfluss des Eisgehaltes sowie der Oberflächentemperaturen im Sommer auf die Auftauschichttiefe im Modell, und nur zu einem geringeren Anteil den Einfluss der Dauer der Schneebedeckung sowie des Einschnei- und Ausaperungszeitpunkt.

### \*Korrespondenz an:

Christian Hauck, Department of Geosciences, University of Fribourg, Chemin du Musée 4, CH-1700 Fribourg, Schweiz, E-Mail: christian.hauck@unifr.ch

## Warmwasserereignisse im südöstlichen Atlantik

Karin Lutz\*, Irena Ott, Joachim Rathmann, Jucundus Jacobeit

Institut für Geographie, Universität Augsburg, Deutschland

Im südhemisphärischen Atlantik werden zwei Phänomene beschrieben, welche durch wiederkehrende starke positive Anomalien der Meeresoberflächentemperaturen (SST) charakterisiert sind. Dabei werden Warmwasserereignisse im äquatorialen Atlantik als Atlantic (EI) Niño bezeichnet, solche vor der Küste Südafrikas bzw. Namibias als Benguela Niño. Beide Phänomene spielen eine große Rolle für die angrenzenden Küstenräume und deren Ökologie und Fischereiwirtschaft. So werden bei einem Benguela Niño starke Niederschläge und Überschwemmungen im küstennahen Namibia und Südafrika beobachtet, während im Ozean ein dramatisches Fischsterben einsetzt. Für den Atlantic Niño sind zudem bereits überregionale Zusammenhänge mit dem Pazifik untersucht worden.

Während beide Phänomene bisher überwiegend getrennt und auf der Basis von kürzeren Zeiträumen oder einzelner Ereignisse untersucht wurden, werden in der aktuellen Studie wesentlich weiter zurückreichende Beobachtungsdatensätze verwendet, um einen Zusammenhang zwischen Atlantic und Benguela Niños herzustellen. Für den Zeitraum 1870 bis 2011 liegen auf Monatsbasis Meeresoberflächentemperaturen (SST) des HadISST1.1-Datensatzes ( $1^\circ \times 1^\circ$  Auflösung) und der Luftdruck auf Meeressniveau (SLP) des HadSLP2r-Datensatzes ( $5^\circ \times 5^\circ$  Auflösung) des UK Hadley Centre vor. Der Deutsche Wetterdienst stellt außerdem den monatlich aufgelösten Niederschlagsgitterdatensatz GPCCv6 ( $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  Auflösung) bereit.

Zur Identifikation der Warmwasserereignisse werden zunächst Regionen ähnlicher Variabilität der SSTs bestimmt, welche sowohl den bisher beschriebenen Atlantic Niño als auch den Benguela Niño repräsentieren und weiterhin eine Übergangsregion enthalten. Für alle drei Regionen werden anschließend jeweils Gebietsmittelindizes berechnet. Zur Trendbereinigung der Indizes werden die Anomalien auf der Basis eines 30-jährigen Mittelwerts berechnet, welcher alle 5 Jahre aktualisiert wird. Mit einer anschließenden Standardisierung werden drei vergleichbare SST-Indizes erzielt. Weiterhin wird ein Warm- bzw. Kaltwasserereignis in einer Region als die Überschreitung bzw. Unterschreitung der Differenz zum Mittelwert um mindestens eine Standardabweichung des entsprechenden Index in drei aufeinander folgenden Monaten definiert. Eine anschließende Analyse der drei Indizes zeigt einen deutlichen Zusammenhang aller drei Regionen auf und ermöglicht die Einteilung der Ereignisse in verschiedene Klassen eines einzigen Atlantic-Niño-Typs in Abhängigkeit der Intensität in den einzelnen Regionen.

Anschließend werden auf der Basis dieser Atlantic-Niño-Klassifikation mittels Komposit- und Korrelationsanalysen Auswirkungen auf den Niederschlag im südhemisphärischen Afrika untersucht. Für die Korrelationsanalysen wird das Niederschlagsfeld vorab mittels s-modaler Hauptkomponentenanalyse zu Regionen zusammengefasst, für die jeweils ein Gebietsmittelindex berechnet wird. Zur Untersuchung überregionaler Zusammenhänge werden darüber hinaus Korrelationsanalysen mit verschiedenen Telekonnektionsindizes (z.B. Trans Polar Index (TPI), Antarctic Oscillation (AAO), Southern Oscillation (SOI), etc.) durchgeführt.

Mit Hinblick auf eine Untersuchung der zukünftigen Entwicklung des Atlantik-Niño-Phänomens werden auch Klimamodelldaten in die Arbeit miteinbezogen. Verschiedene Daten aus dem IPCC/AR4 und AR5 Konsortium für den Zeitraum 1870 bis 2000 werden auf ihre Variabilitätsmaxima im südöstlichen Atlantik überprüft, Indizes gebildet und mit den Ergebnissen der Messdaten verglichen. Ebenso sollen Komposit- und Korrelationsanalysen unter anderem mit Niederschlags- und Luftdruckmodelldaten erfolgen, um regionale und überregionale klimatologische Zusammenhänge zu verdeutlichen.

### \*Korrespondenz an:

Karin Lutz, Institut für Geographie, Lehrstuhl für Physische Geographie und Quantitative Methoden, Universität Augsburg, Universitätsstraße 10, D-86135 Augsburg, E-Mail: karin.lutz@geo.uni-augsburg.de

## **HYRAS - Hydrologisch relevante Rasterdatensätze für deutsche Flusseinzugsgebiete**

Monika Rauthe\*, Ulf Riediger, A. Mazurkiewicz, H. Steiner, A. Gratzki

Deutscher Wetterdienst, Abteilung Hydrometeorologie, Offenbach am Main, Deutschland

Klimaveränderungen in Vergangenheit und Zukunft lassen sich nur verlässlich beurteilen, wenn Referenzzustände klar definiert sind. Nur dann können Vulnerabilitätsanalysen sinnvoll durchgeführt werden, um Anpassungsstrategien an den Klimawandel zu entwickeln. Zur Beschreibung der Referenz sind weit zurückreichende Aufzeichnungen von Beobachtungen des Wetters bzw. von Messzeitreihen der relevanten Klimaelemente notwendig. Im Forschungsprojekt KLIWAS ([www.kliwas.de](http://www.kliwas.de)) werden die Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt untersucht. Für die Ableitung von Verdunstung und Bodenfeuchte im Bereich Hydrologie müssen neben dem Niederschlag zusätzliche Parameter wie Temperatur, Wind, Globalstrahlung und Feuchte betrachtet werden. Für das KLIWAS Gebiet werden für den Zeitraum 1951-2006 einheitliche Rasterdaten auf Tagesbasis in 5x5 km<sup>2</sup> Auflösung berechnet. Das KLIWAS Gebiet umfasst Deutschland und alle ausländischen Flussgebietsanteile von Rhein, Elbe und Donau. Die Rasterdatensätze werden zur hydrologischen Modellierung und zur Plausibilisierung von Klimakontrollläufen herangezogen.

Im Vortrag soll der Status der Entwicklung dieser Rasterdatensätze aufgezeigt werden. Nach einem kurzen Überblick zur Qualität der Rasterdaten (Interpolationsfehler und Vergleich mit anderen Datensätzen), liegt der Schwerpunkt auf den statistisch-klimatologischen Auswertungen von Kenngrößen auf Gitterpunktbasis bzw. Flusseinzugsgebieten. Dabei werden in erster Linie die Größen Niederschlag und Temperatur näher betrachtet. Es werden mittlere Größen wie Gebietsniederschläge und Mitteltemperatur aber auch Andauern von Trockenperioden und Anzahl von Schwellwertüberschreitungen untersucht. Dies beinhaltet zum einen die Darstellung der allgemeinen räumlichen Verteilungen und zum anderen aber auch die Trendentwicklung.

Die präsentierten Daten und Analysen entstehen im Rahmen des BMVBS-Forschungsprogramms KLIWAS (Laufzeit: 2009 bis 2013) - im Vorhaben 1: „Validierung und Bewertung der Klimaprojektionen - Bereitstellung von Klimaszenarien für den Wirkungsbereich Schifffahrt und Wasserstraßen“ beim Deutschen Wetterdienst.

### **\*Korrespondenz an:**

Dr. Monika Rauthe, Deutscher Wetterdienst, Abteilung Hydrometeorologie, Frankfurter Str. 135, D-63067 Offenbach am Main, E-Mail: [monika.rauthe@dwd.de](mailto:monika.rauthe@dwd.de)

## **Extreme Hochwasser in der Schweiz seit 1868 - Wetterlagen und hydro-klimatische Vorbedingungen**

Peter Stucki\*, R. Rickli, S. Brönnimann, O. Martius

Geographisches Institut, Universität Bern, Schweiz

Numerische Untersuchungen über die Entstehung extremer Hochwasser in den zentralen Alpen waren bisher nur für moderne Ereignisse ab etwa 1950 möglich. Analysen früherer Ereignisse stützen sich auf zunehmend weniger flächendeckende instrumentelle und dokumentarische Daten (v.a. hydro-meteorologische Messreihen, Bodenwetterkarten, Annalen und Berichte).

Kürzlich digitalisierte und homogenisierte tägliche Niederschlagsmessungen (DigiHom-Projekt der MeteoSchweiz) und eine neue globale, dreidimensionale Reanalyse (Twentieth Century Reanalysis 20CR) decken 24 schwere Hochwasserereignisse seit 1868 auf der Alpennord- wie auf der Alpensüdseite ab und erlauben eine umfassende quantitative Analyse.

Exemplarisch werden in der Präsentation die räumliche Ausdehnung, die Intensität der vorangehenden Starkniederschläge und die hydro-klimatologischen Vorbedingungen wie etwa Schneeschmelze von frühen Hochwasserereignissen bis 1910 gezeigt. Zugleich werden die spezifischen meteorologischen Bedingungen nachgezeichnet mittels Analyse von niederschlagsrelevanten Elementen wie Hebung und Feuchtetransport, Propagation des Wettersystems oder Temperaturanomalien.

Schließlich wird eine subjektive, hydro-meteorologische Klassifikation aller untersuchten 24 Fälle vorgestellt. Wir schlagen fünf Klassen von hochwasser-generierenden Wetterbedingungen vor.

### **\*Korrespondenz an:**

Peter Stucki, Geographisches Institut, Universität Bern, Hallerstrasse 12, CH-3012 Bern, Schweiz, E-Mail: peter.stucki@giub.unibe.ch

**Vorträge**  
**zum Themenschwerpunkt**  
**„Klimamodellierung**  
**(globaler, regionaler und lokaler Maßstab)“**  
**Sitzung 1**

## **Sensitivitätsstudien mit dem gekoppelten Klimamodell ECHAM-FESOM zu Gitterauflösung und Modellparametern**

Dmitry Sidorenko, Tido Semmler\*, Thomas Jung

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven, Deutschland

Das Finite Element Sea ice Ocean Model FESOM ist mit dem atmosphärischen Zirkulationsmodell ECHAM gekoppelt worden. Durch das unstrukturierte Gitter des Ozeanmodells ist es möglich, das Gitter des Ozeanmodells sehr variabel zu gestalten, um Schlüsselregionen oder Regionen von besonderem Interesse in hoher Auflösung zu simulieren, während andere Regionen niedriger aufgelöst bleiben. In unseren Sensitivitätsstudien nutzen wir verschiedene hohe Auflösungen in der Arktis und in den nördlichen mittleren Breiten. Kombiniert mit variierten Modellparametern in der Atmosphäre und im Ozean wie z.B. Treibhausgaskonzentrationen, Schwerewellenwiderstand und Meereisalbedo erreicht das gekoppelte System zwei unterschiedliche Zustände, einen mit stark ausgeprägter atlantischer meridionaler Umwälzzirkulation und deutlichem Irminger-Strom und einen mit schwach ausgeprägter atlantischer meridionaler Umwälzzirkulation und schwachem Irminger-Strom. Im ersten Zustand beträgt die Stärke der atlantischen meridionalen Umwälzzirkulation zwischen 20 und 25 Sverdrup während der zweite Zustand zeitweise nur zwischen 5 und 10 Sverdrup aufweist. Die Beobachtungen liegen mit durchschnittlich 18 Sverdrup dazwischen.

Um physikalische Ursachen für diese Unterschiede feststellen zu können, werden verschiedene Zeitpunkte der Simulation mit stark ausgeprägter atlantischer meridionaler Umwälzzirkulation ausgewählt. Der Zustand des Ozeans und der Atmosphäre an diesen ausgewählten Zeitpunkten wird verwendet, um Modellsimulationen mit der Modellversion, mit der eine schwach ausgeprägte atlantische meridionale Umwälzzirkulation simuliert wird, zu initialisieren. Anschließend wird die mittlere Abweichung der auf diese Weise initialisierten Modellsimulationen von der Stammsimulation nach Tagen, Wochen, Monaten und Jahren analysiert, um festzustellen, in welchen Gebieten sich die ersten Unterschiede einstellen und wie sich diese ausbreiten. Dies wird anschließend wiederholt, indem in weiteren Simulationen sukzessive die einzelnen Unterschiede zwischen den Modellversionen zugeschaltet werden, um herauszufinden, welche Modelländerung den größten Einfluss hat.

### **\*Korrespondenz an:**

Dr. Tido Semmler, Sektion Klimadynamik, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Am Handelshafen 12, D-27570 Bremerhaven, E-Mail: tido.semmler@awi.de



## **Konzeptionelle GCM-Studien zur intrasaisonalen Aktivität des globalen Monsunsystems**

Peter Carl

Institut für Angewandte Marine, Limnische und Hydrologische Studien (IAMARIS), Berlin

Die korrekte Wiedergabe der intrasaisonalen Aktivität des globalen Monsuns und seiner einzelnen Zweige ist ein nach wie vor ungelöstes Problem der Klimamodellierung. Für den Nordsommer kann man das System und seine dynamischen Eigenschaften, die die Modellierung so schwierig machen, an einem ‚kleinen‘ troposphärischen GCM vom Mintz-Arakawa-Typ studieren. Es werden die erste Generation dieser Modellstudien aus den 1990er Jahren kurz referiert und weitere Arbeiten in vier Richtungen vorgestellt: (i) tiefgreifende Diagnostik von Mechanismen und Rückkopplungen einer qualitativ korrekten und quantitativ akzeptablen Simulation der Monsundynamik des Nordsommers, (ii) Verfolgen dieses Modellzustandes in höhere Horizontalauflösung des GCMs, (iii) Probleme und Bedingungen einer erfolgreichen Simulation des borealen Wintermonsuns, (iv) intrasaisonale Monsunaktivität nach Kopplung des AGCMs mit einem thermodynamisch-diffusiven Modell der oberen ozeanischen Durchmischungsschicht. Als Leitfaden dieser Weiterentwicklungen und ihrer Bewertung dient die geometrische Interpretation des borealen Sommermonsuns, die aus der ersten Generation der Modellstudien abgeleitet wurde. Die starke interne Kopplung einer Hierarchie planetarer Wellen, die sich über niedrige rationale Frequenzverhältnisse realisiert, ist im Modell eine der wesentlichen Bedingungen und Eigenschaften der korrekten intrasaisonalen Monsundynamik - mit weitreichenden Folgen für die interannuelle Variabilität des Systems. Insbesondere existiert eine Südliche Oszillation des AGCMs, die mit dem zentralpazifischen (CP) Typ von El Niño Ereignissen in Verbindung gebracht werden kann. Die 1992 formulierte und zuletzt 1994 überarbeitete Monsunhypothese wird im Lichte dieser neueren Modellstudien aktualisiert.

### **Korrespondenz an:**

Dr. Peter Carl, Institut für Angewandte Marine, Limnische und Hydrologische Studien (IAMARIS), Hausvogteiplatz 5-7, D-10117 Berlin, E-Mail: pcarl@wias-berlin.de

## Simulation des arktischen Meereises mit gekoppelten Klimamodellen

Wolfgang Dorn\*, Klaus Dethloff, Annette Rinke

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Potsdam, Deutschland

Eine realitätsnahe Simulation des arktischen Meereises mit gekoppelten Klimamodellen hängt wesentlich von der korrekten Darstellung der Rückkoppelungsprozesse zwischen Atmosphäre, Ozean und Meereis ab. Diese sind aber immer noch nicht vollständig verstanden und werden deshalb in gekoppelten Modellsystemen meist nicht hinreichend realistisch wiedergegeben, sodass große Unsicherheiten in der Meereissimulation die Folge sind. Eine verbesserte Darstellung der zweistufigen Schnee-Albedo/Eis-Albedo-Rückkoppelung im gekoppelten regionalen Klimamodell HIRHAM-NAOSIM führte zu einer deutlichen Reduktion der Abweichung zu beobachteten Meereiskonzentrationen.

Ensemblesimulationen mit der verbesserten Version von HIRHAM-NAOSIM zeigen, dass die Reproduktion des beobachteten sommerlichen Meereisrückgangs im Wesentlichen von zwei Faktoren abhängt: der korrekten Simulation der atmosphärischen Zirkulation über dem arktischen Ozean während der Sommermonate und dem Meereisvolumen am Anfang der Schmelzperiode. Da aber die interne Modellvariabilität ihr Maximum gerade während der Sommermonate zeigt, ist die Fähigkeit, die reale atmosphärische Zirkulation zu reproduzieren, begrenzt. Zudem hat die atmosphärische Zirkulation der Sommermonate signifikanten Einfluss auf die Entwicklung des Meereisvolumens von einem Jahr zum nächsten, was die Möglichkeit einschränkt, mit realistischem Eisvolumen in die Schmelzperiode zu starten.

Die zeitliche Entwicklung des Eisvolumens ist durch geringe interannuelle, aber ausgeprägte dekadische Variabilität gekennzeichnet, dessen Amplitude in den einzelnen Ensemblemitgliedern stark variiert. Die Unterschiede sind besonders groß in Perioden, in denen das Eisvolumen zunimmt. Dadurch ist die Fähigkeit, Jahre mit viel Eis zu reproduzieren, geringer als für Jahre mit wenig Eis. Die beobachtete starke Abnahme der arktischen Meereisausdehnung während der letzten 10 Jahre wird im Modell zwar qualitativ wiedergegeben, quantitativ aber unterschätzt. Dies deutet darauf hin, dass relevante Rückkoppelungsprozesse nicht hinreichend dargestellt werden und weitere Modellverbesserungen notwendig sind.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Wolfgang Dorn, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Telegrafenberg A43, D-14473 Potsdam, E-Mail: Wolfgang.Dorn@awi.de

## **Praxistaugliche Methode zur gebietsweisen Analyse regionaler Klimasimulationsdaten**

Matthias Zimmer\*, Roland Manger, Clementine Kraus

Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Mainz, Deutschland

Zur Regionalisierung globaler Klimasimulationen werden dynamische (Gitterboxmodelle) sowie statistische (stationsbasierte) Downscaling-Verfahren eingesetzt. Eine punktscharfe Verwendung dieser Ergebnisse bzw. der direkte Vergleich mit Messungen vor Ort ist nicht sinnvoll. Es besteht Konsens darüber, dass eine gebietsweise Auswertung erfolgen sollte. Um dieser Forderung nachzukommen, wird bislang häufig so verfahren, dass über die angrenzenden Gitterpunkte bzw. die nächstliegenden Stationen gemittelt wird. Diese „blinde“ räumliche Mittelung ist in topographisch gegliedertem Gelände problematisch. In Mittelgebirgsräumen ist vor Allem bei der Auswertung von Niederschlagshöhen diese Art der Mittelung praktisch nicht einsetzbar.

Am Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz wurde deshalb versucht, ein auf meteorologischen Eigenschaften beruhendes Verfahren zu entwickeln, das es erlaubt für Rheinland-Pfalz „zusammengehörende“ Gebiete für mittlere Niederschlagshöhen zu identifizieren. Als geeignetes Verfahren hat sich eine räumliche Abgrenzung auf Basis der unterschiedlichen Jahrescharakteristik des Niederschlags gezeigt. Unter Verwendung der Rasterdaten des DWD (REGNIE) für den Zeitraum 1961-1990 konnte die Landesfläche von Rheinland-Pfalz in 13 Gebiete, bzgl. Sommer- oder Winterdominanz der Niederschlagshöhe, unterteilt werden. Die gefundene dimensionslose Kennzahl zur Beschreibung der Jahrescharakteristik des Niederschlags ist unabhängig von den gemessenen bzw. modellierten Absolutwerten (BIAS frei). Analog konnte erfolgreich eine Gebietsabgrenzung für die Kontrollläufe der Klimamodellsimulationen vorgenommen werden. Die identifizierten Gebiete gleicher Jahrescharakteristik entsprechen dem unterschiedlichen Wiedergabeverhalten und der Auflösungsfähigkeit des jeweiligen Verfahrens. Sie sind in ihrer exakten geografischen Lage und Größe nicht zwangsläufig deckungsgleich.

Durch die Festlegung von Gebieten auf Basis „vergleichbarer charakteristischer meteorologischer Eigenschaften“ und nicht durch Grenzziehung anhand von Geokoordinaten, wie sie bei der Ausweisung von administrativen Einheiten oder Einzugsgebieten Verwendung findet, wird der Flächenaussagekraft von Klimasimulationsdaten besser Rechnung getragen. Damit ist eine aussagekräftigere Vergleichbarkeit unterschiedlicher Modellkonzepte (z.B. Gitterboxmodelle oder interpolierte Rasterkarten) bzw. generell von Messung und Modellierung von Klimaparametern gegeben.

### **\*Korrespondenz an:**

Dr. Matthias Zimmer, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Kaiser-Friedrich-Straße 7, D-55116 Mainz, E-Mail: Matthias.Zimmer@luwg.rlp.de

## Statistisches Downscaling unter Berücksichtigung von Instationaritäten

Elke Hertig\*, Jucundus Jacobeit

Institut für Geographie, Universität Augsburg, Deutschland

Im Rahmen regionaler Abschätzungen des globalen Klimawandels wurden verschiedene dynamische und statistische Downscalingmethoden entwickelt. Im Rahmen statistischer Methoden beruht die Gewinnung regionaler Klimainformation auf der Bestimmung eines statistischen Modells, das die großskaligen Klimavariablen (auch Prädiktoren genannt) mit den regionalen kleinskaligen Variablen (oder Prädiktanden) auf der Basis von Beobachtungsdaten verbindet. Die Modellerstellung wird dabei stets unter der Annahme von Stationarität der Prädiktor-Prädiktand-Beziehungen vorgenommen. Eine erhebliche Beschränkung kann die Untersuchung der Beziehungen zwischen großskaliger atmosphärischer Zirkulation und kleinskaligen Klimavariablen jedoch durch das Vorhandensein von Instationaritäten erfahren. Grundsätzlich lassen sich Instationaritäten im Klimasystem auf den verschiedensten räumlichen und zeitlichen Skalen feststellen und auf klimasysteminterne Ursachen (z.B. durch komplexe Wechselwirkungen) sowie externe Einflüsse (z.B. Erhöhung strahlungsrelevanter atmosphärischer Spurengase) zurückführen. Instationaritäten können die Abschätzungen in den von der Modellerstellung unabhängigen Zeiträumen (wie in den zur Verifikation der Modelle herangezogenen Jahren und auch im zukünftigen Modellzeitraum) erheblich erschweren oder sogar gänzlich verhindern.

Für qualitativ hochwertige statistische Abschätzungen unter dem Aspekt des Klimawandels ist es entscheidend, eine möglichst große Spannbreite der Zusammenhänge mit ihren spezifischen Veränderlichkeiten zu erfassen. Daher werden in der vorliegenden Untersuchung Instationaritäten aktiv in die statistische Modellerstellung eingearbeitet. Ein kombiniertes Downscalingverfahren, unter Verwendung von Transferfunktionen und einem synoptischen Ansatz, wird herangezogen, um tägliche, stationsbezogene Niederschlagszeitreihen abzuschätzen (verdeutlicht am Beispiel Mittelmeerraum). In diesem Ansatz werden neben der Berücksichtigung von Instationaritäten, die aus der Veränderlichkeit großskaliger, saisonaler Zirkulationsmuster entstehen, auch Instationaritäten einbezogen, die aus der Veränderung täglicher Zirkulationstypen und deren typinternen Variationen resultieren. Zunächst erfolgt die Modellerstellung über den gesamten für eine Station zur Verfügung stehenden Zeitraum. Anschließend werden gleitende 31-jährige Subzeiträume verwendet, um Instationaritäten in den Prädiktoren-Niederschlags-Beziehungen aufzudecken. Für die Untersuchung des mittleren Niederschlags wird die Veränderung des systematischen Fehlers (bias) herangezogen, für die Varianz der Niederschläge stellt der mittlere quadratische Fehler ein geeignetes Maß dar. Prädiktoren-Niederschlags-Zusammenhänge, für die Instationaritäten festgestellt werden, werden anschließend auf deren Ursachen hin untersucht. Darauf aufbauend werden statistische Modellensembles gebildet, die die Spannbreite der Zusammenhänge umfassen. Niederschlagszeitreihen, die keine Instationaritäten aufweisen, werden einem klassischen „split-sampling“ unterzogen, wobei eine Hälfte der Zeitreihe zur Modellerstellung herangezogen wird, die andere Hälfte zur Modellvalidierung und das Verfahren nochmals vice versa wiederholt wird. Abschließend werden die statistischen Modelle und Modellensembles zur Abschätzung des Niederschlags im 21. Jahrhundert unter anthropogen verstärktem Treibhauseffekt verwendet.

Die Untersuchungen finden im Rahmen einer von der DFG geförderten Eigenen Stelle statt.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Elke Hertig, Institut für Geographie, Universität Augsburg, Universitätsstraße 1a, D-86159 Augsburg,  
E-Mail: elke.hertig@geo.uni-augsburg.de

**Vorträge**  
**zum Themenschwerpunkt**  
**„Klimamodellierung**  
**(globaler, regionaler und lokaler Maßstab)“**  
**Sitzung 2**

## Auswertung von Klimaprojektionsensembles für das Ressortforschungsprogramm KLIWAS

Florian Imbery\*, Sabrina Plagemann

Deutscher Wetterdienst - Zentrales Klimabüro, Offenbach, Deutschland

Um mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft und Schifffahrt bewerten zu können, verfolgt das BMBVS-Ressortforschungsprogramm *KLIWAS* konsequent eine Modellkette mit Ensembleansatz. Das Projekt 1.02 stellt Wirkmodellierern verschiedener Fachrichtungen aufbereitete und korrigierte Klimaprojektionen zur Verfügung und quantifiziert Unsicherheiten insbesondere hydrometeorologisch relevanter Parameter. Datengrundlage ist ein Klimaprojektionsensemble von momentan ca. 35 Projektionen verschiedener Kombinationen aus Emissionsszenarien, Global- und Regionalmodellen, die zum größten Teil aus dem EU-Forschungsprojekt ENSEMBLES (FP 6) stammen.

Um Klimaprojektionsdaten als Input für Wirkmodelle nutzen zu können, werden die Tageswerte der wichtigsten hydrometeorologischen Variablen auf ein einheitliches hoch aufgelöstes 5·5 km<sup>2</sup>-Gitter für das *KLIWAS*-Zielgebiet regionalisiert. Hierfür wurden verschiedene statistische und deterministische Verfahren, die im DWD vorliegen, modifiziert bzw. neu entwickelt.

Zusätzlich müssen modellinterne Fehler (Bias) quantifiziert und korrigiert werden. Momentan werden Lufttemperatur und Globalstrahlung mit einem linearen Verfahren korrigiert. Auf die Niederschlagsdaten wird zusätzlich das Quantile Mapping Verfahren angewandt.

Die Ergebnisse aus unterschiedlichen Klimamodellrechnungen sind allerdings nach wie vor einzeln nicht vollends belastbar. Dies resultiert aus Unsicherheiten in den zugrundeliegenden Emissionsszenarien, den Start- und Randbedingungen der Modellläufe, der Modellparametrisierung, den zugrundeliegenden Beobachtungswerten, der Kopplung verschiedener Modelle und dem Problem, dass es Prozesse und Kopplungen im Klimasystem gibt, die bis heute nicht vollständig verstanden sind bzw. nicht ausreichend gut in Modellen abgebildet werden können.

Mit einem ausreichend großen Ensemble aus Klimaprojektionen ist es allerdings möglich, statistische Aussagen über zukünftige Klimazustände zu treffen. Auf der Grundlage eines Ensembles aus 19 Klimaprojektionen, basierend auf dem A1B-Szenario, wurden für verschiedene Parameter und Indizes (z. B. Lufttemperatur, Niederschlag, Heiße Tage, Frosttage etc.) durch die Bestimmung von Perzentilen Bandbreiten möglicher zukünftiger Klimazustände berechnet. Innerhalb dieser kann ein bestimmtes Änderungssignal erwartet werden. Mit diesen Bandbreiten ist es möglich, robuste Aussagen zu Änderungskorridoren des zukünftigen Klimas abzuleiten.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Florian Imbery, Deutscher Wetterdienst, Frankfurter Straße 135, D-63067 Offenbach,  
E-Mail: [florian.imbery@dwd.de](mailto:florian.imbery@dwd.de)

## Wetterlagenabhängige Niederschlagsstatistik regionaler Klimamodelle

Sabrina Plagemann, Ulf Riediger\*, Alex Mazurkiewicz, Monika Rauthe, Florian Imbery,  
Annegret Gratzki

Deutscher Wetterdienst, Klima und Umwelt, Hydrometeorologie, Deutschland

Im Projekt KLIWAS ([www.kliwas.de](http://www.kliwas.de)) werden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserstraßen und Schifffahrt ressortübergreifend (BMVBS) untersucht. Aufgaben des Deutschen Wetterdienstes sind die zahlreichen Klimaprojektionen zu validieren und zu bewerten, um Klimaszenarien für hydrologische Anwendungen bereitzustellen. Viele hydrologische Fragestellungen im Bereich der Daseinsvorsorge und des Katastrophenschutzes befassen sich mit der Analyse wetterbedingter Extremereignisse wie lang anhaltende Trockenheit und Hochwässer. Um dazu belastbare Aussagen zum Klimawandel und dessen Folgen zu treffen, ist es erforderlich die Unsicherheiten der Simulationen zu quantifizieren und Defizite der Klimamodelle zu erkennen.

Beim Verwenden von simulierten Niederschlagsdaten in der Hydrologie bestehen verschiedenartige Probleme (z.B. Modellbias, Skalentransfer). Die Repräsentativität der lokalen Niederschlagsstatistik kann in den Klimakontrollläufen im Vergleich zu den Beobachtungen (Messungen) stark abweichen – vor allem in statistischen Kenngrößen wie in den Extremwerten oder in der Anzahl an Trockentagen. Für die hoch aufgelösten Niederschlagsimulationen aus den regionalen Klimamodellen liefert das antreibende globale Klimamodell kontinuierlich die atmosphärischen Randbedingungen. Sollten stärkere Abweichungen niederschlagsrelevanter Wetterlagen bereits in den globalen Klimasimulationen auftreten, so ist zu untersuchen, inwieweit diese Fehler sich auf die Niederschlagsstatistik in regionalen Klimamodellen auswirken können.

Mithilfe der objektiven Wetterlagenklassifikation des Deutschen Wetterdienstes wurden zahlreiche globale Simulationen mit verschiedenen Reanalysen verglichen. Anschließend wurden für den Kontrollzeitraum von 1961 bis 2000 die simulierten Niederschlagsfelder mit dem im KLIWAS Projekt erarbeiteten, hoch aufgelösten DWD/BfG-HYRAS-Datensatz verglichen, so dass die Auswirkung einer fehlerhaft simulierten Wetterlagenhäufigkeit auf die Niederschläge quantifiziert werden kann. Durch die Anwendung des Multi-Model-Ansatzes ließen sich die Modelldefizite der regionalen und globalen Simulationen gut differenzieren. Für die hydrologischen Impact- und Folgemodelle stellen diese Auswertungen eine weitere Möglichkeit dar, mit evaluierten Klimamodellläufen zu arbeiten und Chancen und Grenzen der aufgestellten Klima- und Abflussprojektionen zu erkennen.

### \*Korrespondenz an:

Ulf Riediger, Deutscher Wetterdienst, Klima und Umwelt, Hydrometeorologie, Frankfurter Str. 135,  
D-63067 Offenbach am Main, E-Mail: [Ulf.Riediger@dwd.de](mailto:Ulf.Riediger@dwd.de)

## **Einfluss schwindenden arktischen Meereises auf das Klima der nördlichen mittleren Breiten**

Tido Semmler\*, Thomas Jung

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven, Deutschland

In den letzten Jahren sind wiederholt extrem niedrige Meereisausdehnungen in der Arktis beobachtet worden. Daher ist es wichtig, mögliche Einflüsse stark reduzierter arktischer Meereisausdehnungen auf das globale Zirkulationssystem zu studieren. Im Mittelpunkt dieser Studie steht der Einfluss auf das Klima der nördlichen mittleren Breiten. Dazu sind hoch aufgelöste, idealisierte Simulationen mit der atmosphärischen Komponente des globalen Klimamodells EC-Earth mit reduzierter und entfernter arktischer Meereisbedeckung sowie erhöhter Oberflächentemperatur durchgeführt worden. Diese sind mit voll gekoppelten Atmosphäre-Ozean-Meereis-Simulationen für 1850-2100 mit ansteigenden Treibhausgas- und veränderlichen Aerosolkonzentrationen verglichen worden, um Einflussfaktoren der Arktis von komplizierten Rückkopplungsmechanismen des globalen Klimasystems zu separieren. Die gekoppelten Simulationen sind für das CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project 5) durchgeführt worden.

In den idealisierten Experimenten wird eine deutliche Erwärmung der arktischen Meereis-/Meeresoberfläche im Winter, Frühling und Herbst um bis zu 21 °C im Winter im Experiment mit entfernter Meereisbedeckung vorgeschrieben, während die Meeresoberflächentemperatur in den anderen Regionen unverändert bleibt. In den gekoppelten Experimenten wird für die Arktis eine deutliche Erwärmung der Arktis simuliert, die insbesondere in der Barents-See ebenfalls bis zu 21 °C im Winter im extremen RCP 8.5 Szenario erreicht. Da sich die Erwärmung in den gekoppelten Experimenten nicht auf die Arktis beschränkt, obwohl sie durch den Eis-Albedo-Rückkopplungsmechanismus in der Arktis stärker als in anderen Gebieten ist, wird der meridionale Temperaturgradient zwischen der Arktis und den mittleren Breiten nur ein wenig abgeschwächt, während dies in den idealisierten Experimenten sehr deutlich der Fall ist.

Gemeinsam zwischen den idealisierten und gekoppelten Experimenten sind stärker aufwärts gerichtete turbulente Wärmeflüsse, mehr Niederschlag, geringerer Bodenluftdruck und höheres 500 hPa-Geopotential in der zentralen Arktis. Unterschiedlich ist die Bewölkung über der Arktis, die in den idealisierten Experimenten im allgemeinen abnimmt, während sie in den gekoppelten Experimenten zunimmt.

Außerdem unterscheiden sich die idealisierten und gekoppelten Experimente in den nördlichen mittleren Breiten. In den idealisierten Experimenten nimmt der Niederschlag im Winter in den nördlichen mittleren Breiten ab, während er in den gekoppelten Experimenten mit Ausnahme von kleinräumigen Gebieten um Grönland und Island zunimmt. Ferner schwächt sich der mittlere westliche Wind in den idealisierten Experimenten über Nordwest- und Mitteleuropa im Winter deutlich ab, was in den gekoppelten Experimenten nicht der Fall ist. Wegen der deutlichen Erwärmung in der oberen Troposphäre in den Tropen und des somit stärkeren meridionalen Temperaturgradienten nimmt der Strahlstrom in den gekoppelten Experimenten zu, während er in den idealisierten Experimenten wegen des schwächeren meridionalen Temperaturgradienten abnimmt.

Die große Unsicherheit in der zukünftigen Entwicklung arktischer Bewölkung bewirkt eine große Unsicherheit im Energiehaushalt der Arktis und somit in der Geschwindigkeit der zukünftigen Abnahme der arktischen Meereisausdehnung, was auch Konsequenzen für das Klima der mittleren Breiten haben kann.

### **\*Korrespondenz an:**

Dr. Tido Semmler, Sektion Klimadynamik, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Am Handelshafen 12, D-27570 Bremerhaven, E-Mail: tido.semmler@awi.de



## **CORDEX Klimasimulationen für Afrika mit COSMO-CLM (CCLM)**

H.-J. Panitz<sup>\*1)</sup>, M. Schubert-Frisius<sup>2)</sup>, K. Meier-Fleischer<sup>2)</sup>, P. Lenzen<sup>2)</sup>, S. Legutke<sup>2)</sup>,  
K. Keuler<sup>3)</sup>, D. Lüthi<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Deutschland

<sup>2)</sup> Deutsches Klimarechenzentrum (DKRZ), Hamburg, Deutschland

<sup>3)</sup> Brandenburgische Technische Universität (BTU), Cottbus, Deutschland

<sup>4)</sup> Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ), Schweiz

CORDEX (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment) ist ein internationales Programm, um regionale Klimaprojektionen für unterschiedliche Regionen der Erde zu berechnen. Dazu werden globale Klimasimulationen regionalisiert, die im Rahmen von CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Phase 5) durchgeführt wurden. Die Daten und Ergebnisse der regionalen Rechnungen fließen auch in den 5. Sachstandsbericht des IPPC (Intergovernmental Panel on Climate Change) ein. Eine Schlüsselregion innerhalb von CORDEX ist Afrika. Die CLM-Community ([www.clm-community.eu](http://www.clm-community.eu)) beteiligt sich an den CORDEX-Afrika Aktivitäten mit dem regionalen Klimamodell COSMO-CLM (CCLM), der Klimaversion des Wettervorhersagemodells COSMO des Deutschen Wetterdienstes. Regionalisiert wird ein Ensemble von Simulationen von vier globalen Klimamodellen, MPI-ESM-LR (ECHAM6), HadGEM2-ES, CNRM-CM5 und EC-EARTH. Als historischer Referenzzeitraum wird die Periode 1950 bis 2005 betrachtet. Die Klimaprojektionen werden für den Zeitraum 2006 bis 2100 unter Verwendung der Repräsentativen Konzentrationspfade RCP4.5 und RCP8.5 durchgeführt.

Im Beitrag werden die Ergebnisse der CCLM Ensemblesimulationen für Afrika vorgestellt. Bisherige Analysen zeigen, dass die Verwendung von Antriebsdaten unterschiedlicher globaler Modelle zu deutlich unterschiedlichen Aussagen für die Klimaänderungssignale führen kann. So erhöht sich zum Beispiel im Vergleich zu einem 30-jährigen Kontrollzeitraum (1971-2000) bei Verwendung des RCP8.5 Szenarios und des MPI-ESM-LR Antriebs die bodennahe Lufttemperatur in der näheren Zukunft (2031-2060) im Jahresmittel über ganz Afrika um etwa 2.2 Grad. Mit geänderten Randbedingungen (HadGEM2-ES) fällt die Erwärmung mit 2.7 Grad höher aus. Diese Unterschiede können regional noch größer sein. Insbesondere beim Niederschlag können aus der Regionalisierung verschiedener globaler Modelle Aussagen über die Klimaänderung resultieren, die sich sogar widersprechen. Daher werden die Auswertungen der Projektionen und der Klimaänderungssignale im Sinne einer Ensemblesimulation durchgeführt.

### **\*Korrespondenz an:**

Dr. Hans-Jürgen Panitz, Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Karlsruher Institut für Technologie,  
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, D-76344 Eggenstein-Leopoldshafen,  
E-Mail: [hans-juergen.panitz@kit.edu](mailto:hans-juergen.panitz@kit.edu)

## Die Strahlungsbilanz in regionalen Klimasimulationen für Afrika

Steffen Kothe\*<sup>1)</sup>, Hans-Jürgen Panitz<sup>2)</sup>, Bodo Ahrens<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Goethe-Universität Frankfurt, Institut für Atmosphäre und Umwelt

<sup>2)</sup> Karlsruhe Institut für Technologie; Institut für Meteorologie und Klimaforschung

Diese Studie analysiert zwei ERA-Interim angetriebene regionale Klimasimulationen für Afrika in Bezug auf die Strahlungsbudgets und den Einfluss einer höheren räumlichen Auflösung. Die Simulationen wurden mit dem COSMO-CLM im Rahmen des CORDEX- Projektes erstellt. Die simulierten Budgets wurden mit dem satellitengestützten Global Energy and Water Cycle-Experiment Surface Radiation Budget und ERA-Interim Datensätzen verglichen. Das COSMO-CLM tendierte dazu die kurzwellige Nettostrahlung und die ausgehende langwellige Strahlung zu unterschätzen, und zeigte regional unterschiedliche Über- oder Unterschätzung in allen Budget-Komponenten. Unsicherheiten in der Wolkenbedeckung, der Bodenalbedo, Oberflächentemperatur und Aerosolen werden als wichtige Fehlerquellen für die simulierten Strahlungsflüsse angesehen. Besonders in Wüstenregionen sind die Bodenalbedo und Aerosole wichtige Faktoren, während die Wolkenbedeckung über dem Ozean am wichtigsten ist. Die Studie wird auch untersuchen, welchen Mehrwert der Erhöhung der horizontalen Auflösung von  $0,44^\circ$  auf  $0,22^\circ$  ergibt.

**\*Korrespondenz an:**

Dr. Steffen Kothe, Goethe-Universität Frankfurt, Institut für Atmosphäre und Umwelt, Altenhöferallee 1, D-60438 Frankfurt, E-Mail: kothe@iau.uni-frankfurt.de

## Untersuchung von Trocken- und Feuchtperioden in Europa mit einem regionalen Klimamodell

Hendrik Feldmann\*, Arnulf Sehlinger, Hans-Jürgen Panitz, Gerd Schädler

Karlsruhe Institut für Technologie (KIT), Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-TRO),  
Karlsruhe, Deutschland

Lang anhaltende Dürre- oder Feuchtperioden, mit einer Dauer von Monaten bis zu Jahren, gehören zu den meteorologischen Phänomenen, die die höchsten Kosten für die Landwirtschaft und die Ökonomie verursachen. Daher ist es von Interesse abschätzen zu können, wie sich in Zukunft die Häufigkeit und Intensität solcher extremer Phasen ändern wird. Neben der gesellschaftlichen Relevanz dieses Themas bietet es auch interessante Forschungsfragen. Gravierende Anomalien der Niederschläge und der Verdunstung beeinflussen auch den Feuchtegehalt des Bodens und damit den gesamten atmosphärischen Wasserkreislauf. Da das Speicherverhalten ein längeres Gedächtnis des Bodens im Vergleich zur Atmosphäre bewirkt, kommt es auch zu Auswirkungen auf den Wasserkreislauf, die über Monate bis hin zu einigen Jahren anhalten können.

Beobachtungsdaten der Bodenfeuchte und weiterer Komponenten des Wasserkreislaufs liegen gerade auf klimarelevanten Zeitskalen nur ungenügend vor. Daher bietet es sich an, regionale Klimamodelle (RCMs) zur Untersuchung langfristiger Anomalien zu verwenden. In dieser Studie wurden dazu Simulationen mit dem RCM COSMO-CLM (CCLM) für Europa durchgeführt. Bei den Untersuchungen ging es zuerst darum zu analysieren, inwieweit das Modell in der Lage ist, solche Episoden realistisch wiederzugeben. Mit Hilfe geeigneter Trockenheits-Indizes wurden die mit Re-Analysen getriebenen CCLM-Simulationen mit Beobachtungen in verschiedenen Regionen Europas verglichen. Darüber hinaus wurden, anhand von Sensitivitätsstudien, das Gedächtnis des Bodens und seine Reaktion auf Störungen des Bodenwassergehalts unter verschiedenen Bedingungen untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass sich verschiedene Regionen dabei deutlich unterschiedlich verhalten. Die regionalen Unterschiede hängen von verschiedenen Charakteristika, wie etwa der Klimazone oder der Beschaffenheit des Bodens und der Oberfläche ab.

Um die zukünftigen Veränderungen der Häufigkeit und der Intensität extremer Perioden durch den Klimawandel in den kommenden Jahrzehnten abschätzen zu können, wurde ein Ensemble von regionalen Klimaprojektionen für den Zeitraum bis 2050 verwendet. Es zeigt sich, dass in Zukunft mit einer erhöhten interannuellen Variabilität in Europa zu rechnen ist, die auch eine Auswirkung auf lang anhaltende Extrema hat.

### \*Korrespondenz an:

Hendrik Feldmann, Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-TRO), Karlsruher Institut für Technologie, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, D-76344 Eggenstein-Leopoldshafen,  
E-Mail: hendrik.feldmann@kit.edu



**Vorträge**  
**zum Themenschwerpunkt**  
**„Klimamodellierung**  
**(globaler, regionaler und lokaler Maßstab)“**  
**Sitzung 3**

## **Der Einfluss der Aerosole auf die Hitzewelle von 2003: Eine Studie mit dem regionalen Modellsystem COSMO-ART**

A. Ferrone\*, H. Vogel, C. Kottmeier, B. Vogel

Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Karlsruher Institut für Technologie, Deutschland

Änderungen der Lufttemperatur, der Luftfeuchte, der Strahlung, des Windes, der Bewölkung und des Niederschlages beeinflussen in direkter Weise die räumlichen und zeitlichen Verteilungen der Konzentration von gas- und partikelförmigen Luftbeimengungen. Gleichzeitig stellen sich Rückkopplungsprozesse dadurch ein, dass die sich ändernde Aerosolbelastung sich auf den Strahlungshauhalt, die Wolkenbildung und die Niederschlagsverteilung auswirkt.

Ziel dieser Studie ist es das regionale Modellsystem COSMO-ART erstmals über einen Zeitraum von zwei Monaten über Europa anzuwenden. Im Gegensatz zu anderen regionalen Modellen gestattet COSMO-ART die gesamte Prozesskette beginnend mit den gasförmigen Emissionen bis hin zur Änderung des Atmosphärenzustandes durch Aerosolpartikel auf der regionalen Skala zu beschreiben. Somit ist es möglich erstmals die Bedeutung von Rückkopplungsmechanismen auf die Luftqualität und den Zustand der Atmosphäre für das betrachtete Gebiet zu quantifizieren.

Es wurden Simulationen für den Sommer 2003 durchgeführt. Das Jahr 2003 wurde gewählt, weil sich der Sommer durch eine extreme Hitzewelle ausgezeichnet hat. Die extreme Wetterlage stellt eine besondere Herausforderung für die Modellierung der Luftqualität dar. Die starke photochemische Aktivität und die Stagnation der Luftmassen führte zu einer ungewöhnlich hohen Aerosolkonzentration im betroffenen Gebiet. Zudem wird in Folge des anthropogenen Klimawandel die Zahl der Hitzewellen wahrscheinlich zunehmen und er Sommer 2003 gibt somit Hinweise auf mögliche wärmere Sommer vom Ende dieses Jahrhunderts.

In dieser Studie wird das Modellsystem für eine durchgängige Simulation von 2 Monaten vom 15. Juni bis zum 20. August über ganz Europa angewandt. Die Auflösung liegt bei ungefähr 14 km, in der Vertikalen werden 40 Modellschichten verwendet und an den Rändern wird das Modell mit dem ERA-Interim Datensatz angetrieben. In einer Simulation ersten wird keine Wechselwirkung zwischen den Aerosolen und dem Zustand der Atmosphäre berücksichtigt, während in der zweiten die Aerosole diesen Zustand über die Streuung und Absorption der lang- und kurzwelligigen Strahlung, als Funktion ihrer Zusammensetzung, beeinflussen können. Die direkte Wechselwirkung der Aerosole auf die Wollen wird in dieser Studie nicht berücksichtigt.

Als Beispiel einer solchen Wechselwirkung, kann der Einfluss der prognostischen Berücksichtigung der Aerosole auf die Temperatur in 2m Höhe analysiert werden. In unsere Studie konnten wir zeigen dass diese rund um den Mittelmeerraum um bis zu 1 K, im Mittel über die dargestellte Periode, erniedrigt wird. Dies ist auf die hohe Aerosolbelastung, insbesondere durch Seesalz und Mineralstaub aus der Sahara in dieser Region zurückzuführen.

Zudem konnten wir zeigen, dass die, im Vergleich zum klimatischen Mittel sehr hohen Temperaturen in der ersten Hälfte des August 2003, im Modell durch die Aerosole um fast 1 K im Mittel über West- und Zentraleuropa erhöht werden. Dieser Effekt könnte auf eine Erhöhung der Stabilität der Atmosphäre und dadurch bedingte stärkere Stagnation der Luftmassen zurückzuführen sein.

Diese Studie zeigt dass kontinuierliche Simulationen mit dem Modellsystem COSMO-ART über längere Zeiträume machbar sind und somit in Zukunft die Wechselwirkungen zwischen Luftqualität und Klimaszenarien quantifiziert werden können.

### **\*Korrespondenz an:**

Dr. Andrew Ferrone, Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Karlsruher Institut für Technologie, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, E-Mail: [andrew.ferrone@kit.edu](mailto:andrew.ferrone@kit.edu)

## **Simulationen der Klimaentwicklung in Nord- und Ostsee bis Ende des 21. Jahrhunderts mit gekoppelten Ozean-Atmosphäre Modellen**

Birgit Klein\*, Katharina Bülow, Sabine Hüttl-Kabus, Uwe Mikolajewicz, Nikesh Narayan,  
Thomas Pohlmann, Dmitry Sein, Hartmut Heinrich

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg, Deutschland

Innerhalb des Forschungsprojekts KLIWAS sind mit drei verschiedenen regional gekoppelten Modellsystemen Simulationen von Zukunftsszenarien (A1B Szenario) geplant: MPIOM-REMO (MPI-M Hamburg), HAMSOM-REMO (IfM Hamburg), NEMO-RCA (SMHI Norrköping, Schweden). Mittels der unterschiedlichen Modellkonfigurationen (Globalmodell vs. Regionalmodelle) sollen Modellunsicherheiten untersucht werden und Aussagen zur Belastbarkeit der Szenarien abgeleitet werden. Die Validierung der Hindcast Läufe mit NCEP/NCAR (MPIOM/REMO und HAMSOM-REMO) bzw. ERA40 (NEMO-RCA) Antrieb in der Atmosphäre wurde durchgeführt und die Modellergebnisse gegen umfangreiche Beobachtungsdatensätze getestet.

Anhand der ersten schon vorliegenden Simulationen für das 21. Jahrhundert wurden die Veränderungen in den Temperatur und Salzgehaltsverteilungen in Nord- und Ostsee sowie der Anstieg des Meeresspiegels untersucht. Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts erwärmt sich die Nordsee in den Simulationen um ca. 2 °C, die Erwärmung in der Ostsee fällt mit 3.5 °C deutlich höher aus. Für die Nordsee zeigen sich in den Simulationen mit dem Globalmodell in den horizontalen Verteilungen deutliche Auswirkungen des Austausches mit dem Nordatlantik. In den Einstrombereichen an der Schelfkante im Norden und im Bereich des englischen Kanals treten niedrigere Erwärmungsraten auf als in der zentralen Nordsee.

Deutliche Unterschiede in den Auswirkungen der Klimaentwicklung zeigen sich auch in den Salzgehalten. Aufgrund der vermehrten Niederschläge und des erhöhten kontinentalen Abflusses kommt es zu einer Erniedrigung der Salzgehalte in Nord- und Ostsee. Die Salzgehaltsänderungen in der Nordsee sind weitgehend moderat und liegen bei einer Abnahme von 0,2 psu. Im Gegensatz dazu werden für die Ostsee sehr große Salzgehaltsänderungen prognostiziert, die mit Abnahmen in der Größenordnung von 2 psu und mehr. Diese deutliche Salzabnahme in der Ostsee ist oberflächennah in der Ausbreitung des Baltischen Ausstroms dann auch in der Nordsee zu sehen und führt zu den Salzabnahmen im Bereich der Belte und der norwegischen Küste.

Der sterische Anstieg des Meeresspiegels liegt über 100 Jahre bei ca. 25-30 cm für die Nordsee und bei 30-35 cm in der Ostsee. Die räumlichen Muster des Meeresspiegels in den beiden Meeresgebieten bleiben in dem Zeitraum weitgehend unverändert und Zirkulationsänderungen sind daher eher klein.

### **\*Korrespondenz an:**

Dr. Birgit Klein, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Bernhard-Nocht-Str. 78, D-20359 Hamburg, E-Mail: birgit.klein@bsh.de

## Wind auf der Nordsee - Ergebnisse regionaler Klimamodelle

Anette Ganske\*<sup>1)</sup>, Hartmut Heinrich<sup>1)</sup>, Gudrun Rosenhagen<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, <sup>2)</sup> Deutscher Wetterdienst

Windfelder auf der Nordsee werden im BMVBS-Forschungsprogramm KLIWAS (Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt - Entwicklung von Anpassungsoptionen) untersucht. Ein Ziel von KLIWAS ist die Analyse von möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf den Schiffsverkehr und die Küsten. Dabei wird die Sicherheit sowohl des Schiffsverkehrs als auch der Küsten maßgeblich durch Stürme beeinträchtigt. Deshalb ist eine mögliche zukünftige Änderung der Windgeschwindigkeiten auf der Nordsee von großer Bedeutung.

Zur Untersuchung der bodennahen Windfelder auf der Nordsee wurden Ergebnisse sowohl eines globalen als auch mehrerer regionaler Klimamodelle aus dem ENSEMBLES Projekt für den Zeitraum 1950 - 2100 analysiert. Um regionale Unterschiede darzustellen, erfolgte eine Aufteilung der Nordsee in 14 Gebiete.

Zuerst wurden für den Zeitraum 1970 - 2000 die Ergebnisse für den Wind in 10 Metern Höhe aus den Validationsläufen von regionalen Klimamodellen mit Daten der ERA-40 Reanalyse verglichen. Es zeigte sich, dass über der Nordsee die Mittelwerte des 10 m-Windes der meisten Regionalmodelle gut mit denen von ERA-40 übereinstimmen. Weiter wurden kumulierte Häufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeiten in den einzelnen Gebieten berechnet. Dabei stimmen die Mediane, die aus den Ergebnissen der Regionalmodelle berechnet wurden, in der Regel gut mit den ERA-40 Daten überein. Größere Abweichungen zwischen den Werten aus den ERA-40 Windfeldern und denen der Regionalmodelle gibt es jedoch bei höheren Perzentilen, wie z. B. dem 99. Perzentil.

Die Untersuchung der zeitlichen Änderungen der Windfelder in den einzelnen Gebieten erfolgte aus jahresweise kumulierten Häufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeitsdaten von verschiedenen regionalen und globalen Klimamodellläufen. Die jährlichen Verteilungen zeigen sämtlich eine hohe Variabilität von Jahr zu Jahr. Ein Vergleich der Perzentilen der Jahreswerte der Windgeschwindigkeit der verschiedenen Modelle weist für die linearen Trends der Zeitreihen kein einheitliches Vorzeichen auf. In Abhängigkeit von der Windrichtung wurden Robustheit und Signifikanz der Trends für die einzelnen Gebiete dargestellt.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Anette Ganske, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Bernhard-Nocht Str. 78, D-20359 Hamburg, E-Mail: anette.ganske@bsh.de



## Verifikation der Bodenfeuchte einer regionalen Klimasimulation am Beispiel von Bodenfeuchtemessnetzen in Südfrankreich und Südwestdeutschland

Kirsten Warrach-Sagi\*<sup>1)</sup>, Peter Greve<sup>2)</sup>, Volker Wulfmeyer<sup>1)</sup>, Christian Hauck<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Institut für Physik und Meteorologie, Universität Hohenheim, Deutschland

<sup>2)</sup> ETH Zürich, Schweiz

<sup>3)</sup> Institut für Geowissenschaften, Universität Fribourg, Schweiz

Im Rahmen des Coordinated Regional Downscaling Experiments (CORDEX) des Weltklimafor- schungsprogramms (WCRP) werden derzeit für alle Kontinente Simulationen mit regionalen Klimamodellen durchgeführt. Zum besseren Verständnis der Modelle und ihrer Ergebnisse wur- den bzw. werden mit allen teilnehmenden Modellen der Zeitraum von 1989 bis 2008 angetrie- ben mit den Reanalysendaten „ERA-Interim“ des ECMWF durchgeführt und evaluiert.

In dieser Studie werden die Ergebnisse einer im Europa-CORDEX Gebiet durchgeführten Simu- lation mit dem Modellsystem WRF-NOAH 1989-2008 mit einer Auflösung von 0.11 Grad bezüg- lich der Bodenfeuchte evaluiert. Diese Variable ist ein Bindeglied des Energie- und Wasser- kreislaufs zwischen dem Boden, der Vegetation und der Atmosphäre. Treten z.B. Fehler in der Simulation von Niederschlägen auf, integrieren sich diese im Bodenfeuchtegehalt. Ferner füh- ren inkorrekte Darstellungen der Energiepartitionierung an der Landoberfläche zu Abweichun- gen im SWC. Damit weisen systematische Fehler im SWC auf wichtige Defizite in der Simulati- on von Austauschprozessen hin, die durch bessere Prozessdarstellungen verringert werden sollen. Zur Verifikation standen Daten aus dem südfranzösischen SMOSMANIA- und dem süd- westdeutschen COPS-Bodenfeuchtemessnetz für die Jahre 2007 und 2008 zur Verfügung so- wie die ERA-interim-Reanalysen und die Reanalysen des Climate Prediction Center (CPC).

Es zeigt sich, dass der Niederschlag einen großen Teil der Bodenfeuchtefelder und Differenzen zwischen ERA-interim und WRF-NOAH Bodenfeuchten erklärt. Im Bodenfeuchtegehalt domi- niert vor allem die jährliche Variabilität, die gilt insbesondere für die oberen 10 cm des Bodens. Bodenart und unterschiedliche Parametrisierungen in den Landoberflächenmodellen werden als Ursache für die Diskrepanzen im Bodenfeuchtegehalt identifiziert. Die Verifikation zeigt, dass WRF-NOAH wesentlich besser in der Lage ist, die räumlich-zeitliche Variabilität der Boden- feuchte wiederzugeben als ERA-interim. Es bilden sich regionale Unterschiede heraus, die das Resultat der Variabilität der Bodenart, der Vegetation und der Orographie sind.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Kirsten Warrach-Sagi, Institut für Physik und Meteorologie, Universität Hohenheim, Garbenstraße 30, D-70599 Stuttgart, E-Mail: [kirsten.warrach-sagi@uni-hohenheim.de](mailto:kirsten.warrach-sagi@uni-hohenheim.de)

## **Einfluss des Klimawandels auf die hydro-klimatischen Bedingungen im Einzugsgebiet des Westlichen Bug**

Dirk Pavlik\*, Dennis Söhl, Thomas Pluntke, Stefanie Fischer, Christian Bernhofer

Institut für Hydrologie und Meteorologie, Technische Universität Dresden, Deutschland

Die Frage nach der zukünftigen Verfügbarkeit der Ressource Wasser ist eines der Hauptthemen heutiger Gesellschaften. Übernutzung, Verunreinigungen und Eingriffe in Gewässerökosysteme sind nur einige der vielfältigen Belastungen von Wasserressourcen. Klimawandel, Landnutzungswandel und Bevölkerungswachstum werden die heutigen Probleme in Zukunft noch verstärken. Aus diesem Grund werden nachhaltige Konzepte zum Management von Wasserressourcen benötigt. Im Rahmen des Projektes IWAS (Internationale Wasserallianz Sachsen) werden für das Einzugsgebiet des Westlichen Bug, in der Grenzregion der Länder Polen, Ukraine und Weißrussland, nachhaltige und integrierte Konzepte zum Umgang mit der Ressource Wasser entwickelt. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist die Projektion des zukünftigen Klimas auf regionalem Maßstab, um im Rahmen der erforderlichen Systemanalyse den Einfluss des Klimas auf die Verfügbarkeit des Wassers und die möglichen zukünftigen Änderungen beschreiben zu können.

Für das Einzugsgebiet des Westlichen Bugs wurden, basierend auf den IPCC SRES- Emissionsszenarien A2 und B1, regionale Klimaprojektionen durchgeführt. Dafür wurden Rechenläufe des Globalen Zirkulationsmodells (GCM) ECHAM 5 als Antrieb für das regionale Klimamodell CCLM verwendet und mittels dynamischem Downscaling auf das Einzugsgebiet projiziert. Dabei wurde ein Doppelnesting-Ansatz verfolgt, wobei das erste Nesting eine horizontale Gitterweite von ca. 50 km und das zweite Nesting von ca. 7 km aufweist. Der modellierte Zeitraum umfasst 90 Jahre von 2011 bis 2100. Die Modellergebnisse wurden jeweils in zwei 30 Jahres-Zeitscheiben (2021-2050, 2071-2100) aufgeteilt und mit Ergebnissen der Referenzperiode von 1961-1990 verglichen.

Die Modellergebnisse zeigen einen signifikanten Anstieg der Jahresmitteltemperaturen für beide Szenarien, wobei in der zweiten Periode (2071-2100) die Änderungen im Vergleich zur Referenzperiode wesentlich höher ausfallen als in der ersten Periode (2021-2050). Positive Temperaturänderungen wurden in allen Monaten des Jahres ermittelt mit den stärksten Anstiegen in den Wintermonaten. Die mittleren jährlichen Niederschlagssummen zeigen keine signifikanten Veränderungen im Vergleich zur Referenzperiode. Bei beiden Szenarien sind in der ersten Periode keine deutlichen Änderungen der monatlichen Niederschlagssummen erkennbar. In der zweiten Periode wird jedoch eine Verschiebung der monatlichen Niederschlagsmuster innerhalb des Jahres deutlich. Die Modellergebnisse zeigen höhere Niederschlagssummen in den Herbst- und Wintermonaten und eine signifikante Abnahme der Niederschläge in den Sommermonaten.

Die Auswirkung der projizierten klimatischen Änderungen auf die potenzielle Verfügbarkeit von Wasser im Einzugsgebiet des Westlichen Bugs kann durch die Betrachtung der klimatischen Wasserbilanz (Differenz zwischen Niederschlag und potenzieller Verdunstung) abgeschätzt werden. Die Verschiebung der innerjährlichen Verteilung der Niederschläge und die projizierten höheren Temperaturen führen zu nachhaltigen Änderungen der klimatischen Wasserbilanz und somit der Verfügbarkeit von Wasser besonders in der zweiten Periode. Im Vergleich zur Referenzperiode deuten die Modellergebnisse auf eine deutlich reduzierte Verfügbarkeit von Wasser zum Ende des Jahrhunderts besonders in den Sommermonaten hin. Der Zugewinn im Winter und Frühjahr scheint nicht auszureichen, um die Defizite des Sommers innerhalb eines Jahres auszugleichen. Dies wird entscheidende Auswirkungen auf den Wasserhaushalt des Einzugsgebietes haben und unterstreicht die Notwendigkeit integrierter Managementkonzepte zur Sicherung der Ressource Wasser in der Untersuchungsregion.

### **\*Korrespondenz an:**

Dr. Dirk Pavlik, Institut für Hydrologie und Meteorologie, Professur für Meteorologie, Technische Universität Dresden, D-01062 Dresden, E-Mail: dirk.pavlik@tu-dresden.de

## Urbane Parametrisierung in COSMO-CLM

Kristina Trusilova\*, Barbara Früh, Susanne Brienens, Andreas Walter

Deutscher Wetterdienst, Offenbach, Deutschland

Mit Hilfe des nicht-hydrostatischen regionalen Klimamodells COSMO-CLM sollen zukünftig Untersuchungen zur Auswirkung von Städten auf die Lebensqualität in ihrer Umgebung ermöglicht werden. Zur Simulation der Wechselwirkungen zwischen Städten und der Atmosphäre ist eine Erweiterung der Landoberflächen-Parametrisierung in COSMO-CLM dahingehend erforderlich, dass die urbane Grenzschicht explizit simuliert wird.

Dies haben wir durch die Kopplung der „Town Energy Budget“ (TEB) Parametrisierung (Masson 2000) an COSMO-CLM realisiert. TEB berechnet die Energiebilanz der urbanen Oberflächen und der Atmosphäre innerhalb der Straßenschluchten. Dabei werden sowohl die Form als auch die verwendeten Baumaterialien typischer Gebäude der Stadt berücksichtigt. TEB ist an das Landoberflächenmodell TERRA\_ML (Doms et al. 2011) von COSMO-CLM mit Hilfe des „tile approach“ für derzeit eine einzelne urbane Klasse angebunden (für die anderen Landnutzungs-klassen wird der „composite approach“ verwendet).

In dieser Präsentation beschreiben wir die technische Implementierung des erweiterten Landoberflächenmodells für urbane Landnutzungen in COSMO-CLM+TEB. Wir zeigen die Evaluierung einer 1-Jahres Simulation für Europa mit einer Gitterweite von  $0.11^\circ$  ( $\approx 12$  km). Zusätzlich diskutieren wir an Hand einer Episode mit einem genesteten Lauf für Deutschland (Gitterweite von  $0.025^\circ \approx 2.8$  km) die Effekte der städtischer Regionen detaillierter. Unser Schwerpunkt liegt sowohl auf der Analyse der Auswirkungen des Klimas auf die Stadt als auch umgekehrt.

### Literatur:

Doms, G., Förstner, J., Heise, E., Herzog, H.-J., Mironov, D., Raschendorfer, M., Reinhardt, T., Ritter, B., Schrodin, R., Schulz, J.-P., Vogel, G., 2011: A Description of the Nonhydrostatic Regional COSMO Model. Part II: Physical Parameterization. In: Deutsche Wetterdienst.

Masson, V. 2000: A physically-based scheme for the urban energy budget in atmospheric models. *Boundary-Layer Meteorology* 94, 357-397.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Kristina Trusilova, Deutscher Wetterdienst, Zentrales Klimabüro, Frankfurter Straße 135, D-63067 Offenbach, E-Mail: kristina.trusilova@dwd.de



**Vorträge**  
**zum Themenschwerpunkt**  
**„Klimaservices“**

## **Tambora.org als kollaboratives Werkzeug in der historischen Klima- und Umweltforschung**

Dirk Riemann<sup>\*1)</sup>, Steffen Vogt<sup>1)</sup>, Franck Borel<sup>2)</sup>, Martin Helfer<sup>2)</sup>, Sebastian Specht<sup>3)</sup>,  
Rüdiger Glaser<sup>1)</sup>, Ato Ruppert<sup>2)</sup>, Sebastian Lentz<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Institut für Physische Geographie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

<sup>2)</sup> Universitätsbibliothek, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

<sup>3)</sup> Institut für Länderkunde, Leipzig, Deutschland

Für die Einschätzung der heutigen Klimadiskussion ist es zentral, die historische Klimaentwicklung zu kennen. Sie bietet zum einen die notwendigen Vergleichsmöglichkeiten mit Zeiten natürlicher bzw. quasi-natürlicher Klimaschwankungen und -extreme. Zum anderen sind viele unserer Vorstellungen, Wahrnehmungen, aber auch Ängste, Irrungen und Mythen historisch verwurzelt. So ist die die Frage nach der "Vorhersagbarkeit" des Klimas ein Desiderat seit Menschengedenken, dem auch stets mit unterschiedlicher Qualität entsprochen wurde. Klima unterlag immer auch Deutungen und Diskursen zwischen einem "Gott gegeben" und dem heute stereotypen "Mensch -gemachten" Klima. Die Analyse des historischen Klimas schafft in vielerlei Hinsicht lebensnahe Vergleiche und erlaubt damit ein besseres Verständnis für historische Vorgänge aber auch für Beurteilungen und Bewertungen von Klima durch unsere moderne Gesellschaft. Eine rückschauende Bewertung des Klimas und des Klimawandels kann zunächst auf der Grundlage standardisierter, amtlicher Instrumentenzeitreihen erfolgen, welche jedoch meist nur bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts zurückreichen. Weiterführende Rückschreibungen basieren auf den frühen, nicht standardisierten Instrumentenaufzeichnungen, die vereinzelt und mit vielen Unterbrechungen bis ins 17. Jahrhundert zurück reichen. Weiter zurückgehende Informationen bieten schriftliche Quellen wie Stadtchroniken, Wassertagebücher, Annalen, Erntetagebücher und zahlreiche andere Formen schriftlicher Überlieferungen. Als eigenständiger Forschungsbereich hat sich die Historische Klimatologie seit den 1960er Jahren etabliert und in jahrelanger Archivarbeit ein detailliertes Bild der Klimageschichte aus Schriftstücken zu zeichnen begonnen.

Seit mehreren Jahrzehnten wird auf nationaler und internationaler Ebene intensiv über Klima- und Umwelthistorie geforscht. Im Laufe dieser langen Forschungstradition hat sich ein Netzwerk von Arbeitsgruppen gebildet, die mit wechselnder Beteiligung kooperieren. Dabei wurden umfangreiche, im Wesentlichen textbasierte, klimahistorische Datenbestände mit unterschiedlichen regionalen und thematischen Schwerpunkten akquiriert.

Mit tambora.org wurde eine virtuelle Forschungsumgebung (VFU) geschaffen, mit der solche Daten langfristig und nachhaltig gesichert und zugänglich gemacht werden. Gleichzeitig ist tambora.org auch eine Plattform, zur kollaborativen Analyse und Bewertung der Daten. Die VFU ist in den Regelbetrieb der Universitätsbibliothek Freiburg eingebunden und bildet die elementaren Teile der komplexen Wertschöpfungskette von den Rohdaten (in der Regel historische Schriftquellen oder Bildzeugnisse) bis zu fachwissenschaftlichen und planungsrelevanten Informationen (z.B. Hochwasserrisikokarten oder Temperaturrekonstruktionen) ab. Damit ermöglicht tambora.org die integrierte Auswertung und Synthese der Bestände und damit die Grundlage zur Ableitung neuer Erkenntnisse durch Wissenschaftler unterschiedlicher Fachdisziplinen (Klimatologen, Geographen, Historiker, Umweltforscher, Linguisten, etc.).

Um eine integrierende Analyse und Synopse der in tambora.org kodierten Daten zu ermöglichen, werden verschiedene Werkzeuge angeboten. Diese unterstützen verschieden Schritte im Arbeitsablauf, wie die quellenkritische Textanalyse, linguistische Analysen (semantische Profile) oder die statistische Auswertung der kodierten Informationen. Darüber hinaus werden verschieden Formen der Visualisierung (Zeitreihen, Karten) angeboten. Um die wissenschaftliche Leistung der Kontributoren zu würdigen, können in tambora.org abgelegte Datensammlungen publiziert und mit einer DOI (Digital Object Identifier) zitierfähig gemacht werden.

### **\*Korrespondenz an:**

Dr. Dirk Riemann, Institut für Physische Geographie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Werthmannstr. 4, D-79085 Freiburg, E-Mail: dirk.riemann@geographie.uni-freiburg.de

## **Klimaservice für Anpassungsprojekte**

Elke Keup-Thiel\*, Barbara Hennemuth\*, Steffen Bender, Markus Groth  
Climate Service Center, Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Hamburg, Deutschland

Das Climate Service Center (CSC) wurde im Jahr 2009 am Helmholtz-Zentrum Geesthacht gegründet und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert. Als nationale Klimaagentur vermittelt das CSC Wissen über Klima, Klimawandel und Klimafolgen. Im Dialog mit Entscheidungsträgern aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft werden jeweils spezifische Produkte entwickelt und vermittelt.

Zu den Aufgaben des CSC gehört die Begleitung der interdisziplinären KLIMZUG - Projekte (BMBF-gefördertes Projekt: Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten), die als Anpassungsprojekte ein breites Spektrum von Regionen, Sektoren und Ansprechpartnern umfassen. Der Service des CSC umfasst Beratung, Zusammenführen von Methoden, Moderation, Vernetzung von Communities (z. B. Wasserwirtschaft) und die Synthese von Wissen.

Präsentiert werden jeweils Beispiele: Interpretation von Klimamolldaten (Beratung), Sammlung und Veröffentlichung statistischer Verfahren (Zusammenführen von Methoden), Erarbeitung von Anpassungsmaßnahmen in der Siedlungswasserwirtschaft (Moderation), interdisziplinäre Vernetzung von Wissenschaftsbereichen und erste Ergebnisse einer Bestandsaufnahme zu ökonomischen Aspekten der Anpassung an den Klimawandel (Synthese von Wissen).

Die hier gewonnenen Erkenntnisse können auch auf zukünftige Anpassungsprojekte übertragen werden.

### **\*Korrespondenz an:**

Dr. Barbara Hennemuth, Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Climate Service Center, Fischertwiete 1, D-20095 Hamburg, E-Mail: [barbara.hennemuth@hzg.de](mailto:barbara.hennemuth@hzg.de)

Dr. Elke Keup-Thiel, Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Climate Service Center, Fischertwiete 1, D-20095 Hamburg, E-Mail: [elke.keup-thiel@hzg.de](mailto:elke.keup-thiel@hzg.de)

## **C3Grid als Infrastruktur für die wissenschaftliche Arbeit mit verteilten Daten**

Uwe Ulbrich<sup>\*1)</sup>, Wolfgang Hiller<sup>2)</sup> und C3-Team

<sup>1)</sup> Freie Universität Berlin, Institut für Meteorologie, Deutschland

<sup>2)</sup> Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Bremerhaven, Deutschland

Das Collaborative Climate Community Data and Processing Grid (C3Grid) bietet einen einheitlichen und transparenten Zugriff auf Klimadaten, die in verschiedenen Institutionen archiviert werden. Daneben ermöglicht es ein umfangreiches Datenprozessing mit einer Vielzahl an Routinen (Workflows), die die tägliche Arbeit des Wissenschaftlers erleichtern. Über das C3Grid-Portal und seine Benutzeroberfläche können verschiedene Workflows auf die Datensätze des C3Grid angewendet werden.

In der laufenden zweiten Projektphase "C3Grid - INAD: Towards an Infrastructure for General Access to Climate Data" wurde die C3Grid Infrastruktur erweitert mit dem Ziel, eine nachhaltige Grid-basierte Arbeitsumgebung für die Klima- und Erdsystemwissenschaftler zu schaffen.

Der Vortrag gibt einen Überblick über die Ergebnisse bei der Entwicklung der C3Grid Infrastruktur und der Entwicklung von Workflows. Darüber hinaus zeigt er den gegenwärtigen Stand und die Funktionalität des C3Grid, einschließlich der bestehenden Workflows. Damit können Größen wie Feuchteflüsse und Graslandreferenzverdunstung berechnet oder auch Zyklonenzugbahnen und „Stormtracks“ bestimmt werden. Weitere Workflows befinden sich in der Entwicklung, die sich mit der Auswertung von Multi Model Multi Ensemble Simulationen befassen, verschiedene Klimäläufe evaluieren bzw. die Initialisierungs- und Randdaten für regionale Klimamodelle bereitstellen sollen. An einem Zugriff vom C3Grid aus auf die IPCC-AR5 Daten als eine wesentliche Datenbasis wird zurzeit gearbeitet.

### **\*Korrespondenz an:**

Prof. Dr. Uwe Ulbrich, Freie Universität Berlin, Institut für Meteorologie, Carl-Heinrich-Becker-Weg 6-10, D-12165 Berlin, E-Mail: [ulbrich@met.fu-berlin.de](mailto:ulbrich@met.fu-berlin.de)



## Der Aufbau eines regionalen Helmholtz-Klimabüros

Hans Schipper

Süddeutsches Klimabüro, Karlsruher Institut für Meteorologie, Karlsruhe, Deutschland

Die Klimaänderung stellt für die Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und die gesamte Gesellschaft auf internationaler, nationaler und regionaler Ebene eine große Herausforderung dar. Insbesondere für den Süddeutschen Raum ist das Süddeutsche Klimabüro am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ein Ansprechpartner für die Strukturierung und Vermittlung von Informationen über Klima und Klimawandel. Es bietet verständlich aufbereitetes, solides und nutzerorientiertes Klimawissen.

Damit ist es eine kompetente Schnittstelle zwischen Forschung und Gesellschaft, um in verständlicher Form wissenschaftliche Informationen zu Klimafragen bereitzustellen. Grundlage ist einerseits die Expertise des KIT, an dem mehrere Institute grundlegende und angewandte Klimaforschung betreiben, andererseits die Expertise weiterer Einrichtungen. Der regionale Schwerpunkt liegt hierbei auf dem süddeutschen Raum. Thematische Schwerpunkte sind z.B. die regionale Klimamodellierung, Trends bei Extremwetterereignissen wie Starkregen und Hagelschlag sowie Fragestellungen zur Energieerzeugung und Wassermanagement. Das Süddeutsche Klimabüro ist dabei eines von vier regionalen Helmholtz-Klimabüros, die jeweils einen regionalen und thematischen Schwerpunkt haben.

Die Nutzer des Klimabüros lassen sich in drei Kategorien zusammenfassen. Zum einen gibt es die allgemeine Öffentlichkeit. Diese Kategorie besteht vor allem aus Nichtfachleuten. Besonderes Augenmerk liegt hier auf einer verständlichen Übersetzung der Klimainformationen. Dabei wird auf anwendungsbezogene Aspekte geachtet, weil jedes Individuum auf eine andere Art vom Klimawandel berührt ist. Typische Beispiele für diese Kategorie sind Schulklassen, Bürgervereinen und insbesondere die Medien. Die zweite Kategorie besteht aus Fachexperten. Im Gegensatz zur ersten Kategorie ist vor allem der Austausch von Ergebnissen und Daten von besonderem Interesse. Wichtig für das Klimabüro ist dabei die Unterstützung bei der Verwendung von klimatologischen Ergebnissen. Typische Vertreter dieser Kategorie sind Ministerien, Landesämter und aber auch die Wirtschaft. In der dritten und letzten Kategorie finden sich Wissenschaftler wieder. Neben den Klimatologen enthält diese Kategorie auch Vertreter aus Disziplinen, welche vom Klimawandel direkt oder indirekt beeinflusst werden. Darunter fallen z.B. Hydrologen (Abschätzung zukünftiger Hochwasserereignissen) und Bauingenieure (Wohnungsbau in einem veränderten Klima).

Für diese drei oben beschriebenen Kategorien gibt es unterschiedliche Herangehensweisen. Zum einen erreicht das Süddeutsche Klimabüro ein breites Publikum durch regelmäßige Auftritte in den Medien (Zeitungen, Radio und Fernsehen). Da allerdings bei solchen Auftritten der Informationsgehalt meistens stark reduziert werden muss, werden Fachexperten mittels Workshops und Konferenzen besser erreicht. Zum Beispiel hat das Klimabüro in den letzten Jahren einige Veranstaltungen zum Thema „Klimawandel und Bauwesen“ durchgeführt. Aus diesen Veranstaltungen entstanden mehrere Kooperationen, die zu Projektarbeiten zwischen unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen führten.

Die Erfahrung am Süddeutschen Klimabüro hat gezeigt, dass die Nachfrage nach Informationen über den Klimawandel sowie dessen Folgen sehr vielfältig ist. Ein Teil der Aktivitäten besteht deswegen darin, eine kategorisierte Betrachtung der Anfragen vorzunehmen, um so eine nutzerorientierte Beantwortung der Anfragen zu ermöglichen. Zudem übernimmt das Klimabüro eine aktive Rolle, indem es an einer allgemeinen Sichtbarkeit der klimatologischen Ergebnisse beiträgt (Workshops und Konferenzen).

### \*Korrespondenz an:

Dr. Hans Schipper, Süddeutsches Klimabüro, Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Karlsruher Institut für Technologie (Campus Süd), Kaiserstr. 12, D-76128 Karlsruhe, E-Mail: schipper@kit.edu

## **www.kwis-rlp.de - Klimawandelinformationssystem Rheinland-Pfalz**

Philipp Reiter\*, Maria Jäger, Tilmann Sauer

Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen, Trippstadt, Deutschland

Der Klimawandel ist auch in Rheinland-Pfalz nachweisbar, so ist die Durchschnittstemperatur seit Beginn des vorigen Jahrhunderts um 1,1 °C angestiegen. Je nach betrachteter Zukunftsprojektion stehen in Zukunft (weitere) deutliche Klimaänderungen bevor.

Die möglichen Auswirkungen des Klimawandels werden je nach Region unterschiedlich und spezifisch sein. Dabei wird es unvermeidbare Entwicklungen geben, die eine rechtzeitige und vorsorgende Anpassung erforderlich machen. Voraussetzung dafür sind zuverlässige, umfassende und öffentlich zugängliche Informationen.

Daher wurde für Rheinland-Pfalz ein transparentes, kundenfreundliches Klimawandelinformationssystem ([www.kwis-rlp.de](http://www.kwis-rlp.de)) entwickelt. Die regionalspezifischen Informationen zum Thema Klimawandel und -folgen aus Monitoring und Modellierung werden dem Nutzer in einem Webportal aufbereitet und zusammengeführt dargestellt.

Um die vielfältigen Informationen zum Thema Klimamonitoring und Klimawandel in Rheinland-Pfalz übersichtlich und strukturiert zu vermitteln, bietet das Webportal bevorzugt Karten- und weitere Grafikdarstellungen an. Die dargestellten Informationen können interaktiv an die jeweiligen Interessen und Fragestellungen des Nutzers, beispielsweise durch verschiedene zur Verfügung stehende Klimaparameter oder Betrachtungszeiträume, angepasst werden.

Das Klimawandelinformationssystem Rheinland-Pfalz bietet weiterhin ausführliche Informationen über mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf verschiedene Sektoren (Land- und Forstwirtschaft, Boden, ...) sowie eine Übersicht der Klimawandelforschung in Rheinland-Pfalz und allgemeine Hintergrundinformationen zum Klimawandel. Weiterhin beinhaltet sind ein ausführliches Glossar zu den Themenfeldern Klima und Klimawandel sowie ein F.A.Q.-Bereich.

Neben grundsätzlichen konzeptionellen Überlegungen zum Aufbau und zur Entwicklung des Systems werden im Vortrag wesentliche Inhalte und Besonderheiten des Service-Portals an ausgewählten Beispielen präsentiert, auch im Vergleich zu anderen Climate Service-Portalen wie z. B. dem Regionalen Klimaatlas. Eingegangen wird auch auf die bisherige Nutzung des Systems (Zugriffe, Nutzergruppen) und den Umgang mit Fragen, Reflexionen bzw. kritischen Anmerkungen.

### **\*Korrespondenz an:**

Philipp Reiter, Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen bei der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft, Hauptstraße 16, D-67705 Trippstadt, E-Mail: [philipp.reiter@wald-rlp.de](mailto:philipp.reiter@wald-rlp.de)

## Beitrag der ZAMG im Bereich der Windenergie - Rückblick und Ausblick

Hildegard Kaufmann\*, Viet Tran

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Österreich

Seit dem Beginn der Windenergie-Geschichte in Österreich ist die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) in die Entwicklung involviert: In Österreich wurde die erste Anlage im Jahr 1994 errichtet, das erste Gutachten der ZAMG stammt aus dem darauf folgenden Jahr 1995. Mittlerweile wurden an der ZAMG Windenergiegutachten für 890 Anlagen in Österreich mit einer installierten Leistung von 1535,8 MW erstellt. Aber auch international ist die ZAMG mit ihrer langjährigen Erfahrung ein gefragter Partner in Sachen Windenergie. Die Zahl der Anlagen außerhalb Österreichs, für die Ertragsgutachten erstellt wurden, liegt mittlerweile bei 485 mit einer installierten Leistung von 1012,3 MW.

Mit dem Inkrafttreten des neuen Ökostromgesetzes am 1. Juli 2012 erlebt die Windenergie in Österreich derzeit einen neuen Aufschwung. Auch durch den technologischen Fortschritt im Anlagenbau eröffnen sich neue Standortoptionen. So ist es mit höheren Anlagen (die derzeit typische Nabenhöhe für Neuerrichtungen beträgt 135 m) möglich, „windschwächere“ Regionen zu erschließen. Höhere Anlagen ermöglichen es, den Wind in höheren Schichten zu nutzen und besonders die dort geringere Turbulenz macht die Windenergieerzeugung rentabel. Dies zeigen auch die derzeitigen Aktivitäten der ZAMG im Waldviertel, einer Region im Norden Österreichs. Die größeren Nabenhöhen und die Forderung von Investoren nach Messungen in Nabenhöhe bewirken, dass zunehmend auch Messungen in diesen größeren Höhen notwendig sind. Da sich diese mit Windmessmasten teils nur schwer bzw. kostenintensiv und mit erheblichem logistischem Aufwand durchführen lassen, geht der Trend derzeit auch Richtung Fernerkundungsmethoden. Messungen mit LIDAR oder SODAR bieten zudem den Vorteil, Windprofile besser erfassen zu können.

Um die Energieausbeute in der Windenergieerzeugung zu erhöhen, findet derzeit vermehrt das sogenannte „repowering“ statt. Dabei werden nach heutigem Stand der Technik kleinere, leistungsschwächere Anlagen durch moderne ersetzt. Lag die Nabenhöhe der Windenergieanlagen Mitte der 90-er Jahre noch bei 50 m, liegt sie bei heutigen Anlagen bei 135 m Höhe. In Österreich findet dieser Prozess derzeit vor allem im Burgenland, wo sich eine der windreichsten Regionen Österreichs befindet, statt. Diese Entwicklung trägt zusätzlich zum Wachstum des Windenergiesektors bei.

### \*Korrespondenz an:

Mag. Hildegard Kaufmann, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Fachabteilung Klimatologie, Bereich Kundenservice,  
Hohe Warte 38, A-1190 Wien, Österreich, E-Mail: [hildegard.kaufmann@zamg.ac.at](mailto:hildegard.kaufmann@zamg.ac.at)



**Vorträge**  
**zum Themenschwerpunkt**  
**„Stadt- und Geländeklimatologie“**  
**Sitzung 1**

## Stadtklima der Zukunft - Stress durch Klimawandel

Helmut Mayer

Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

Städte sind in die atmosphärischen Bedingungen auf regionaler Skala eingebettet. Sie werden durch urbane Landnutzungsmuster, Strukturen und Prozesse auf lokaler Ebene so verändert, dass ein spezielles Klima entsteht, das als Stadtklima bezeichnet wird. Es weist unterschiedliche Komponenten auf. Planungsbedeutsam sind primär die thermische und die lufthygienische Komponente. Das Stadtklima lässt sich in zwei verschiedene räumliche Ebenen gliedern: (i) für die Stadt als Ganzes im Gegensatz zum ländlichen Umland; (ii) innerstädtisch differenziert auf der Grundlage von urbanen Mikroklimaten, die durch strukturelle Eigenschaften einer Stadt bedingt sind. In der planungsrelevanten Stadtklimatologie ist im Wesentlichen nur die Variante (ii) von Bedeutung. Dabei ist in Bezug auf Menschen in der Stadt, die die dominierende Zielgruppe der Stadtplanung bilden, festzustellen, dass die urbanen Mikroklimata prinzipiell Belastungen für Menschen in der Stadt darstellen. Ihre Intensität und Andauer variiert in Abhängigkeit von der Ausprägung der urbanen Mikroklimata. Obwohl in mitteleuropäischen Städten die Stadtstrukturen weitgehend stehen und an die bisherigen klimatischen Randbedingungen angepasst sind, werden die urbanen Mikroklimata in ihrer räumlichen Ausdehnung und in ihren Eigenschaften infolge von noch möglichen Planungsumsetzungen trotzdem modifiziert.

Diese Situation wird zukünftig durch den Klimawandel auf regionaler Ebene dramatisch verändert. Er äußert sich nicht nur in Trends von Klimavariablen wie bodennahe Lufttemperatur oder Niederschlag, sondern weist zusätzlich noch eingelagerte Extremwetter Erscheinungen auf. Für Städte in Mitteleuropa erweist sich die zunehmende Hitzebelastung als das größte Problem, weil weder die Stadtstrukturen noch die Stadtbewohner an diese Extremsituation anpassen sind. Dabei handelt es sich primär um ein regionales Phänomen, das die atmosphärischen Hintergrundbedingungen für Städte beeinträchtigt. Regionale Klimaprojektionen weisen darauf hin, dass sich die bisherigen Belastungen für Menschen in der Stadt, insbesondere im Sommer, zu Stress entwickeln werden. Daraus resultiert die Frage, ob es Methoden gibt, mit denen sich die großräumig vorgegebene Hitze in ihrer lokalen Auswirkung auf Menschen reduzieren lässt.

Langfristig muss hier die Stadtplanung präventiv tätig werden. Auf der Grundlage von Erkenntnissen aus der urbanen Human-Biometeorologie - sie gibt es inzwischen im ausreichenden Maß - sind geeignete Planungskonzepte zu entwickeln, umzusetzen und zu validieren, die der Reduzierung der Auswirkungen von extremer Hitze auf Stadtmenschen im lokalen Bereich dienen. Dafür müssen geeignete Verfahren und Variable betrachtet werden, die für die Wahrnehmung von Hitze durch Menschen relevant sind. Das bedeutet, dass bekannte Größen aus der allgemeinen Stadtklimatologie, wie Lufttemperatur oder Intensität der urbanen Wärmeinsel, ausscheiden, weil sie die vorgegebenen Anforderungen nicht erfüllen, und durch thermische Bewertungsindizes ersetzt werden müssen. Obwohl sie seit mehr als 20 Jahren bekannt sind, ist es überraschend, dass in der planungsbezogenen Stadtklimatologie - nicht nur im Gutachterwesen, sondern auch in der Wissenschaft - immer noch die unspezifische Variable „Temperatur“ verwendet wird, wenn es um thermische Empfindungen von Menschen geht. Gründe dafür sind u.a. die nicht ausreichende Weiterbildung und die mangelnde Kenntnis der speziellen Fachliteratur.

### Korrespondenz an:

Prof. Dr. Helmut Mayer, Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Werthmannstr. 10, D-79085 Freiburg, E-Mail: [helmut.mayer@meteo.uni-freiburg.de](mailto:helmut.mayer@meteo.uni-freiburg.de)

## Stadtklimatische Messungen und Modellierungen vor dem Hintergrund des Klimawandels

Nicole Müller\*, Wilhelm Kuttler

Angewandte Klimatologie und Landschaftsökologie, Universität Duisburg-Essen, Deutschland

Durch den Klimawandel wird mit einer Zunahme von Hitzewellen, heißen Tagen und tropischen Nächten mit zusätzlichen thermischen Belastungen für den Menschen zu rechnen sein. Daher gilt es besonders in Städten gefährdete Bereiche aufzuzeigen und für diese städtebauliche Handlungskonzepte zu entwickeln, um zukünftig der Wärmebelastung effektiv vorbeugen zu können.

Im Rahmen des BMBF-finanzierten Projekts *dynaklim*, mit dem Themenschwerpunkt Wasserhaushalt im Klimawandel, untersucht diese Studie die stadtklimatischen Auswirkungen des Klimawandels am Beispiel der Stadt Oberhausen, NRW repräsentativ für Städte der Emscher-Lippe-Region. Das methodische Konzept besteht dabei aus der Kombination eines experimentellen in-situ Messnetzes sowie mikroklimatischer Modellsimulationen.

Das Messnetz erfasste in einer einjährigen Messaktivität (01.08.2010-31.07.2011) an acht im Stadtgebiet verteilten Klimastationen das derzeitige Stadtklima der Modellstadt Oberhausen in verschiedenen Klimatopen. Die Klimatope zeigen deutliche Differenzierungen, die beispielsweise durch die Klassifizierung verschiedene Ereignistage aufgezeigt werden. Basierend auf diesen Ergebnissen wurden in drei verschiedenen Klimatopen Mitigationsstrategien simuliert. Dafür wurde zunächst das bereits am stärksten unter Hitzestress stehende Klimatop Innenstadt ausgewählt. Desweiteren ein bisher mäßig belastetes Klimatop (Stadtrand), für das im Zuge des Klimawandels eine Erhöhung der thermischen Belastung erwartet wird, und als Vergleich das Klimatop Freiland, das bisher die geringsten thermischen Belastungen aufweist.

Die numerischen Modellsimulationen wurden mit ENVI-met 3.2 durchgeführt. Wobei zunächst der Ist-Zustand der Klimatope nachgebildet wurde, um die Modellergebnisse evaluieren und interpretieren zu können. Da ein Schwerpunkt des Projekts *dynaklim* der Wasserhaushalt im Klimawandel darstellt, wurde in den drei erwähnten Klimatopen als Minderungsszenario zunächst der Einfluss einer Wasserfläche modelliert.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Wasserfläche als Minderungsmaßnahme vor allem in den Klimatopen, die bereits mäßige bis starke thermische Belastungen aufweisen einen positiven Effekt erzielt. So kann tagsüber im Klimatop Innenstadt eine Reduktion der thermischen Belastung, ausgedrückt durch die Physiologische Äquivalenttemperatur (PET), um ca. 10 K erreicht werden.

Die Simulation weiterer Minderungsstrategien im Klimatop Innenstadt belegt darüber hinaus, dass durch Vegetationsflächen, die Bäume und somit Verschattungselemente aufweisen, mit PET-Reduktionen die punktuell über 30 K hinausgehen können, eine noch effektivere Minderung der thermischen Belastung erreicht werden kann.

### \*Korrespondenz an:

Dipl.-Geogr. Nicole Müller, Angewandte Klimatologie und Landschaftsökologie, Universität Duisburg-Essen, Schützenbahn 70, D-45127 Essen, E-Mail: nicole.mueller@uni-due.de

## **Anpassungsstrategien an den Klimawandel in Städten Modellsimulationen einer virtuellen Stadt**

Saskia Buchholz\*, Meinolf Koßmann, Barbara Früh, Marita Roos

Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klima- und Umweltberatung, Offenbach am Main, Deutschland

Die Notwendigkeit zur Anpassung an den Klimawandel stellt vor allem Städte und Ballungsräume vor neue Herausforderungen. Die Folgen des Klimawandels werden in Zukunft zu einer Verstärkung der städtischen Wärmebelastung und der damit verbundenen negativen gesundheitlichen Auswirkungen auf die Stadtbevölkerung führen. Daher ist es das Ziel dieser Studie städtebauliche Handlungskonzepte und Maßnahmen, die zu einer Reduzierung der thermischen Belastung beitragen können, zu identifizieren, in ihrer Wirkung zu quantifizieren und die Ergebnisse in einer für die Stadtplanung geeigneten Form zugänglich zu machen.

Die Ausprägung des Stadtklimas unter dem Einfluss verschiedener Anpassungsstrategien wird mittels Modellsimulationen untersucht. Hierfür wird das vom Deutschen Wetterdienst entwickelte mikroskalige 3-dimensionale urbane Klimamodell MUKLIMO\_3 genutzt. Die Simulation der städtischen Wärmeinsel einer virtuellen Stadt beruht dabei auf der realistischen Konfiguration städtischer Modellparameter. Um die Sensitivität der städtischen Wärmeinsel und ihre Abhängigkeit bezüglich der Eingabegrößen zu untersuchen werden eine Reihe von Experimenten durchgeführt die sich vom Referenzlauf jeweils in der Änderung einer Eingabegröße unterscheiden. Verschiedenartige städtische Bebauungsstrukturen, Grün- und Wasserflächen werden auf ihre Eignung zur Entlastung der lokalen und städtischen Überwärmung untersucht. Änderungen der Stadtgröße, des Versiegelungsgrades und der Bebauungsdichte werden ebenso berücksichtigt wie die Eigenschaften verschiedener Gebäude und Oberflächen (z.B. Albedo, Wärmekapazität und Wärmedurchgangskoeffizient).

Um die Wirkung einzelner Anpassungsstrategien auf das thermische Befinden eines Menschen zu übertragen wird zusätzlich zur Beurteilung der Lufttemperatur auch die „Gefühlte Temperatur“ berechnet. Dazu wird in einem ersten Schritt das Klima-Michel-Modell offline an MUKLIMO\_3 gekoppelt. Die gefühlte Temperatur berücksichtigt als Eingangsgrößen neben der Lufttemperatur, den Dampfdruck, die Windgeschwindigkeit und die Strahlungstemperatur. So können Anpassungsmaßnahmen die Zielgröße „gefühlte Temperatur“ weitaus vielfältiger beeinflussen als das bei der Lufttemperatur der Fall ist.

Für den Referenzlauf wird die virtuelle Stadt mit einer Fläche von 100 km<sup>2</sup>, einer städtischen Bebauung mittlerer Dichte (55% des Flächenanteils sind Gebäude), einer mittleren Gebäudehöhe von 19 m und einem Versiegelungsgrad zwischen den Gebäuden von 90% simuliert. Die virtuelle Stadt liegt wie das gesamte Modellgebiet im flachen Gelände. Das städtische Umland ist als Freifläche mit niedriger Vegetation definiert. Um die maximale thermische Belastung abschätzen zu können, simuliert das Modell jeweils einen Tagesgang im Juli mit einer Wolkenbedeckung von 25%.

Erste Ergebnisse der Modellsimulationen zeigen, dass die Erhöhung der Albedo städtischer Flächen (z.B. Dächer, Plätze und Gehsteige) eine der wirkungsvollsten Maßnahmen zur Reduktion der städtischen Wärmeinsel ist. Eine Entsiegelung und Begrünung der Flächen zwischen den Gebäuden führt ebenfalls zu einer Entlastung der städtischen Wärmeinsel. Für die Änderung der Gebäudehöhe ergibt sich ein differenzierteres Bild. Niedrige Gebäudehöhen führen vor allem in den Nachtstunden zu einer Entlastung der städtischen Wärmeinsel aufgrund einer besseren Durchlüftung. Hohe Gebäude spenden tagsüber zwar Schatten was zu einer Verringerung der kurzwelligen Einstrahlung auf den Boden und daraus resultierend der Lufttemperatur führt. In den Nachtstunden führt jedoch die erhöhte langwellige Einstrahlung auf den Boden zu einer Erhöhung der mittleren Lufttemperatur. Im nächsten Schritt werden die Auswirkungen der verschiedenen Parameter auf die gefühlte Temperatur ausgewertet.

### **\*Korrespondenz an:**

Saskia Buchholz, Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klima- und Umweltberatung, Frankfurter Straße 135, D-63067 Offenbach, E-Mail: [Saskia.Buchholz@dwd.de](mailto:Saskia.Buchholz@dwd.de)



## Quantifizierung turbulenter Wärmeflussdichten im urbanen Raum zur Bewertung des humanen thermischen Komforts

Anja Goldbach\*, Wilhelm Kuttler

Angewandte Klimatologie und Landschaftsökologie, Universität Duisburg-Essen, Deutschland

Die morphologische und thermophysikalische Stadtstruktur sowie anthropogene Verhaltensweisen beeinflussen die Strahlungs- und Energieflüsse in urbanen Gebieten derart, dass dadurch bekannte Stadtklimaeffekte, wie die städtische Wärmeinsel (UHI), verursacht werden. Zukünftig werden immer mehr Menschen den negativen Effekten des Stadtklimas ausgesetzt sein, welche sich im Rahmen des projizierten Klimawandels zusätzlich verstärken werden. Seitens stadtklimatischer Untersuchungen besteht demnach die Notwendigkeit, Problemfeld bezogene Adaptations- und Mitigationsstrategien zur Verbesserung des Stadtklimas zu entwickeln, die in den kommunalen Planungsprozess Eingang finden müssen. In der Stadtklimatologie spielen im Rahmen der Minderung sommerlicher Wärmebelastung (Hitzestress) verdunstungsaktive Flächen eine wichtige Rolle. Sie tragen durch Beschattung, Evapotranspiration und Kaltluftbildung dazu bei, die thermische Belastung innerhalb des Stadtgebietes zu reduzieren.

Mit dem Ziel der Quantifizierung der turbulenten Austauschprozesse in unterschiedlichen urbanen Flächennutzungen zur Bewertung ihrer human-biometeorologischen Wirksamkeit wurden im Rahmen des BMBF-finanzierten *dynaklim*-Projektes zwischen dem 01.08.2010 und dem 31.07.2011 vergleichende Energiebilanzmessungen mittels Eddy-Kovarianz-Technik in Oberhausen durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen eine deutlich saisonale und diurnale Variabilität im Standortvergleich sowie Abhängigkeiten von der Vegetationsdichte und weiteren meteorologischen Parametern (u. a. Temperatur, Globalstrahlung, Windgeschwindigkeit). Im Maximum konnten am suburbanen, verdunstungsaktiven Standort ca. 90 % höhere latente ( $Q_E$ ) und um etwa 20 % verminderte sensible ( $Q_H$ ) Wärmeflussdichten registriert werden.

Das thermische Behaglichkeitsmaß PET belegt, dass gut wasserversorgte Grünanlagen einer zunehmenden Wärmebelastung der Stadtbevölkerung entgegenwirken, was vor allem für Stadtplaner in Hinblick auf Problemfeld bezogene Adaptations- und Mitigationsstrategien an den prognostizierten Klimawandel von entscheidender Bedeutung ist.

Diese positive Wirkung kann während langanhaltender Trockenepisoden bei unzureichender Bewässerung abgeschwächt werden bzw. vollständig verloren gehen (Anstieg des Bowenverhältnisses auf über 1 sowie Reduzierung des monatlichen  $Q_E$ -Mittelwertes um 50 %). Aus stadtklimatischer Sicht muss daher ausdrücklich darauf verwiesen werden, dass das Anlegen innerstädtischer Grünflächen als Maßnahme zur Verbesserung des thermischen Niveaus in urbanen Räumen, ausschließlich dann effizient ist, wenn diese optimal wasserversorgt sind.

### \*Korrespondenz an:

Anja Goldbach, Universität Duisburg-Essen, Campus Essen, Angewandte Klimatologie und Landschaftsökologie, Schützenbahn 70, D-45127 Essen, E-Mail: [anja.goldbach@uni-due.de](mailto:anja.goldbach@uni-due.de)



**Vorträge**  
**zum Themenschwerpunkt**  
**„Stadt- und Geländeklimatologie“**  
**Sitzung 2**

## Linking urban micro scale models - RayMan and SkyHelios

Andreas Matzarakis

Meteorological Institute, Albert-Ludwigs-University of Freiburg, Germany

In order to analyze urban bioclimate and climate several input and output parameters are required. For the quantification of thermal bioclimate assessment methods based on the human energy balance builds the basis of all the known thermal indices. RayMan model can calculate mean radiant temperature and thermal indices (PMV, PET, SET\*, UTCI and PT). For the calculation of mean radiant temperature, which in one of the most influencing parameters of thermal comfort on human, especially during summer conditions, many information about the radiation fluxes (short and long wave) and modifying factors (Sky View Factor, surface temperature, ...) are required. This information in combination with shade and sunshine duration in simple and complex environments can be derived by RayMan and SkyHelios model.

For the visualization of climate and urban climate information the possibilities of grid data and vector data can be processed and visualized. In addition the Climate Mapping Tool can visualize most of the demanded urban climate data and data formats.

In addition all three models are linked together and can exchange relevant inputs and information.

### **Korrespondenz an:**

Prof. Dr. Andreas Matzarakis, Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Werthmannstr. 10, D-79085 Freiburg, E-Mail: [andreas.matzarakis@meteo.uni-freiburg.de](mailto:andreas.matzarakis@meteo.uni-freiburg.de)

## Klimauntersuchungen in Jena für die Anpassung an den Klimawandel

M. Koßmann\*<sup>1)</sup>, B. Früh<sup>1)</sup>, K. Hoffmann<sup>2)</sup>, P.-H. Voss<sup>1)</sup>, P. Schierbaum<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Deutscher Wetterdienst, Zentrales Klimabüro Offenbach, Deutschland

<sup>2)</sup> Deutscher Wetterdienst, Regionales Klimabüro Potsdam, Deutschland

Das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) betreut im Rahmen des Forschungsprogramms „Experimenteller Wohnungs- und Städtebau“ (ExWoSt) das Modellvorhaben „Jenaer KlimaAnpassungsStrategie“ (JenKAS). Ziel des Modellvorhabens ist es, eine Verbesserung der Datengrundlage für die Umsetzung einer vorausschauenden, klimagerechten Stadtentwicklung zu erreichen, wobei insbesondere auch die fortschreitende Klimaerwärmung zu berücksichtigen ist. Zur Unterstützung des Projekts führte der Deutsche Wetterdienst (DWD) temporäre Messungen im Stadtgebiet und Computermodellsimulationen durch, die in diesem Beitrag vorgestellt werden. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Untersuchung windschwacher Strahlungswetterlagen, bei denen die Ausbildung von ausgeprägten städtischen Wärmeinseln und thermischen Windsystemen erwartet wird.

Das Messprogramm für JenKAS umfasst eine temporäre Verdichtung des Stationsmessnetzes im Stadtgebiet Jenas und die Messung des vertikalen Windprofils mit einem SODAR-System während des Sommerhalbjahres 2011. Ferner wurde an ausgewählten Tagen durch mobile Messungen mit einem instrumentierten Fahrzeug die bodennahe Temperatur- und Feuchteverteilung im Stadtgebiet erfasst.

Zur Untersuchung der nächtlichen Durchlüftung der Stadt Jena wurden Simulationsrechnungen mit dem Kaltluftabflussmodell KLAM\_21 durchgeführt und mit Beobachtungen verglichen. Von besonderem Interesse sind hierbei der Existenznachweis und die Bedeutung eines Saaletalwindes.

Die sommerlichen Temperaturverhältnisse in Jena wurden mit einem statistisch-dynamischen Downscaling-Verfahren (Quadermethode) für die Zeiträume 1971-2000 und 2021-2050 berechnet. Das Downscaling-Verfahren nutzt regionale Klimainformationen aus Beobachtungen und Klimaprojektionsrechnungen sowie räumlich hoch aufgelöste Simulationen mit dem Stadtklimamodell MUKLIMO\_3. Der Schwerpunkt der Auswertungen liegt in der Bestimmung der mittleren jährlichen Anzahl an Sommertagen und heißen Tagen für die beiden Klimazeiträume in Abhängigkeit von Bebauungsstruktur und Topografie.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Meinolf Koßmann, Deutscher Wetterdienst, Zentrales Klimabüro, Frankfurter Straße 135, D-63067 Offenbach, E-Mail: meinolf.kossmann@dwd.de

## Modellierung der Wärmebelastung im Stadtgebiet von Wien

Roland Koch\*, Maja Zuvela-Aloise

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Wien, Österreich

Die modellbasierte Identifikation der Wärmebelastung im urbanen Raum stellt einen immer bedeutsameren Anwendungsbereich in der Stadtklimatologie dar. Der Effekt der städtischen Wärmeinsel, geprägt durch Überwärmung im bebauten Gebiet, ist an vielfältige Faktoren gekoppelt. Neben der topographischen Lage der Stadt und Abwärme durch Verbrennungsprozesse, ist die Modifikation des städtischen Klimas im Wesentlichen an die Bebauungsdichte, Versiegelungsgrad und Oberflächenrauigkeit der Baustrukturen gebunden. Simulationswerkzeuge zur Modellierung der Überwärmung städtischer Areale müssen somit hohen Anforderungen gerecht werden.

Das dreidimensionale Stadtklimamodell MUKLIMO\_3 des Deutschen Wetterdienstes (DWD) bildet aufgrund der hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung, Verwendung hochaufgelöster Topographie sowie Klassifikation der Bebauung und Landnutzung mittels Landnutzungsklassen die Grundlage zur Simulation der Wärmebelastung von Wien.

Anhand von MUKLIMO\_3 Experimenten wurden atmosphärische Grenzschichtströmungen für einen idealisierten Sommertag über dem erweiterten Stadtgebiet von Wien modelliert und analysiert. Die Ergebnisse lassen den Einfluss der Bebauung auf die städtische Grenzschicht erkennen und sind konsistent mit theoretischen Überlegungen. Der generelle Tagesgang der vertikalen Profile meteorologischer Parameter (z.B. Wind, potentielle Temperatur) sowie Um- und Überströmungseffekte werden von dem Modell gut wieder gegeben. Die qualitative und quantitative Beschreibung der urbanen Wärmebelastung von Wien erfolgte über die Auswertung der mittleren jährlichen Anzahl der Sommertage ( $T_{\max} \geq 25 \text{ °C}$ ) der Zeitperioden 1971-2000 und 1981-2010 unter Verwendung der sogenannten Quader-Methode. Um den Zusammenhang zwischen der städtischen Bebauung und der urbanen Überwärmung näher zu untersuchen, wurden des Weiteren Simulationsläufe mit geänderter Landnutzung durchgeführt und die jeweilige mittlere jährliche Anzahl der Sommertage berechnet. Neben der Änderung von ausgewählten Attributen (z.B. Versiegelungsgrad, Bodenbedeckung durch Bewuchs) der Landnutzungsklassen wurde die Verteilung von bebauten und Vegetationsflächen variiert. Der Vergleich der einzelnen Ergebnisse mit der mittleren jährlichen Anzahl der Sommertage, basierend auf einer Referenzlandnutzung, zeigt die erwartete lokale Abnahme der thermischen Belastung bei zunehmender Begrünung. Die Aussagen der numerischen Modellrechnungen besitzen aufgrund der bereits existierenden urbanen Landnutzung einen grundsätzlich hypothetischen Charakter. In Anbetracht der fortschreitenden Verdichtung des städtischen Areals, könnten die Ergebnisse hinsichtlich einer Umwandlung von Landnutzungsarten jedoch in Stadtplanungsmaßnahmen miteinbezogen werden, um ein nachhaltiges Stadtklima zu erreichen.

### \*Korrespondenz an:

Roland Koch, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Hohe Warte 38, A-1190 Wien, Österreich, E-Mail: roland.koch@zamg.ac.at

## Human-biometeorologische Analyse der thermischen Bedingungen in Russland Fernost als Indikator für Lebensqualität

Jan Paul Bauche\*<sup>1)</sup>, Elena A. Grigorieva<sup>2)</sup>, Andreas Matzarakis<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

<sup>2)</sup> Institute for Complex Analysis of Regional Problems (ICARP, FEB, RAS), Russland

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der thermischen Komponente der Human-Biometeorologie in Russland Fernost. Als Standort wurde Birobidzhan, eine Stadt mit ca. 70.000 Einwohnern und die Hauptstadt der Jüdischen Autonomen Region in Russland Fernost gewählt. Sie liegt wie auch Freiburg bei 48° nördlicher Breite, unterliegt jedoch beeinflusst durch den Monsun und das sibirische Hochdruckgebiet einem deutlich anderen und vor allem extremeren Klima. So werden im Jahresverlauf Lufttemperaturwerte zwischen 35 °C und -40 °C gemessen, wobei es in der heißen Jahreszeit zwischen Juni und August zu starken Niederschlägen kommt während die kalte Phase des Jahres zwischen November und Februar nahezu niederschlagsfrei bleibt. Vor diesem Hintergrund und mit Blick auf den Klimawandel, ist es von großem Interesse, zu analysieren, wie sich die thermische Komponente des anthropogenen Bioklimas unter diesen extremen Bedingungen verhält, welche Faktoren maßgeblich an ihrer Modifikation beteiligt sind und wie sich verschiedene Strukturen innerhalb einer Stadt darauf auswirken.

Zu diesem Zweck wurde eine elfjährige Reihe von Synopdaten, bezogen von [www.ogimet.com](http://www.ogimet.com), über den Zeitraum vom 01.01.2000 bis 31.12.2010 mit Hilfe von Tabellenkalkulationsprogrammen und der Modellierungssoftware RayMan analysiert und human-biometeorologisch ausgewertet. Darüber hinaus wurden bei einem, vom DAAD unterstützten, dreimonatigen Aufenthalt in Birobidzhan die wichtigsten Strukturen innerhalb der Stadt herausgearbeitet und modellhaft in die Berechnungen eingefügt. Dadurch lassen sich die Auswirkungen dieser Strukturen auf die einzelnen Klimaparameter und damit auch auf die gesamte thermische Umgebung des Menschen darstellen. Als Index wurde die auf dem Energiebilanzmodell MEMI basierende Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) verwendet, die aufgrund ihrer Einheit (°C) leicht verständlich und vergleichbar ist.

Die Darstellung erfolgt durch Bioklimadiagramme, die die gemessenen oder berechneten Werte Klassenweise in Prozent pro Dekade (1 Dekade = 1/3 des Monats) im Jahresverlauf aufzeigen. Zusätzlich wurde die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von PET Werten bestimmter Klassen in Tagen pro Jahr tabellarisch dargestellt. Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen Einfluss der sekundären thermischen Parameter Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Globalstrahlung auf das thermische Empfinden. Dies ist insbesondere in den extremen Wertebereichen der Fall. So steigt die Zahl der Tage mit Temperaturwerten unter -30 °C von jährlich ca. 6 Tagen bei reiner Betrachtung der Lufttemperatur auf 21 Tage pro Jahr bei der Analyse mit PET. Genauso verhält es sich bei Werten über 29 °C. Hier liegen die Unterschiede sogar zwischen 3 und 22 Tagen. Auch der Einfluss der unterschiedlichen urbanen Strukturen lässt sich sehr gut herausarbeiten. So nimmt die Anzahl der Tage mit extremen PET Werten mit zunehmender Bebauungsdichte und Vegetation ab. Auf einem Platz im Stadtzentrum gibt es im Vergleich mit einem Wohngebiet durchschnittlich 5 Tage mehr mit PET Werten unter -30 °C und 4 Tage mehr mit PET Werten über 29 °C. Im Gegenzug dazu weist das Wohngebiet durchschnittlich zusätzliche 3 Tage pro Jahr mit PET Werten zwischen 18 °C und 27 °C auf, was als komfortabler Temperaturbereich angesehen werden kann.

### \*Korrespondenz an:

Jan Paul Bauche, Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Werthmannstraße 10, D-79085 Freiburg, E-Mail: [paul@mbauche.de](mailto:paul@mbauche.de)

## **Analyse der vertikalen Komponente des thermischen Bioklimas - am Beispiel des 101 Turms in Taipei, Taiwan**

Yung-Chang Chen\*<sup>1)</sup>, Po-Hsiung Lin<sup>2)</sup>, Andreas Matzarakis<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

<sup>2)</sup> Department of Atmospheric Sciences, National Taiwan University, Taipei, Taiwan

Der Mangel an Wohnraum in asiatischen Städten führt zum Bau von mehr und höheren Hochhäusern. Dadurch spielt die vertikale Komponente des Stadtklimas und somit des thermischen Bioklimas eine größere Rolle. Momentan werden an zwei festen Stationen am Taipei 101 und der National Taiwan University (NTU) Messungen durchgeführt. Auf dem Taipei 101 Turm wird auf zwei Höhen (150 m und 350 m) gemessen und gleichzeitig an der NTU. Durch die Analyse der Daten können die vertikalen Änderungen sowohl der meteorologischen Größen als auch von thermischen Indizes untersucht werden.

Durch die Analyse der Messdaten von Februar 2011 und Juni 2011 wurde die Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) von 5 °C bis 42 °C im Winter und 19 °C bis 50 °C im Summer am Boden berechnet. In der Höhe von 350 m konnte PET von 0 °C bis 35 °C im Winter und von 17 °C bis 48 °C im Sommer ermittelt werden. Die Differenz von PET an Sonnentagen zwischen verschiedenen Höhen ist im Sommer geringer (1 °C bis 3 °C) als im Winter (1 °C bis 8 °C). An Regentagen ist die Differenz von PET zwischen verschiedenen Höhen 0 °C bis 1 °C im Summer und 1 °C bis 3 °C im Winter. Somit zeigen sich in den Ergebnissen besonders im Winter deutliche Veränderungen von PET an Sonnentagen sowie auch bei Hitzewellen in Taipei.

### **\*Korrespondenz an:**

Yung-Chang Chen, Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Werthmannstr. 10, D-79085 Freiburg, E-Mail: [yung-chang.chen@meteo.uni-freiburg.de](mailto:yung-chang.chen@meteo.uni-freiburg.de)



**Vorträge**  
**zum Themenschwerpunkt**  
**„Stadt- und Geländeklimatologie“**  
**Sitzung 3**

## **Modeling of changes in human thermal bioclimate resulting from changes in urban design - example based on a popular place in Freiburg, SW-Germany**

Dominik Fröhlich\*, Andreas Matzarakis

Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

The place of the old Synagogue, a popular place in the western part of the inner city of Freiburg, southwest Germany, is going to be redesigned soon. According to the plans of the city administration, most of the big trees standing on the current place will be removed. According to the blueprints some new trees will be planted in the eastern part of the place. Furthermore the ground coverage will be changed. The whole place is planned to be sealed by large granite plates replacing asphalt, but also large areas of lawn. All of those changes may influence thermal human bioclimate.

For a first overview over the changes, the Sky View Factor (SVF) was calculated by the SkyHelios model. Conclusions are mostly drawn from changes in Physiologically Equivalent Temperature (PET). First PET was calculated for a ten year period at seven Points on the current and the redesigned place using RayMan. Results from those calculations have been classified into nine classes of thermal perception based on an assessment table. To even more facilitate the results, the classes have been merged into a cold, a comfortable, and a hot thermal stress class. To analyze the spatial distribution of thermal stress over the place calculations with ENVI-met for a hot and dry seven day period in 2003 have been performed for the current and the redesigned place. This period was selected because thermal stress mainly occurs during the summer months.

Comparing the SVF on the current and the redesigned place calculated by SkyHelios, it can be seen, that the central area of the place with high SVF, the area with high energy balance, that is likely to suffer thermal stress, is only little larger after the redesign.

The calculations with RayMan show a strong decrease of cold stress in Spring and Fall. In Summer, an increase in cold stress is calculated. During the winter month cold stress is little decreased. Looking at the class of thermal comfort there is a certain increase in spring and fall. During the summer month, the frequency of occurrence of thermally comfortable conditions is calculated to be severely decreased, while there can be nearly no development seen for the winter month. A much more interesting development is shown by the class of heat stress, as it only shows an increase. Especially in the summer month the frequency of occurrence of heat stress is calculated to be increased. Comparing the ENVI-met results for the current and the redesigned place on the third day, a difference of more than ten °C (PET) between places with and without shading and can be seen. Because of the trees in the central area of the place that will be removed during the redesign, the area with very high PET of around 51°C will become larger. A severe increase in PET of about six °C is shown in the area in front of the KG II, that is currently covered with grass and will be covered with stone plates after the redesign.

Results show that thermal bioclimate is strongly influenced by the redesign. The reduction in the frequency cold stress and the increase in frequency of thermally comfortable conditions in spring and fall is to be seen as an advantage. The strong decrease in frequency of thermally comfortable conditions and the severe increase in frequency of heat stress in summer is, in contrast, a big disadvantage.

### **\*Korrespondenz an:**

Dominik Fröhlich, Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Werthmannstr. 10, D-79085 Freiburg, E-Mail: dominik.froehlich@venus.uni-freiburg.de

## **Optimal urban configuration and basic bioclimate analysis of a coastal city along the western Indian Ocean**

Emmanuel L. Ndetto\*, Andreas Matzarakis

Meteorological Institute, Albert-Ludwigs-University of Freiburg, Germany

Dar es Salaam is a hot and humid tropical city along the coast on the western part of Indian Ocean. It enjoys the sea-land breezes systems which are more organized in the months of March, April, September and October. Breezes and in general, the wind field is one of the parameters that influence the thermal comfort of humans. Other parameters include air temperature, humidity and radiation (short and long waves). Modifications on the urban configurations in terms of street orientations and height-to-width ratio can be used to optimize the thermal comfort. Basic bioclimatic analyses of some thermal indices (e.g. PET, PT, SET\* and UTCI) were done in Dar es Salaam in order to understand to what extent, modifications in urban can vary the thermal comfort condition. Different urban configurations were simulated in the RayMan model and the results demonstrate the optimal configuration for a thermal comfort condition for a hot humid coastal city. The bioclimate information resulting in optimal modifications in urban configurations is particularly important for urban planning and architectural issues for the sake of sustainable planning.

**\*Korrespondenz an:**

Emmanuel L. Ndetto, Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Werthmannstr. 10, D-79085 Freiburg, E-Mail: [emmanuel.ndettoel@venus.uni-freiburg.de](mailto:emmanuel.ndettoel@venus.uni-freiburg.de)

## **Hitze und deren Auswirkungen auf den Städtetourismus - dargestellt am Beispiel Wiens**

Christiane Brandenburg<sup>\*1)</sup>, Brigitte Alex<sup>1)</sup>, Ursula Liebl<sup>1)</sup>, Christina Czachs<sup>1)</sup>,  
Thomas Gerersdorfer<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung

<sup>2)</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Meteorologie

Der durch den Klimawandel zu erwartende Temperaturanstieg führt speziell in städtischen Agglomerationsräumen zu einer Verstärkung des Wärmeinseleffekts sowohl untertags als auch nachts. Schon heute treten in Wien im Mittel etwa 11 bis 13 Hitzetage pro Jahr auf. Der Tourismus in Wien ist davon insofern betroffen, als in den Sommermonaten Juli und August die höchste Anzahl an TouristInnen zu verzeichnen ist. Das Projekt „Hot Town, Summer in the City“ setzte sich daher zum Ziel, einerseits die räumlichen und zeitlichen Adaptionstrategien der StädtetouristInnen an Hitzetagen und andererseits die Schlüsselfaktoren für Strategien seitens der Tourismuswirtschaft, Stadtverwaltung und Stadtplanung zur Anpassung an Auswirkungen des erwarteten verstärkten Wärmeinseleffekts zu identifizieren. Dazu wurden 365 TouristInnen aus 57 verschiedenen Ländern an drei Tagen unmittelbar nach einem Hitzetag (Tagesmaximaltemperatur min. 30 Grad Celsius) in der Umgebung mehrerer Touristenattraktionen in Wien befragt. Ein Drittel der TouristInnen gab u.a. an, dass sie von der Hitze in Wien überrascht wurden. Doch trotz der vorherrschenden Hitze am Tag vor der Befragung haben zwei Drittel der befragten Personen, ihr Programm am Vortag nicht an die hohen Temperaturen angepasst. Außerdem wurden die ProbandInnen gebeten, ihr persönliches Wärmeempfinden am Tag der Befragung sowie am vorangegangenen Hitzetag zu charakterisieren und die jeweilige Maximaltemperatur einzuschätzen. Vergleiche mit gemessenen Werten zeigen, dass von knapp zwei Drittel der Personen die Temperatur überschätzt und von ca. einem Drittel unterschätzt wurde.

Aufbauend auf den Befragungsergebnissen, einer Literaturrecherche sowie einem World Café unter Beteiligung von ExpertInnen verschiedener Disziplinen wurden Anpassungsstrategien für den Städtetourismus erarbeitet. Hierbei wurden u.a. Maßnahmen zur Verbesserung der Trinkwasserversorgung (z.B. Erhöhung der Anzahl der Trinkbrunnen, Aufstellen von Wasserspendern in touristisch stark frequentierten Gebäuden) und der Aufenthaltsqualität im Freien (z.B. Optimierung touristischer Routen mittels Begrünung, Erstellung eines „Hitzestadtplans“) erarbeitet. Weiter wurde eine Anpassung des Besichtigungsprogramms in Form von z.B. Alternativprogrammen an Hitzetagen, attraktiven Angeboten in der Unterkunft oder Hitzewarnungen vorgeschlagen. Neben den bereits genannten Maßnahmen enthält der erarbeitete Management Letter auch Empfehlungen zur Forcierung energieeffizienter Kühlung in touristisch genutzten Einrichtungen. Denkbar wäre hier u.a. der Einsatz von Kühlungsmethoden wie Passivkühlung oder Dach- und Fassadenbegrünung aber auch die Schaffung einer Beratungsstelle „Klima-Coach“ (u.a. Beratung zur Umsetzung von Kühlungsmethoden, Information von TouristInnen).

Das Projekt wurde im Rahmen des Klimaforschungsprogramms StartClim2010 vom Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend gefördert.

### **\*Korrespondenz an:**

ao.Univ.Prof. DI Dr. Christiane Brandenburg, Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung, Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur, Universität für Bodenkultur Wien, Peter Jordan-Str. 65, A-1190 Wien, E-Mail: christiane.brandenburg@boku.ac.at

## Klimatisches Tourismuspotenzial von Szeged, Ungarn

Ronja Vitt<sup>1)</sup>, Ágnes Gulyás<sup>2)</sup>, Andreas Matzarakis<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

<sup>2)</sup> Department of Climatology and Landscape Ecology, University of Szeged, Hungary

Bisher wird in Ungarn dem Thema Klima im Bereich Tourismus nur wenig Beachtung geschenkt, obwohl man aus den Klimabedingungen wichtige Schlüsse für den Tourismus ziehen kann. Vor allem während der Sommermonate herrschen extreme thermische Bedingungen und es wäre sowohl für die Tourismusagenturen als auch für den Touristen von großem Vorteil, mehr über das Bio- und Tourismusklima vor Ort zu erfahren.

Hierfür wurde für die im Süden Ungarns liegende Stadt Szeged, auf Grundlage der Daten des Ungarischen Wetterdienstes und der Universität Szeged für den Zeitraum 2000 bis 2011, eine tourismus-klimatische Broschüre erstellt. Unter anderem wurden die Anzahl der Sommertage, Grillparty Nächte, Tropischen und Kalten Tage, sowie die Bewölkung, Sonnenscheindauer und die Niederschlagsverhältnisse untersucht. Um eine Aussage über die bioklimatischen Bedingungen zu treffen, wurden PET (Physiologisch Äquivalente Temperatur) Häufigkeitsdiagramme erstellt und der Tagesverlauf von PET visualisiert. Anschließend wurden alle wichtigen Informationen in einem CTIS-Diagramm (Klima-Tourismus/Transfer-Informationsschema) auf einfache und verständliche Weise zusammengefasst.

Thermische Behaglichkeit tritt überwiegend in den Übergangsmonten auf. In den Sommermonaten sollten die Freizeitaktivitäten auf den Morgen oder auf abends gelegt werden, da zu den Mittagsstunden fast immer mit Hitzestress gerechnet werden kann. Die Niederschlagsverhältnisse sind überwiegend trocken und beschränken sich auf wenige Tage pro Monat. Die Bewölkung nimmt in den Sommermonaten ab, wodurch Szeged mit mehr als 2100 Sonnenstunden pro Jahr zu Recht als „Sonnenstadt Ungarns“ bezeichnet wird.

### \*Korrespondenz an:

Ronja Vitt, Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Werthmannstr. 10, D-79085 Freiburg, E-Mail: ronja\_vitt@gmx.de

## Detection of the planetary boundary layer using remote sensing and in-situ measurements at the Kleine Scheidegg and at the Jungfrauoch, Switzerland

Christine Ketterer<sup>\*1), 2), 3)</sup>, Paul Zieger<sup>1)</sup>, Nicolas Bukowiecki<sup>1)</sup>, Martine Collaud Coen<sup>2)</sup>, Dominique Ruffieux<sup>2)</sup>, Ernest Weingartner<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Paul Scherrer Institute, Laboratory of Atmospheric Chemistry, Villigen, Switzerland

<sup>2)</sup> MeteoSwiss, Aerological Station, Ch. l'aérologie, Payerne, Switzerland

<sup>3)</sup> Now at: Meteorological Institute, Albert-Ludwigs-University of Freiburg, Germany

The CLACE2010 (Cloud and Aerosol Characterization Experiment) campaign took place at the Jungfrauoch (JFJ, 3580 m asl) and at the Kleine Scheidegg (2061 m asl) in the Swiss Alps from June to August 2010. The main goal of this experiment was to study the chemical and physical properties of aerosols in order to improve the knowledge on the direct and indirect effect of aerosols on climate. The Jungfrauoch research station is usually in the free troposphere, except in summer when injections of the planetary boundary layer (PBL), including pollution transport from the Swiss Plateau, influence the measurements. It is important to know when air of the PBL influences the continuous measurements at the JFJ and how the local PBL behaves, especially as not much is known about the PBL behavior in alpine regions.

Several remote sensing measurement devices, including a low-tropospheric wind profiler and a ceilometer were installed at the Kleine Scheidegg, which is located at the vicinity of the JFJ.

The performance of different measurement methods and algorithms to derive the PBL height from wind profiler and ceilometer measurements will be presented. The PBL height derived with the remote sensing instruments were also compared to the predictions of the COSMO-2 model. In addition, the detection of PBL by the remote sensing instruments is compared to the aerosol in-situ measurements at the JFJ.

The results show, that the PBL height derived by ceilometer using the different algorithms and wind profiler agree well, especially under cloud free conditions and during day time. When the PBL exceeded around 2800 m asl, injections of the PBL are transported upwards by slope winds. This was confirmed by aerosol measurements at the JFJ. The measured aerosol absorption and scattering coefficients showed an increase within a certain time delay. The results of the comparison between PBL heights derived by COSMO-2 and retrieved from wind profiler and ceilometer measurements showed that COSMO-2 underestimated the PBL height at that site and time.

### \*Korrespondenz an:

Christine Ketterer, Meteorological Institute, Albert-Ludwigs-University of Freiburg, Werthmannstraße 10, D-79085 Freiburg, E-Mail: [christine.ketterer@meteo.uni-freiburg.de](mailto:christine.ketterer@meteo.uni-freiburg.de)

**Vorträge**  
**zum Themenschwerpunkt**  
**„Klimafolgenforschung“**  
**Sitzung 1**

## **Effects of poplar patches on present and future regional climate**

Merja H. Tölle, Oleg Panferov, Alexander Knohl

Bioklimatologisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen, Deutschland

Changes in land use and land cover (LULCC) and their effects on the environment including local and regional climate are becoming increasingly important these days. LULCC interactions with and feedbacks to future projected climate is gaining importance for decision makers in terms of choice of optimal management strategies. Due to new political trends the area occupied by bioenergy plants like poplar are likely to be increased in Germany for energy production. Thus it is very important to evaluate the overall environmental and climatic effects of these trends. In this study we perform a modelling study using a regional climate model coupled to a land surface scheme, COSMO CLM, to examine the influence of different spatial distributions of poplar patches on the regional climate under present and future climate conditions. First, a sensitivity study is performed to show the overall climatic effect land covered by poplar may have. Here, the whole model domain of Central Germany is covered by poplar and is compared to the control simulations with present land cover. Second, different poplar patch sizes are compared to the control run. We analyse the column integrated energy and moisture budgets to show the differences between the simulation with control land cover and modified land cover.

### **\*Korrespondenz an:**

Dr. Merja H. Tölle, Bioklimatologisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen, Büsgenweg 2, D-37077 Göttingen, E-Mail: [mschlue@forst.uni-goettingen.de](mailto:mschlue@forst.uni-goettingen.de)



## **Sensitivity and uncertainties of climate impact modelling in forestry - measured and modelled input data**

Oleg Panferov\*<sup>1), 2)</sup>, Claus Döring<sup>1)</sup>, Christopher Moseley<sup>3)</sup>, Alexander Knohl<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Georg-August-Universität Göttingen, Deutschland

<sup>2)</sup> FB1 Life Science and Engineering, FH Bingen, Deutschland

<sup>3)</sup> Climate Service Center, Hamburg, Deutschland

The ongoing climate change might positively or negatively influence the forest and agricultural ecosystems in Europe. The adequate adaptation measures require the corresponding knowledge on the past and current climate conditions and variability as well as on possible developments of future climate (climate projections). One problem is that the existing density of weather stations of German weather service is not quite adequate to describe the local conditions for impact modelling with needed accuracy. The other problem is that the spatial resolution of GCMs providing climate projections is quite insufficient for the description of regionally and locally varying forest growth conditions. The downscaling by means of dynamical and statistical regional climate models is expected to help the problem. However, comparison to observations shows that both CGMs and RCMs might have a bias, which can considerably affect the results of impact modelling and consequently the choice of adaptation strategies. On the other hand the models' sensitivity to uncertainties in non-meteorological input data (soil, LAI) might be sufficiently large to mask the climate change signal and climate model uncertainties.

The present study investigates within the frames of research project KLIFF the sensitivity of climate impact models in forestry to input meteorological and non-meteorological data. The data of German Weather Service and the mini ensemble of climate scenarios C20, A1B (runs 1, 2 and 3) downscaled by CLM and REMO are implemented. The bias of modelled precipitation is evaluated by means of measurements dataset REGNIE (DWD) and corrected using the Piani (2010) method. The coupled model estimating the interacting risks of windthrow and drought, developed in Goettingen University is used in the study. The daily time step is used in impact models. The results show that the direct implementation of the weather station measurements is problematic due to insufficient station density. The direct use of global and regional climate model data for impact modelling is also not always possible due to the model biases producing rather unrealistic risks. The spatial resolution and/or recommended spatial averaging of the regional model results could be also problematic in the regions with highly heterogeneous hilly or mountainous landscapes. A further downscaling is required. It is also shown that the uncertainties in non-meteorological input data at local scale (e.g. soil type) might result in higher variability of results than the range caused climate projection ensemble.

### **\*Korrespondenz an:**

Prof. Dr. Oleg Panferov, Abteilung Bioklimatologie, Georg-August-Universität Göttingen, Büsgenweg 1, D-37077 Göttingen / FB1 Life Science and Engineering, FH Bingen, D-55411 Bingen, E-Mail: opanfyo@uni-goettingen.de

## **Raum-Zeit-Vorhersagen der Bonität basierend auf Waldinventuren und Klimaveränderungsszenarien**

Arne Nothdurft\*<sup>1)</sup>, Thilo Wolf<sup>1)</sup>, Andre Ringeler<sup>2)</sup>, Jürgen Böhner<sup>2)</sup>, Joachim Saborowski<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> FVA Baden-Württemberg, Abt. Biometrie und Informatik, Freiburg, Deutschland

<sup>2)</sup> Universität Hamburg, Institut für Geographie, Deutschland

<sup>3)</sup> Universität Göttingen, Abteilung für Ökoinformatik, Biometrie und Waldwachstum  
und Abteilung Ökosystemmodellierung, Deutschland

Wir präsentieren eine Methodik zur Quantifizierung der Effekte, die der Klimawandel auf die Bonität von Waldbeständen haben könnte. Mit Hilfe eines klimasensitiven Bonitätsmodells basierend auf einem universellen kriging Ansatz und mit großen Datensätzen von Waldinventuren werden die Bonitäten von sechs bedeutenden Baumarten in Baden-Württemberg räumlich und zeitlich vorhergesagt. Durch umfangreiche Simulationen wird gezeigt, dass ein kriging der Residuen mit gewöhnlichen Kleinstquadratschätzungen der Mittelwertfunktion zu einem nahezu unverzerrten räumlichen Prädiktor führt. Außerdem erweist sich der korrespondierende Intervallprädiktor als quasi exakt.

Zur Modellierung von nichtlinearen Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen der Bonität und retrospektiven Klimavariablen an den Waldinventurstichprobenorten werden B-Spline Regressionsstechniken angewendet. Dabei wird der räumlich strukturierte Fehler durch exponentielle Kovarianzfunktionen modelliert. Das Mittelwertmodell wird schließlich für räumlich feiner skalierte Klimaprojektionsdaten angewendet, um die relativen Veränderungen der Bonitäten für ein verändertes Klima vorherzusagen.

Mit den Klimaprojektionen eines existierenden regionalen Klimamodells für die IPCC-Emissions-szenarien A1B und A2 zeigt sich, dass sich die Bonität aller Baumarten in tieferen Lagen vermindern wird und in Mittelgebirgslagen erhöhen wird. Die Bonitäten von Tannen- und Eichenbeständen werden auch in tieferen Mittelgebirgslagen ansteigen. Die Standortbedingungen im Südwestdeutschen Alpenvorland könnten auch in Zukunft hoch produktiv für das Wachstum der Fichte sein. Während sich die Bonitäten von Buchen- und Douglasienbeständen im nahezu ähnlichen Ausmaß verringern werden wie die von Fichtenbeständen, werden die Bonitäten von Kiefernbeständen nur sehr wenig von Klimaveränderungen beeinflusst werden.

### **\*Korrespondenz an:**

Dr. Arne Nothdurft, Abt. Biometrie und Informatik, FVA Baden-Württemberg, Wonnhaldestr. 4, D-79100 Freiburg, E-Mail: arne.nothdurft@forst.bwl.de

## **Sturmgefährdung von Wäldern: dynamische Reaktionen eines freistehenden Laubbaums auf turbulente Windlasten**

Jochen Schönborn\*, Dirk Schindler, Helmut Mayer

Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

Waldökosysteme sind nicht nur mittleren atmosphärischen Zuständen und deren Änderungen ausgesetzt, sondern auch extremen Wetterereignissen. Von allen meteorologischen Extremereignissen besitzen Winterstürme aufgrund ihrer großräumigen Ausdehnung und der extremen Ausprägung ihrer bodennahen Strömungsfelder das größte Gefährdungspotenzial für die Wälder Europas. Lokale, kurz andauernde Stürme im Sommer - z.B. Tornados - weisen auch ein hohes Gefährdungspotenzial für Wälder auf. Neben den ökologischen und ökonomischen Schäden in Wäldern stellt sich ebenfalls ein erhebliches Risiko durch Sturmschäden an Einzelbäumen, v.a. in urbaner Umgebung, ein. Dabei spielen sowohl Stamm- als auch Ast- und Kronenbruch sowie die dadurch entstehenden Personen- und Sachschäden eine entscheidende Rolle.

Aufgrund der erheblichen, vielschichtigen Schadenswirkung von Stürmen besteht ein begründetes Interesse an der Entwicklung von Strategien zur Minimierung der durch sie verursachten Schäden in Wäldern und an Bäumen im urbanen Umfeld. Die Anforderungen danach werden durch den derzeit ablaufenden Klimawandel erhöht. Er äußert sich nicht nur in sich ändernden Trends meteorologischer Variablen, sondern weist auch darin eingebettete extreme Wetterereignisse auf. Im Hinblick auf zukünftige Wintersturmereignisse besteht die begründete Vermutung, dass sich das derzeit hohe Niveau der Sturmaktivität im Norden Deutschlands bis zum Jahr 2050 weiter erhöhen und über Süddeutschland nicht signifikant ändern wird.

Vor dem Hintergrund von prozessbasierten Methoden zur Reduzierung von Sturmschäden in Wäldern haben Studien über die Quantifizierung der dynamischen Reaktionen von Bäumen auf turbulente Windlasten eine hohe Aktualität. In den vergangenen Jahrzehnten waren sie meistens auf Nadelbaumarten bezogen. Im Gegensatz dazu liegt der Schwerpunkt der hier vorgestellten Untersuchung auf der Analyse des windinduzierten dynamischen Schwingungsverhaltens eines freistehenden Laubbaums.

In einem achtmonatigen Freilandversuch (August 2009 bis März 2010) wurden die dynamischen Reaktionen eines Spitzahorns (*Acer platanoides*) auf die turbulente Strömung experimentell bestimmt. Infolge der Länge des Untersuchungszeitraums konnte bei der Analyse der Baumreaktionen zwischen der belaubten und laubfreien Phase differenziert werden. Neben dem Schwingungsverhalten des Stammes wurde auch das Schwingungsverhalten mehrerer Äste erfasst. Dazu wurden insgesamt 29 biaxiale Inklinometer an verschiedenen Ästen unterschiedlicher Ausrichtung, Neigung und Ordnung installiert. Für die zeitlich hoch aufgelöste Messung der lokalen Strömung wurden 17 Ultraschallanemometer eingesetzt, die an vier Messtürmen um den Untersuchungsbaum montiert waren.

Für die Analyse aller Strömungs- und Baumreaktionsdaten, die in einer zeitlichen Auflösung von mindestens 10 Hz zur Verfügung stehen, wurden verschiedene Verfahren wie Fourier- und Wavelet-Spektralanalysen eingesetzt. Die bisher gewonnenen Erkenntnisse, wie z.B. zum Einfluss des Belaubungszustands auf die Frequenz der Grundschiwingung der oberirdischen Baumteile, werden im Vortrag präsentiert.

### **\*Korrespondenz an:**

Dipl.-Forstw. Jochen Schönborn, Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Werthmannstr. 10, D-79085 Freiburg, E-Mail: [jochen.schoenborn@meteo.uni-freiburg.de](mailto:jochen.schoenborn@meteo.uni-freiburg.de)

## Klimafolgenszenarien landwirtschaftlicher Kenngrößen für die Modellregion Dresden im Projekt REGKLAM

Barbara Köstner\*<sup>1)</sup>, Marco Lorenz<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Professur für Meteorologie, Technische Universität Dresden, Deutschland

<sup>2)</sup> Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Deutschland

Der Forschungsverbund „Land, Klima und Ressourcen (LandCaRe) 2020“ hat das modellbasierte Entscheidungshilfesystem LandCaRe-DSS (DSS = Decision Support System) anhand der Modellregionen „Weißeritz“ in Sachsen und „Uecker“ in Brandenburg entwickelt. Für den Verbund „Integriertes Regionales Klimaanpassungsprogramm Modellregion Dresden (REGKLAM)“ wurde das DSS räumlich sowie hinsichtlich der verwendbaren regionalen Klimaprojektionen erweitert. Erste Ergebnisse zum Vergleich der Wirkung verschiedener Klimaprojektionen auf landwirtschaftlich bedeutsame Indizes und Prozessgrößen wie Wasserbedarf und Ertragsbildung werden vorgestellt.

Unter einem DSS versteht man im Allgemeinen ein interaktives, flexibles, computer-basiertes Informationssystem, das zur Erkennung und Lösung komplexer Managementprobleme und verbesserter Entscheidungsfindung beiträgt. Das LandCaRe-DSS möchte vor allem neues Klimawissen in die strategische Planung der Landwirtschaft einbringen und durch Klimafolgenszenarien zur Klimaanpassung beitragen. Es besteht aus seiner zeitlichen Ebene, die durch eine Klimadatenbank mit Beobachtungsdaten und Klimaprojektionen sowie ökonomischen Szenarien gekennzeichnet ist, einer regionalen Ebene mit Modell- und GIS-Datenbanken sowie regionalen Anbauverteilungsszenarien und einer lokalen Ebene, die es erlaubt, Analysen für die Flächen einzelner landwirtschaftlicher Betriebe in Verbindung mit deren Bewirtschaftung und ökonomischen Kennzahlen durchzuführen. Das LandCaRe-DSS besteht derzeit aus einer nicht frei zugänglichen Expertenversion und einer Demoversion im Internet ([www.landcare-dss.de](http://www.landcare-dss.de)). Die Klimadatenbank enthält die in REGKLAM angewandten Projektionen der dynamische Klimamodelle REMO und CCLM sowie die der statistisch-dynamischen Modelle WETTREG (2006, 2010) und WEREX-IV. Vorteil des DSS ist, dass auf relativ einfache Weise neue Klimadaten integriert sowie Klimaprojektionen und simulierte Klimafolgen verglichen werden können. Es werden immer 30-jährige Klimaperioden betrachtet. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den Perioden 1975 (1961-1990), 2005 (1991-2020) und 2035 (2021-2050). Die Simulationen können an Klimastationen, regionalisierten Stationsdaten sowie anhand von Gitterpunkten der dynamischen Klimaprojektionen durchgeführt werden.

Bisherige Ergebnisse für das Emissionsszenario A1B zeigen einheitliche Trends bei den allein temperaturabhängigen Modellen für Phänologie und Ontogenese. Unterschiedliche Trends werden vor allem durch den Niederschlag verursacht. Größte Zunahmen des Zusatzwasserbedarfs (z.B. bei Silomais) im Tief- und Hügelland um das 1,5- bis 2,5-fache ergeben sich beim Vergleich der Perioden 2005 und 2035 zu 1975 für die Projektion WETTREG-2010, gefolgt von WEREX-IV und WETTREG-2006. Keine Änderung ist bei der Projektion CCLM (mit Niederschlagskorrektur) zu verzeichnen. Die Projektionen WETTREG-2010 und CCLM umfassen demzufolge die größte Spannweite der Klimawirkungen. Neben der Bedeutung der Bodeneigenschaften ist für die Richtung der Ertragsentwicklung vor allem der Photosynthesetypus der Fruchtarten (C<sub>3</sub>-Typ: z.B. Weizen; C<sub>4</sub>-Typ: z.B. Mais) ausschlaggebend. Innerhalb der Typen verursachen die verschiedenen Klimaprojektionen eine Variabilität der mittleren Ertragsänderung von 5-25%, wobei zukünftige Ertragsabnahmen mit dem C<sub>4</sub>-Typ verbunden sind. Trotz Variabilität der Klimaprojektionen lassen sich folglich Anpassungen der Fruchtart ableiten. Anders als beim Zusatzwasserbedarf treten bei den Ertragssimulationen Unterschiede zwischen den statistisch-dynamischen und dynamischen Klimaprojektionen weniger hervor. Eine umfassende, systematische Bearbeitung von Klimafolgenszenarien ist weiter anzustreben.

### \*Korrespondenz an:

PD Dr. Barbara Köstner, Professur für Meteorologie, Institut für Hydrologie und Meteorologie, Technische Universität Dresden, D-01062 Dresden, E-Mail: [barbara.koestner@tu-dresden.de](mailto:barbara.koestner@tu-dresden.de)

**Vorträge**  
**zum Themenschwerpunkt**  
**„Klimafolgenforschung“**  
**Sitzung 2**

## www.PEP725.eu - Pan European Phenological Database

Elisabeth Koch\*, Wolfgang Lipa, Markus Ungersböck, Susanne Zach-Hermann

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Österreich

Phänologie, die Lehre von den alljährlich wiederkehrenden Erscheinungen in Flora und Fauna. Im letzten Jahrzehnt entwickelte sich die phänologische Forschung zu einem wichtigen Tool der Climate Change Impact-Studies. Im 4. IPCC Bericht stehen die Ergebnisse phänologischer Forschung in Europa auf einem prominenten Platz, die EEA verwendet phänologische Daten als Climate Change Indicators. Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Pflanzenentwicklung im Jahresablauf sind leicht zu beobachten, was mit Grund dafür ist, dass phänologische Forschungsergebnisse großes öffentliches Interesse erregen und phänologische Themen oft in den Medien auftauchen. Aber phänologische Daten sind auch wichtig und notwendig als „ground truth“ Beobachtungen für NDVI-Satelliten-Messungen, gemeinsam mit meteorologischen Messungen werden diese Daten für Ernteertragsmodelle genutzt.

PEP725, gefördert von der ZAMG und EUMETNET hat zum Hauptziel, phänologische Daten aus ganz Europa zu sammeln, in ein einheitliches Format zu bringen und die Daten samt Metadaten für Bildung, Wissenschaft & Forschung zugänglich zu machen. Entsprechend der PEP725-DataPolicy gibt es „open access“, womit PEP725 zu einer wichtigen europäischen Infrastruktur für Klimafolgen-Forschung zählt. Das user-freundliche Downloadtool führt die Benutzerinnen und Benutzer in nur drei Schritten 1. Registrierung 2. Datenauswahl 3. Checken der Mailbox zu den gewünschten Daten. Andere wichtige Ziele sind die Vernetzung der Messnetzbetreiber über die Webpage [www.pep725.eu](http://www.pep725.eu) und durch regelmäßige Meetings. Und bereits zwei Mal wurde ein Symposium über „New Developments in Phenology“ mit prominenten Vortragenden an der ZAMG veranstaltet (<http://www.pep725.eu/project/symp2012.php>).

16 europäische Wetterdienste und 7 Partner haben bis jetzt ihre Beobachtungsdaten in die PEP725 Datenbank eingepflanzt. Mehr als 10 000 000 Datenrecords von 31 Ländern und von mehr als 15 000 Beobachtungsorten stehen zurzeit auf der PEP725 Datenbank zum Download bereit. Agrarphänologische Beobachtungsdaten haben einen großen Anteil wie Gerste *Hordeum vulgare* 8%, Kartoffeln *Solanum tuberosum* 6% und Weizen *Triticum aestivum* 5%. Aber auch die Roskastanie *Aesculus hippocastanum* ist mit 7% vertreten, ebenso häufig die Stieleiche *Quercus robur*. Das Hauptinteresse der User liegt bei der Hängebirke *Betula pendula*, der Vogelkirsche *Prunus avium* und der Stieleiche *Quercus robur*, welche die meisten Downloads verzeichnen. Wie bei phänologischen Daten üblich sind diese über das Jahr ungleichmäßig verteilt: in den Frühlingsmonaten finden sich die meisten Beobachtungen, ein sekundäres Maximum tritt im Herbst auf.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Elisabeth Koch, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Hohe Warte 38, A-1190 Wien, Österreich, E-Mail: [elisabeth.koch@zamg.ac.at](mailto:elisabeth.koch@zamg.ac.at)

## Wie beeinflusst der Klimawandel die Hochwassergefahr in kleineren und mittleren Flusseinzugsgebieten?

Gerd Schädler\*<sup>1)</sup>, Doris DÜthmann<sup>4)</sup>, Joachim Liebert<sup>3)</sup>, Irena Ott<sup>2)</sup>, Sven Wagner<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-TRO), KIT Karlsruhe, Deutschland

<sup>2)</sup> Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU), KIT Karlsruhe, Deutschland

<sup>3)</sup> Institut für Wasser und Gewässerentwicklung (IWG), KIT Karlsruhe, Deutschland

<sup>4)</sup> Sektion Hydrologie, GFZ Potsdam, Deutschland

Die im Rahmen von CEDIM durchgeführte Studie untersucht den Einfluss des Klimawandels auf zukünftige Hochwasserereignisse in einem kleineren (Ammer) und zwei mittelgroßen (Mulde, Ruhr) Flusseinzugsgebieten in Deutschland für den Projektionszeitraum 2021-2050 im Vergleich zum Kontrollzeitraum 1971-2000.

Neben Aussagen zur Änderung von Starkniederschlägen und Hochwasserabflüssen ist die Abschätzung der Zuverlässigkeit solcher Aussagen durch Verwendung eines Ensembles von Simulationen ein wichtiger Aspekt. Die Modellkette ist aus verschiedenen globalen und regionalen Klimasimulationen sowie hydrologischen Modellsimulationen aufgebaut: sie umfasst zwei globale Klimamodelle (ECHAM5 und CCCma3 aus dem IPCC-AR4-Ensemble), zwei regionale Modelle (CLM und WRF) mit hoher Auflösung (7 km) sowie drei konzeptionell verschiedene hydrologische Modelle (PRMS, SWIM und WaSiM-ETH). Um den Einfluss natürlicher Klimaschwankungen abschätzen zu können, wurden für ECHAM5 drei verschiedene Realisierungen verwendet. Da sich der Einfluss der verschiedenen Emissionsszenarien erst in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts deutlich bemerkbar macht, wurde in diesem Projekt ausschließlich das Szenario A1b verwendet. Die Einzugsgebiete der untersuchten Flüsse Ammer, Mulde und Ruhr wurden mit jeweils zwei verschiedenen hydrologischen Modellen gerechnet. Somit steht für jedes Einzugsgebiet ein Ensemble aus zehn unterschiedlichen Abflusssimulationen zur Verfügung.

Die hoch aufgelösten Klimasimulationen zeigen für ganz Deutschland einen signifikanten Temperaturanstieg zwischen Kontroll- und Projektionszeitraum um 1,1°C. Dabei ist die Temperaturzunahme im Winter mit 1,4°C größer als im Sommer (0,9°C). Für den zukünftigen mittleren Niederschlag werden modell- und jahreszeitenabhängig von CLM und WRF sowohl zunehmende als auch abnehmende Tendenzen berechnet. Um die Ergebnisse der Klimamodelle als Input für die hydrologischen Modelle verwenden zu können, wurde eine Bias-Korrektur für Temperatur und Niederschlag durchgeführt.

Die Ergebnisse der hydrologischen Modellierung zeigen, dass die Hochwassergefahr in der näheren Zukunft im Wesentlichen gleich bleibt oder im Falle der Ruhr zunimmt. Die teilweise große Streuung der Ensembleergebnisse hängt vom Einzugsgebiet, der Jahreszeit und vom betrachteten Wiederkehrintervall ab. Die Streuung innerhalb des Kontroll- bzw. Projektionszeitraums wird zu einem großen Teil von den hydrologischen Modellen erzeugt. Dagegen wird die Streuung des Änderungssignals im Winterhalbjahr vor allem durch die globalen Klimamodelle und die natürliche Klimavariabilität, im Sommerhalbjahr überwiegend durch die regionalen Klimamodelle hervorgerufen.

Diese Ergebnisse bestätigen in mancher Hinsicht beobachtete Trends; sie unterstreichen die Wichtigkeit von Ensemble-Studien und verdeutlichen, dass Ergebnisse von Einzelsimulationen irreführend sein können.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Gerd Schädler, Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-TRO), KIT Karlsruhe, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, D-76344 Eggenstein-Leopoldshafen, E-Mail: gerd.schaedler@kit.edu

## Hagelgefährdung in einem zukünftigen Klima

Susanna Mohr\* und Michael Kunz

Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-TRO), Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Schwere Gewitterstürme und damit verbundene Extremereignisse wie Hagelschlag stellen ein erhebliches Gefahrenpotential dar. Dabei haben schwere Hagelereignisse in Baden-Württemberg in den vergangenen Jahrzehnten erheblich zugenommen und sind mittlerweile mit rund 40% die Hauptursache aller Elementarschäden an Gebäuden. Im Rahmen des Projekts HARIS-CC („Hagelgefährdung und Klimawandel“) konnte gezeigt werden, dass das Gewitterpotential in der Atmosphäre in den vergangenen 20-30 Jahren ebenfalls zugenommen hat. In Hinblick auf die globale Klimaerwärmung stellt sich nun die Frage, mit welchen Änderungen des Gewitterpotentials und den damit verbundenen Hagelereignissen in einem zukünftigen Klima zu rechnen ist.

Zunächst wurde ein Zusammenhang zwischen Hagelschadendaten einer Gebäudeversicherung und Beobachtungsdaten verschiedener geeigneter Parameter, die sowohl die Stabilität der Luftmassen als auch synoptisch-skalige Hebungsvorgänge berücksichtigen, hergestellt. Anschließend wurden die gewonnenen Ergebnisse auf Simulationsergebnisse verschiedener hoch aufgelöster regionaler Klimamodelle (RCM) übertragen, um in Deutschland Änderungen des Konvektionspotentials in der Vergangenheit statistisch zu analysieren.

Verschiedene statistische Analysen belegen, dass RCMs mit einer räumlichen Auflösung von rund 10 km durchaus in der Lage sind, das konvektive Verhalten in der Atmosphäre wiederzugeben. Allerdings werden hohe thermische Instabilitäten (insbesondere über dem Norden Deutschlands) von allen Modellen unterschätzt. Mit Reanalysedaten (ERA-40) angetriebene RCMs zeigen - wie schon die Radiosondendaten - eine Zunahme des Gewitterpotentials zwischen 1971 und 2000. Grund hierfür ist vor allem die Zunahme der Feuchte in den bodennahen Atmosphärenschichten.

Derzeit wird mittels logistischer Regression ein Hagelmodell entwickelt, um durch die bestmögliche Kombination verschiedener hagelrelevanter Proxydaten (z.B. Konvektionsenergie, Windscherung, Feuchteflusskonvergenz, Großwetterlagen u.a.) in Klimamodellen auf die Hagelgefährdung zuschließen.

Zukünftig sollen die bisher gewonnen Ergebnisse auf ein Ensemble verschiedenen regionalen Klimäläufen übertragen werden. Durch Vergleich zwischen Vergangenheit und Zukunft wird die Änderung des Gewitter- bzw. Hagelpotential in der nahen Zukunft (2020-2050) quantifiziert. Dabei wird auch untersucht, welchen Einfluss verschiedene globale Antriebsdaten, Emissionsszenarien oder Klimamodelle auf die Ergebnisse haben, um daraus auf deren Unsicherheiten zu schließen.

### \*Korrespondenz an:

Susanna Mohr, Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-TRO), Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Wolfgang-Gaede-Str. 1, D-76131 Karlsruhe, E-Mail: mohr@kit.edu



## **Ein modifizierter Heliothermal Index zur Bestimmung von Charakteristika von Weinjahrgängen in Baden-Württemberg**

Paul Neumann\*, Andreas Matzarakis

Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

Der Heliothermal Index, auch Huglin Index genannt, ist eine der häufigsten Methoden zur Identifizierung von Gebieten, die für den Weinbau geeignet sind. Er wird hauptsächlich in Europa angewandt und verwendet Lufttemperatursummen und den Breitengrad. In dieser Untersuchung wurde eine modifizierte Version vom Heliothermal Index verwendet, um Charakteristika von Weinjahrgängen in Baden-Württemberg zu bestimmen. Das Ziel ist es von den Witterungsverläufen der jeweiligen Vegetationsperioden auf die Oechslegehalte und den Säureanteil der Weinjahrgänge zu schließen. Daten von 11 Klimastationen von 1960-2010 wurden verwendet, um Beziehungen zu finden und zu testen. Zur Verbesserung der Korrelationen wurden, die für die Charakteristika wichtigsten Zeitspannen der Vegetationsperioden identifiziert und herausgefiltert. Mit dieser Methode konnten erfolgreich Bestimmungen vom Oechslegehalten und Säuregehalten, mit mittleren absoluten Fehlern um die 4° Oe bzw. 0,8 ‰, durchgeführt werden.

### **\*Korrespondenz an:**

Paul Neumann, Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Werthmannstr. 10, D-79085 Freiburg, E-Mail: [paul.neumann@meteo.uni-freiburg.de](mailto:paul.neumann@meteo.uni-freiburg.de)

## Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Zuckerrübenenerträge in Rheinhessen und der Pfalz

Pascal Kremer, Hans-Joachim Fuchs

Geographisches Institut, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Deutschland

Die Landwirtschaft als maßgeblich vom Klima und der Witterung abhängiger Wirtschaftszweig, ist von einer Klimaänderung besonders stark betroffen. Das Klima bzw. die Witterung ist der wichtigste natürliche Produktionsfaktor im Pflanzenbau und durch Produktionstechnik nur begrenzt beeinflussbar. Klimaänderungen haben somit maßgebliche Auswirkungen auf das Ertragspotential. Die Zuckerrübe, eine in Rheinhessen und der Pfalz weit verbreitete Kulturpflanze, hat hohe Ansprüche an das Klima und den Boden und ist von klimatischen Veränderungen in besonderem Maße betroffen. Nach RÖSTEL (1999: 334) ist der Faktor Jahreswitterung für mindestens 40-50% der Ertragsschwankungen verantwortlich. Die Zuckerrübe ist prädestiniert für eine Untersuchung des Einflusses der Jahreswitterung auf den Ertrag, da sie die Gesamtheit der Witterungseinflüsse von der Aussaat bis zur Ernte im Ertrag abbildet.

Im Zeitraum zwischen 1949-2006 konnte im Untersuchungsgebiet der Regionen Mainz, Worms und Frankenthal ein Ertragszuwachs von gut 50% bei starken interannuellen, auf Witterungseinflüsse rückführbare Schwankungen festgestellt werden. Für diesen Produktionsfortschritt ist hauptsächlich die Züchtung sowie die Faktoren Anbauverfahren bzw. Produktionstechnik sowie das Klima verantwortlich. Um aussagekräftige Zusammenhänge zwischen dem Klima bzw. der Jahreswitterung und dem Ertrag herzustellen, müssen die real erzielten Erträge zunächst vom Züchtungsfortschritt bereinigt werden. Hierzu wurde die Züchtungsfortschrittsbereinigung (eigene Methode) entwickelt:

$$E_z = E \times (1 - p/100)^n$$

$E_z$  = züchtungsfortschrittsbereinigter Ertrag;  $E$  = real erzielter Durchschnittsertrag;  $p$  = prozentualer Züchtungsfortschritt (LOEL et. al (2011): 0,9%; KOCH (2006): 0,75%);  $n$  = Anzahl der Jahre ausgehend vom Indexjahr der Züchtungsfortschrittsbereinigung

Zunächst wurden Niederschlags- und Temperatursummen bezogen auf unterschiedliche Abschnitte der Vegetationsperiode gebildet und anschließend mit dem Ertrag korreliert. Die Korrelationsanalyse der real erzielten und der züchtungsfortschrittsbereinigten Erträge weist im Untersuchungsgebiet einen hohen Zusammenhang mit der Jahreswitterung nach, wobei die züchtungsfortschrittsbereinigten Erträge durchweg höher mit den Witterungsparametern korrelieren. Die höchsten Zusammenhänge konnten für die Hauptwachstumsphase der Zuckerrübe zwischen Juni und August nachgewiesen werden. Die Niederschlagssummen korrelierten positiv, die Temperatursummen negativ mit dem Ertrag.

Im zweiten Schritt wurde die rezente Entwicklung der besonders ertragsbeeinflussenden Witterungsfaktoren der Hauptwachstumsphase analysiert. Tendenziell nahmen die Niederschlagssummen im Untersuchungszeitraum zwischen 1951-2003 ab und die Temperatursummen stiegen an. In Kombination wirkt sich dies negativ auf die Ertragsentwicklung aus, da die klimatische Wasserbilanz negativer wird und somit häufiger Jahre mit Trockenstress für die Zuckerrübe auftreten. Der Klimawandel hat jedoch auch Entwicklungstendenzen zur Folge, die sich positiv auf die Ertragsentwicklung auswirken. Die tendenziell frühere Aussaat, steigende Temperatursummen in der Frühphase der Vegetationszeit, steigende Niederschlagssummen im September und Oktober verbunden mit höheren Temperaturen sowie der kontinuierliche Anstieg der atmosphärischen  $CO_2$ -Konzentration wirken sich positiv auf die Erträge aus. Es zeigt sich jedoch am Rückgang der züchtungsfortschrittsbereinigten Erträge, dass die negativen Entwicklungstendenzen in der Vergangenheit die positiven regional überwogen haben. Dies kann aktuell jedoch noch durch die Züchtung überkompensiert werden. Für die Zukunft wird durch die verwendeten Klimaszenarien eine Fortsetzung der Trends der Vergangenheit projiziert, so dass der Klimawandel die Ertragsentwicklung möglicherweise auch in Zukunft eher negativ beeinflussen wird. Dies spiegelt sich auch in der höheren projizierten Eintrittshäufigkeit des zweifaktoriellen Fingerabdrucks für potentiell ertragsschwache Jahre (Niederschlagssumme Juni bis August <110 mm; Temperatursumme Juli plus August >1200 K) im Vergleich zum Referenzzeitraum wieder.

### \*Korrespondenz an:

Prof. Dr. Hans-Joachim Fuchs, Geographisches Institut, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, D- 55099 Mainz, E-Mail: [hans.fuchs@uni-mainz.de](mailto:hans.fuchs@uni-mainz.de)  
oder Pascal Kremer: [pkremer@students.uni-mainz.de](mailto:pkremer@students.uni-mainz.de)

**Vorträge**  
**zum Themenschwerpunkt**  
**„Klimafolgenforschung“**  
**Sitzung 3**

## Auswirkungen des Klimawandels auf Energieerzeugungstechnologien

Andreas Herrmann\*<sup>1)</sup>, Benjamin Lampadius<sup>1)</sup>, Jörg Matschullat<sup>2)</sup>, Dimosthenis Trimis<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Lehrstuhl für Gas- und wärmetechnische Anlagen, Technische Universität Bergakademie Freiberg

<sup>2)</sup> Lehrstuhl für Geochemie und Geoökologie, Technische Universität Bergakademie Freiberg

Der Energieertrag von Energieerzeugungstechnologien ist unter anderem von sich ändernden Klimabedingungen abhängig. Im Rahmen des Projektes REGKLAM (Regionalisiertes Klimaanpassungsprogramm für die Modellregion Dresden) werden die entsprechenden Zusammenhänge untersucht und quantifiziert. Wichtige Klimaparameter, welche die Energieerzeugungstechnologien beeinflussen, sind insbesondere Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit, Globalstrahlung, Luftfeuchte und Niederschlagswerte.

Auf der Basis der Ertragssimulation mit Stundenwerten wurden die Ertragsänderungen für verschiedene Technologien prognostiziert und in Abhängigkeit von den jeweils relevanten Klimaparametern angegeben. Die Simulation erfolgte auf der Basis von Test-Referenz-Jahr-Daten des Deutschen Wetterdienstes für den Prognosezeitraum 2021 bis 2050 im Vergleich zur Basisperiode 1988 bis 2007 und teilweise auf der Basis von Klimadaten, die im REGKLAM-Projekt ermittelt wurden.

In Tabelle 1 sind die wichtigsten klimatischen Auswirkungen auf verschiedene Technologien dargestellt.

**Tabelle 1: Darstellung der Abhängigkeit verschiedener Energieerzeugungstechnologien von verschiedenen Klimaparametern**

Technologie	Abhängigkeit von folgenden Klimaparametern
Photovoltaikanlagen	Globalstrahlung, Temperatur
solarthermische Anlagen	Globalstrahlung, Temperatur
Wasserkraft	Niederschläge
Windkraftanlagen	Windgeschwindigkeit, Temperatur
wärmegeführte Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen	Temperatur, Globalstrahlung
Gasturbinen	Temperatur, Luftfeuchte
GuD-Kraftwerke	Temperatur, Luftfeuchte

Eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Regionen in Deutschland ist möglich. Die jeweiligen energetischen und wirtschaftlichen Konsequenzen werden erläutert sowie geeignete Anpassungsmaßnahmen vorgeschlagen.

Bzgl. des Klimawandels gibt es Gewinnertechnologien (insbesondere solarthermische und PV-Anlagen) und Verlierertechnologien (konventionelle Kraftwerke, KWK-Anlagen). Bei Wind- und Wasserkraftanlagen sind aufgrund der Prognose-Unsicherheiten der relevanten Klimaparameter keine eindeutigen Aussagen ableitbar.

**\*Korrespondenz an:**

Andreas Herrmann, Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik, Lehrstuhl für Gas- und Wärmetechnische Anlagen, Gustav-Zeuner-Straße 7, D-09599 Freiberg, E-Mail: [Andreas.Herrmann@iwtt.tu-freiberg.de](mailto:Andreas.Herrmann@iwtt.tu-freiberg.de)

## **Klima und Tourismus in Österreich - Ansätze zur tourismus-klimatischen Bewertung**

Martin Hämmerle\*<sup>1)</sup>, Andreas Matzarakis\*<sup>1)</sup>, Christina Endler<sup>1),3)</sup>, Stefan Muthers<sup>1),4),5)</sup>,  
Elisabeth Koch<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

<sup>2)</sup> Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Vienna, Austria

<sup>3)</sup> Deutscher Wetterdienst, Zentrum für Medizin-Meteorologische Forschung, Freiburg, Deutschland

<sup>4)</sup> Climate and Environmental Physics, Physics Institute, University of Bern, Switzerland

<sup>5)</sup> Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern, Switzerland

Tourismus und Erholung sind Faktoren von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung, welche direkt mit dem Wetter und Klima einer Destination in Verbindung stehen. Basierend auf den Daten aus dem Messnetz der österreichischen Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) wurden 37 Stationen aus der Perspektive des Tourismus- und Erholungssektors untersucht. Die entsprechend bearbeiteten Daten münden in Häufigkeitsdiagrammen der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (PET) und der Niederschlagsbedingungen. Zudem wurden die Ergebnisse übersichtlich im Klima-Tourismus/Transfer-Informationsschema (CTIS) dargestellt. Um zukünftige klimatische Verhältnisse beschreiben zu können, wurden Daten der Klimamodelle REMO und CLM analysiert, wobei die beiden Zeitabschnitte 2021-2050 und 2071-2100 und die beiden IPCC-Szenarien A1B und B1 Verwendung fanden. Die Modelldaten wurden anhand der CTIS-Schwellenwerte wie z.B. thermischer Komfort, Hitzestress, Kältestress, Sonnenschein, Regen, Schneeverhältnisse etc. bearbeitet. Im Zeitraum 2021-2050 werden nur geringe Änderungen erwartet. Im Zeitabschnitt 2071-2100 ist jedoch eine ausgeprägte Abnahme von Kältestress aber auch des Skipotentials zu erkennen. Andererseits wird eine mäßige Zunahme der Häufigkeit der Parameter thermischer Komfort, Hitzestress, Schwüle und Sonnenschein konstatiert. Bezüglich der Niederschlags- und Windverhältnisse lassen sich keine deutlichen Tendenzen erkennen.

### **\*Korrespondenz an:**

Prof. Dr. Andreas Matzarakis, Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Werthmannstraße 10, D-79085 Freiburg, E-Mail: [andreas.matzarakis@meteo.uni-freiburg.de](mailto:andreas.matzarakis@meteo.uni-freiburg.de)

## **Einfluss des Klimawandels auf Cyanobakterien in der Ostsee - Ergebnisse aus Projektionssimulationen**

Inga Hense\*<sup>1)</sup>, H.E. Markus Meier<sup>2)</sup>, Sebastian Sonntag<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> IHF, KlimaCampus, Universität Hamburg, Deutschland

<sup>2)</sup> SMHI, Schweden

Cyanobakterien (volkstümlich auch Blaualgen genannt) gehören zu den dominanten Primärproduzenten in der Ostsee. Im Gegensatz zu anderen photosynthetisierenden Ostseearten können Cyanobakterien nur bei relativ warmen Temperaturen wachsen. Daher wird erwartet, dass sie von der globalen Erwärmung profitieren und eine Zunahme der Biomasse sowie Ausbreitung in der Ostsee stattfindet. Mit Hilfe eines gekoppelten biologisch-physikalischen Modells, welches ein detailliertes Cyanobakterienlebenszyklusmodell beinhaltet, untersuchen wir die Entwicklung der Cyanobakterienbiomasse für zwei Zeiträume (1969–1998; 2069–2098).

Das Modell sagt eine längere Wachstumsphase und eine mehr als zweifach erhöhte Biomasse und Stickstofffixierung für den Zeitraum am Ende dieses Jahrhunderts voraus. Zusätzliche Sensitivitätsexperimente weisen darauf hin, dass biologisch-physikalische Wechselwirkungen aufgrund von Lichtabsorption in Zukunft eine wichtigere Rolle spielen. Im Allgemeinen finden wir eine nichtlineare Abhängigkeit der Cyanobakterien von Änderungen im atmosphärischen Antrieb. Dies lässt sich durch Rückkopplungsprozesse, die mit dem Lebenszyklus zusammenhängen, erklären. Unsere Studie zeigt, dass die Sensitivität von Ökosystemen, die durch Cyanobakterien sehr stark geprägt sind, hoch ist. Biologisch-physikalische Wechselwirkungen und Wechselwirkungen aufgrund des Lebenszyklusses sollten in Zukunft in Ostseeökosystem-Projektionsstudien berücksichtigt werden.

### **\*Korrespondenz an:**

Inga Hense, IHF, KlimaCampus, Universität Hamburg, Grosse Elbstrasse 133, D-22767 Hamburg,  
E-Mail: [inga.hense@uni-hamburg.de](mailto:inga.hense@uni-hamburg.de)

## **Gut beratene Klimapolitik? Internationale Bestandsaufnahme zu Formen der wissenschaftlichen Politikberatung in der Klimapolitik**

Sabine Reinecke\*<sup>1)</sup>, Michael Pregernig<sup>1)</sup>, Till Pistorius<sup>1)</sup>, Anja Bauer<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Institut für Forst- und Umweltpolitik, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

<sup>2)</sup> Institut für Wald-, Umwelt- und Ressourcenpolitik, BOKU Wien, Österreich

Die effektive Verbindung von wissenschaftlichem Wissen und politischen Entscheidungen stellt seit langem eine der größten Herausforderungen politischer Steuerung dar. Vor diesem Hintergrund ist *wissenschaftliche Politikberatung* in letzter Zeit wieder vermehrt zum Gegenstand öffentlicher Debatte und wissenschaftlicher Analyse geworden. Im Bereich des Klimaschutzes und der Klimawandelanpassung ist auf nationaler wie internationaler Ebene eine Vielzahl wissenschaftlicher Beratungsgremien geschaffen worden, von denen der IPCC zweifelsohne das bekannteste darstellt. Entgegen der generellen Wahrnehmung vollzieht sich wissenschaftliche Politikberatung nicht allein in klassischen Formaten wie IPCC-artigen Expertenpanels oder wissenschaftlichen Beiräten, sondern nimmt sehr unterschiedliche Formen an. Format und Arbeitsweise reichen von IT-basierten integrierten Bewertungswerkzeugen bis zu kollaborativen Planungs- und Entscheidungsforen, von anwendungsorientierter *ad hoc* Auftragsforschung bis zu langfristigen thematischen Forschungsprogrammen, von zwischenstaatlichen Expertenpanels bis zu privaten *think tanks*.

In dem internationalen Projekt ReSciPI („*Reshaping Science-Policy Interactions in Climate Policy*“) wurde eine länderübergreifende Bestandsaufnahme unterschiedlicher Typen der Klimapolitikberatung durchgeführt. ReSciPI basiert auf einer konzeptionellen Vorstellung von der Interaktion an der Schnittstelle von Wissenschaft und Politik, die klar über ein „lineares Modell“ reinen Wissenstransfers hinausgeht. Vielmehr wird Politikberatung als dynamischer, oft interaktiver Prozess des Austauschs und der „Aushandlung“ zwischen verschiedenen Akteursgruppen – WissenschaftlerInnen, EntscheidungsträgerInnen, Interessengruppen, Medien, BürgerInnen – betrachtet.

In der internationalen Bestandsaufnahme wurden verschiedene (traditionelle wie neue) Formen der wissenschaftlichen Klima-Politikberatung in ausgewählten Industrieländern untersucht. Unter Anwendung eines theoriegestützten Kriterienrasters wurden die Fälle mittels Dokumentenanalysen und qualitativer ExpertInnen-Interviews unter anderem hinsichtlich ihrer Organisationsstruktur, der zur Anwendung gebrachten Methoden der Wissensgenerierung und -vermittlung sowie ihrer Einbettung in öffentliche Debatten und politische Prozesse charakterisiert. Anhand einer qualitativen Bewertung über die Proxy-Kriterien Relevanz, Glaubwürdigkeit und Legitimität wurde zuletzt auch der Grad der Effektivität verschiedener Formen der Klimapolitikberatung erhoben.

Die durchgeführte Bestandsaufnahme liefert einen systematischen Überblick darüber, wie die Interaktion zwischen Klimawissenschaft und Klimapolitik in verschiedenen Ländern institutionalisiert ist und worin sich erfolgreichere Formen der Institutionalisierung von weniger erfolgreichen unterscheiden. Zuletzt wird diskutiert, wie Erfahrungen aus innovativen Institutionen und Prozessen der Interaktion von Klimawissenschaft und Klimapolitik in ausgewählten Industrieländern für Deutschland nutzbar gemacht werden können.

### **\*Korrespondenz an:**

Sabine Reinecke, Institut für Forst- und Umweltpolitik, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Tennenbacherstraße 4, D-79106 Freiburg, E-Mail: [sabine.reinecke@ifp.uni-freiburg.de](mailto:sabine.reinecke@ifp.uni-freiburg.de)

## Klimaethik in Wissenschaft und Anwendung

Joachim Rathmann

Institut für Geographie, Universität Augsburg, Deutschland

Der globale Klimawandel kann als eine der größten Herausforderungen der Menschheit betrachtet werden. Daher hat gerade die Klimaforschung eine sehr hohe gesellschaftliche Relevanz, die auch in Forschungsanträgen, Politik und Öffentlichkeit gerne hervorgehoben wird. Jedoch versteht sich die Naturwissenschaft traditionell als eine werturteilsfreie Wissenschaft. Trotzdem kann sich gerade die Klimaforschung ethischer Fragen nicht komplett entziehen, denn die Klimaforschung steht speziell auch bei den Klimaservices der Klimaberatung vor der Herausforderung, normative Aussagen zum aktuellen Klimawandel zu treffen.

Zunächst wird die Dringlichkeit ethischer Überlegungen und Grundkenntnisse für die Klimaforschung herausgearbeitet. In einem weiteren Schritt werden Grundprobleme einer theoretischen Klimaethikfundierung dargestellt.

Es ist unstrittig, dass die Menschen mit ihrem Verhalten einen nennenswerten Einfluss auf das Klima haben. Damit wird das Klima zu einem ethisch relevanten Objekt und inzwischen ist neben dem Arten- und Biotopschutz auch der Klimaschutz im Bewusstsein der Bevölkerung fest verankert. Eine große Herausforderung in einer Grundlegung einer Klimaethik liegt zunächst darin, zu begründen was eigentlich geschützt werden soll. Natürlich das Klima! Jedoch ist das aktuelle dynamische Verständnis von Klima eine umfassende Vorstellung eines komplexen Systems mit unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Systemgrenzen.

Es wird daher weiterhin herausgearbeitet, was dabei alles Gegenstand moralischer Überlegungen sein kann. Denn ob man unserer belebten oder unbelebten Mitwelt einen eigenen Wert, den es zu schützen gilt, zusprechen kann oder sogar muss, ist Gegenstand vieler Auseinandersetzungen, die ganz zentral für die Umweltethik sind. Generell ist es leichter zu begründen, dass Werte und Wertzuschreibungen dem Menschen und dem menschlichen Bewusstsein vor-enthalten sind. Schwieriger wird der Argumentationsgang, wenn kollektive Entitäten thematisiert werden, hierbei sind generell holistische Umweltethiken relevant. Ein angemessenes Begründungsmodell sollte den Menschen als Individuum (Individuethik) oder als soziales Wesen (Sozialethik) zu einem angemessenen Umgang mit dem Klima führen. Dabei sind auch zukünftige Generationen mit ihren Bedürfnissen in die Argumentation einzubeziehen. Um sich den globalen Herausforderungen des Klimawandels zu stellen, ist eine universalistische Ethikbegründung mit kulturübergreifender Gültigkeit erforderlich. Solch eine universelle Gültigkeit moralische Standpunkte lässt sich konsequent nur erreichen, wenn allem Existierenden ein Eigenwert – nicht nur ein instrumenteller Wert - zugesprochen wird. Eine theoretische Begründung der Klimaethik muss daher auf einer holistischen Ethikbegründung basieren und kann nicht nur als Teil der Umweltethik aufgefasst werden.

Der gesamte Komplex „Klimaethik“ umfasst sämtliche Fragen von der Verteilungsgerechtigkeit, der Landnutzung bis zur Armutsbekämpfung. Das hat zur Folge, dass die Klimaethik sinnvoll in verschiedene Bereiche unterteilt werden sollte. Einerseits in Bereiche, die in der angewandten Forschung relevant sind und andererseits in Bereiche, die für eine theoretische Ethikbegründung zentral sind. In dem vorliegenden Beitrag erfolgt die Fokussierung auf theoretische Grundprobleme, insbesondere das sog. Abgrenzungsproblem in der Umweltethik. Es werden abschließend die Schwierigkeiten dargelegt, die bei der Abgrenzung der moralisch zu berücksichtigenden Objekte in der Klimaethik auftreten.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Joachim Rathmann, Institut für Geographie, Universität Augsburg, Universitätsstraße 10, D-86135 Augsburg, E-Mail: joachim.rathmann@geo.uni-augsburg.de



**Posterbeiträge**  
**zum Themenschwerpunkt**  
**„Klimaanalysen anhand von Messdaten“**

## **Synchronbewegungen und Telekonnektionen in Zeitreihen des Klimasystems**

Peter Carl

Institut für Angewandte Marine, Limnische und Hydrologische Studien (IAMARIS), Berlin

Die ‚sparsame‘ Approximation von Klima-Zeitreihen der instrumentellen Periode mittels adaptiver, multiskaliger Wellenform-Analyse durch das Matching Pursuit (MP) Verfahren hat ein in mehrfacher Hinsicht intern und extern synchronisiertes System interannueller Modenstrukturen für die Periode 1870-1997 zum Vorschein gebracht. Defizite der ersten Version des Verfahrens, wie unzureichendes „zooming“ und künstliche Beschränkungen in der ‚erlaubten‘ Tiefe von Frequenzmodulationen (FM), lassen Zweifel daran, dass die aufgefundenen Strukturen die ‚sparsamste‘ Approximation darstellen. Obwohl u.a. als Hinweis auf die Obergrenze der Dimensionalität des Systems gültig und verwendbar, hat diese erste Approximation auch komplizierte Signale aufgedeckt, die wohl weiter vereinfacht werden können. Dazu gehören komplexe Wechselwirkungen unter Beteiligung des globalen Wasserkreislaufs, wie sie sich u.a. in Telekonnektionen des asiatischen Monsunsystems mit anderen Subsystemen bzw. Klimaelementen manifestieren. Von besonderem Interesse dabei sind dynamische Regimes, die im Zuge der Klimaentwicklung des vergangenen Jahrhunderts durchlaufen wurden. Es wird ein neuer Satz von Zeitreihenanalysen vorgestellt, die in mehrfacher Hinsicht eine Erweiterung des bereits erreichten Bildes bieten, darunter: (i) höhere Genauigkeit durch verbessertes „zooming“, (ii) Erweiterung des ‚Wörterbuchs‘ der analysierenden Elementarsignale, (iii) selektives Einbeziehen intrasaisonaler Analysen, (iv) Aktualisierung über 1997 hinaus, (v) Vergleich mit Klimamodell-Daten. Vor allem der erstmals umfassendere Einsatz des MP-FM Verfahrens zum Vergleich von Modell und Beobachtung liefert interessante Detailaussagen im Hinblick auf die qualitative Verifikation simulierter Klimaregimes.

### **Korrespondenz an:**

Dr. Peter Carl, Institut für Angewandte Marine, Limnische und Hydrologische Studien (IAMARIS), Hausvogteiplatz 5-7, D-10117 Berlin, E-Mail: pcarl@wias-berlin.de

## CM-SAF AVHRR Satellitendaten im Vergleich mit ERA-40 Reanalysen über der Nordsee - Wolkenbedeckung und Globalstrahlung

Nils H. Schade\*, Martin Stengel, Rainer Hollmann, Hartmut Heinrich, Gudrun Rosenhagen

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Hamburg, Deutschland, Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach und Hamburg, Deutschland

Im Rahmen des Forschungsprogramms KLIWAS (Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt) des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), werden Veränderungen der küstennahen Wasserstraßen untersucht, um gegenwärtige und zukünftige Adaptionsmaßnahmen, z.B. für den Küstenschutz, etc., zu entwickeln. Wolken spielen eine bedeutende Rolle für atmosphärische Prozesse und wirken dadurch auch auf die Ozeane. Sie beeinflussen die Erwärmung/Abkühlung der Atmosphäre und den Anteil an kurzweiliger Strahlung, der den Boden erreicht (Globalstrahlung). In gekoppelten Modellsystemen berechnen die Atmosphärenmodell den Wärme-, Frischwasser- und Impulsfluss und erhalten im Gegenzug Meeresoberflächentemperaturen aus dem Ozeanmodell. Darum bestimmt die Qualität der Bedeckungsgradberechnungen zu einem großen Anteil auch die Ergebnisse der gekoppelten Atmosphäre-Ozean-Modellläufe.

Zur Beurteilung und Abschätzung von Klimamodellen werden Referenzdaten benötigt. Der Wolkenbedeckungsgrad (TCC) wird über den Ozeanen nur in ungenügender Auflösung beobachtet, die Globalstrahlung wird indes überhaupt nicht operationell bestimmt. Die meisten in-situ Daten sind freiwillige Beobachtungen von Handelsschiffen (VOS), sowie Messungen von Bojen und Plattformen und einigen wenigen Forschungsfahrten. Da die Automation der Beobachtungen auch hier Einzug hält, ist zu erwarten, dass insbesondere die Wolkenparameter in Zukunft nicht mehr erhältlich sein werden. Um zeitliche Trends von natürlicher Variabilität unterscheiden zu können, werden aber lange Zeitreihen mit homogenen, qualitätskontrollierten Beobachtungen benötigt. Hier bieten die Satelliten die einzige Beobachtungsdatenquelle.

Im KLIWAS Projekt werden u.a. Hindcast Produkte des ENSEMBLES Projekts untersucht. Diese wurden mit verschiedenen regionalen Klimamodellen (RCMs) erstellt, die wiederum mit ERA-40 Reanalysedaten angetrieben wurden. Um die Qualität dieser RCMs zu beurteilen, benötigt man sowohl Referenzdaten als auch Globalmodellsimulationen von hoher Qualität.

Das CM SAF (EUMETSAT's Satellite Application Facility on Climate Monitoring), ein Konsortium aus sechs internationalen Instituten mit dem DWD als führender Dienststelle, erstellt u.a. satellitenbasierte Datensätze der Wolkeneigenschaften und Globalstrahlung. Diese Klimadatensätze werden, neben anderen Quellen, aus Messungen des *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR) an Bord der NOAA und MetOp-A Satelliten abgeleitet und liegen mit einer regionalen Auflösung von  $0,25^\circ$  auf täglicher Basis seit 1982 vor. Die Bedeckungsgradprodukte wurden anhand synoptischer Beobachtungen auf Flughäfen weltweit validiert, die Strahlungsprodukte anhand der 37 qualitätskontrollierten Stationen des *Baseline Surface Radiation Network* (BSRN). Beide Datensätze zeigen eine gute Übereinstimmung mit den Beobachtungen auf globalen Skalen. Die Wolkenprodukte wurden zusätzlich mit anderen Satellitenprodukten (PATMOS-X, MODIS, ISCCP, A-Train) verglichen. Weiterhin ergab sich aus Untersuchungen zur Kollokation mit Bojendaten (Nordsee) und Atlantikfahrten mit der Polarstern, dass die CM SAF Produkte auf regionaler Skala als Datenbasis verwendet werden können.

Erste Ergebnisse des Vergleichs dieser Satellitenprodukte mit Reanalysedaten und in-situ Beobachtungen über der Nordsee werden für den Zeitraum von 1982–2002 dargestellt. Tagesmittelwerte der Globalstrahlung und der TCC werden mit ERA-40 Daten verglichen. Weitere Vergleiche mit in-situ Beobachtungen der TCC werden in Gitterboxen, deren räumliche wie zeitliche Auflösung statistisch ausreichend ist, durchgeführt.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Nils H. Schade, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg, Bernhard-Nocht-Straße 78, D-20359 Hamburg, E-Mail: [nils.schade@bsh.de](mailto:nils.schade@bsh.de)

## Multivariater Test der zeitlich-räumlichen Konsistenz täglicher Niederschlagsdaten

Hermann Mächel\*<sup>1)</sup>, Alice Kapala<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Deutscher Wetterdienst, Offenbach, Deutschland

<sup>2)</sup> Meteorologisches Institut, Rheinische Friedrich Wilhelms-Universität Bonn, Deutschland

Die Erstellung hochqualitativer historischer Klimadatenätze stellt eine große Herausforderung dar, sowohl für die Wetterdienste als auch für die Klimaforschung. Im Projekt KLIDADIGI des Deutschen Wetterdienstes (DWD) werden diese Aufgaben mit Unterstützung des Meteorologischen Institutes der Universität Bonn angegangen. Die Zusammenstellung der Datensätze umfasst mehrere Schritte: Digitalisierung der schriftlichen Aufzeichnungen, Kontrolle der Rohdaten (Digitalisierungsfehler), Prüfung der räumlich-zeitlichen Konsistenz und schließlich Prüfung der Homogenität der Daten. Gegenwärtig werden beim DWD die aktuellen Tageswerte verschiedener Parameter nach festgelegten Schwellenwerten, unter Einbeziehung benachbarter Stationen, standardmäßig automatisch geprüft. Ermittelte Ausreißer werden anschließend manuell überprüft. Dafür ist ein dichtes Messnetz notwendig. Für weiter zurückliegende Zeiträume, für die tägliche Beobachtungen von wenigen Stationen in digitaler Form verfügbar sind oder gerade digitalisiert werden, ist eine automatische Kontrolle kaum möglich. Bei der Kontrolle von täglichen Niederschlagsbeobachtungen treten zusätzliche Probleme wie die Erkennung von über mehrere Tage kumulierten Summen auf. Diese können bei anschließenden Analysen der extremen Werte zu falschen Schlussfolgerungen führen.

Zuverlässige Analysen der Variabilität und Änderungen der täglichen Niederschläge über lange Zeiträume setzen eine langfristige räumlich-zeitliche Konsistenz der Beobachtungen voraus. In diesem Beitrag wird ein Einsatz der Hauptkomponentenanalyse (PCA, *Principal Component Analysis*) mit einer anschließenden Varimax-Rotation der Komponenten für diese Zwecke vorgestellt. Basierend auf der zeitlichen Interkorrelation zwischen allen betrachteten Stationen für den gesamten in Frage kommenden Zeitraum oder Unterperioden führt die PCA zur Gruppierung von Stationen zu räumlichen Mustern bzw. Regionen (entsprechend den PC-Loadings bzw. Elementen der Eigenvektoren) mit einem ähnlichen zeitlichen Niederschlagsverhalten. Dieses Verfahren kann auch als statistische Regionalisierung interpretiert werden. Eine Regionalisierung kann sowohl auf tägliche Beobachtungen als auch auf von Tageswerten abgeleitete Niederschlagsindizes (z. B. Anzahl von Niederschlagstagen in verschiedenen Intensitätsklassen, mittlere Intensität, absolutes tägliches Maximum usw.) in einer monatlichen, jahreszeitlichen und jährlicher Auflösung angewendet werden. Die Varimax-Rotation der Komponenten führt erwartungsgemäß zu relativ gut abgegrenzten, natur-räumlicher Gliederung angepassten Stationsgruppen (Regionen), die von einander unabhängig sind. Fallen einzelne Stationen aus einer Gruppe heraus oder lassen sie sich zu keiner der Gruppen zuordnen, liegt ein Hinweis auf Inkonsistenz bzw. Inhomogenität der Zeitreihen dieser Stationen vor. In solchen Fällen müssen die Reihen manuell kontrolliert und gegebenenfalls mit Originalaufzeichnungen abgeglichen werden. Die PC-Scores (Zeitreihen der Komponenten) entsprechen gewichteten räumlichen Mittelwerten und können als Referenzreihen für die Homogenisierung der Originalreihen verwendet werden. Die PC-Loadings, die sich auch in Form von Korrelationskoeffizienten der einzelnen „Originalreihen“ mit PC-Scores darstellen lassen, liefern eine Information darüber welche Station bzw. Stationen die regionalen Niederschlagsverhältnisse am Besten repräsentieren.

Die statistische Regionalisierung liefert wertvolle Hinweise für die Kollektion von historischen Aufzeichnungen, indem sie eine Wahl von relevanten Stationen für die Charakteristik der zeitlich-räumlichen Variabilität und Änderungen der gewählten Klimaparameter erleichtert.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Hermann Mächel, Deutscher Wetterdienst, Frankfurter Straße 135, D-63067 Offenbach,  
E-Mail: hermann.maechel@dwd.de

**Posterbeiträge**  
**zum Themenschwerpunkt**  
**„Klimamodellierung**  
**(globaler, regionaler und lokaler Maßstab)“**

## **Validierung gekoppelter regionaler Ozean-Atmosphären-Modelle für die Nordsee**

Sabine Hüttl-Kabus\*, Katharina Bülow, Birgit Klein, Nikesh Narayan und Hartmut Heinrich  
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg, Deutschland

Die Abschätzung von Klimavariabilität und deren zukünftige Entwicklung für den Bereich der Nordsee ist eines der Themen, die im Forschungsprogramm KLIWAS untersucht werden. Um zukünftige Veränderungen der atmosphärisch-ozeanographischen Verhältnisse in der Nordsee zuverlässig abschätzen zu können werden verschiedene regionale Ozean-Atmosphären-Modelle zunächst für das heutige Klima validiert. Die Simulationen werden mit drei verschiedenen regional gekoppelten Modellsystemen durchgeführt: MPIOM-REMO (MPI-M Hamburg), HAMSOM-REMO (IfM Hamburg), NEMO-RCA (SMHI Norrköping, Schweden). Für die Validierung des hydrographischen Zustands der Nordsee werden Reanalyse-Läufe (Hindcasts) mit NCEP/NCAR (MPIOM/REMO und HAMSOM-REMO) bzw. ERA40 (NEMO-RCA) als atmosphärischem Antrieb betrachtet und anschließend mit den gekoppelten Läufen verglichen.

Die Validierung erfolgt anhand verschiedener Parameter wie zum Beispiel: mittlere Temperatur- und Salzgehaltsverteilungen an der Oberfläche und über die gesamte Wassersäule im Vergleich zu klimatologischen Daten, vertikale Schichtung von Temperatur und Salzgehalt entlang von Beobachtungsschnitten und Jahresgang sowie Variabilität der horizontalen Temperaturverteilung im Vergleich zu Oberflächentemperaturdaten.

Die Analyse der Temperatur- und Salzgehaltscharakteristika in den Hindcasts von MPIOM und HAMSOM zeigt, dass der saisonalen Verlauf im wesentlichen den Beobachtungsdaten entspricht, Unterschiede gibt es vorwiegend in den frühen Sommermonaten zu beobachten, in denen sich die Schichtung aufbaut. Für das MPIOM-REMO-Modell zeigt sich im gekoppelten Lauf eine Verschiebung der Temperatur- /Salzgehaltscharakteristika um ca. 1°C zu niedrigeren Temperaturen hin. Die Modelle zeigen in den Hindcasts realistische Entwicklungen der oberflächennahen Temperaturentwicklung, insbesondere den starken beobachteten Temperaturanstieg in der Deutschen Bucht seit Beginn der 1990iger Jahre, während im gekoppelten MPIOM-REMO-Modell der zeitliche Verlauf der Temperaturentwicklung einen anderen Verlauf nimmt.

### **\*Korrespondenz an:**

Dr. Sabine Hüttl-Kabus, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Bernhard-Nocht-Str. 78, D-20359 Hamburg, E-Mail: [sabine.huettl-kabus@bsh.de](mailto:sabine.huettl-kabus@bsh.de)

## Climate projections of sea state for coastal and open sea in the North Sea

Jens Möller<sup>\*1)</sup>, Ralf Weisse<sup>2)</sup>, Nikolaus Groll<sup>2)</sup>, Hartmut Heinrich<sup>1)</sup>, Gudrun Rosenhagen<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Federal Maritime and Hydrographic Agency, BSH, GHamburg, Germany

<sup>2)</sup> Helmholtz Zentrum Geesthacht, HZG, Germany

<sup>3)</sup> National Meteorological Service, DWD, Hamburg, Germany

KLIWAS is a research program of the German Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development to study the impacts of climate change on waterways and navigation and to provide options for adaptations. One specific aim of the project is to investigate potential changes in the wave fields in the North Sea. We have therefore analysed climate scenarios for the sea state, e.g. significant wave height (SWH), wave direction and wave periods, for the North Sea. These scenarios together with the wave climate of the recent years will give an approximation of projected changes of the sea state in coastal and open sea areas.

Here we show first results for projected changes of sea state in the North Sea for the period 2000-2100 in comparison to 1961-2000, based on the wave model WAM4.5. The wave model is forced with wind data from two different regional atmosphere-ocean-models (DMI-HIRHAM and MPI-REMO) in the scenario A1B. The wind data have a horizontal resolution of about 20 km and a time resolution of one hour, while the wave model provides data of the calculated sea state with a horizontal grid of 5 km and the time resolution of one hour.

We analysed the annual mean SWH as well as the 90- 95 and 99-percentile of SWH. It can be seen, that there is a trend to a slightly increasing SWH in the North Sea, especially in the German Bight, in particular for the DMI wind data. While the increase is with the natural variability for the time period 2000-2050, it exceeds the variability in the second half of the century and shows a significant increase of SWH. The comparison with wave model runs for the scenarios A1 and B1 shows a similar increase of SWH, while a run with the scenario B2 displays no significant increase in the area of the German Bight and North Sea.

### \*Korrespondenz an:

Jens Möller, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Bernhard-Nocht-Str. 78, D-20359 Hamburg, E-Mail : jens.moeller@bsh.de

## **Modellierung der Elbe im regionalen Klimamodell CCLM**

Jan Volkholz\*, Fred Fokko Hattermann, Susanne Grossman-Clarke

Potsdam Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam, Deutschland

Auf unserem Poster präsentieren wir Ergebnisse der Implementierung des Muskingum Routing-Schemas in das dynamische regionale Klimamodell CCLM. Das CCLM entstammt dem operativen Wettervorhersagemodell des DWD, und wird mittlerweile von einem Konsortium von mehr als 40 Institutionen weltweit entwickelt und betrieben. Als Testgebiet diente das Elbeeinzugsgebiet. Zuerst wurden die Ergebnisse der sogenannten Konsortialläufe analysiert. Bei den Konsortialläufen handelt es sich um Simulationen des europäischen Klimas in den Jahren 1959-2001. Anders als bisher wurden insbesondere die Saisonalität der hydrologischen Variablen Niederschlag, Evapotranspiration und Abfluss im Elbeeinzugsgebiet untersucht. Nach erfolgreichem Abschluss der hydrologischen Validierung wurde dann das Muskingum Routing-Schema in das CCLM implementiert und die Elbe simuliert. Die Ergebnisse dieser Simulation wurden am Pegel Neu Darchau validiert. Speziell planen wir, die Ergebnisse der hydrologischen Validierung sowie die Ergebnisse der Elbesimulation zu präsentieren.

**\*Korrespondenz an:**

Jan Volkholz, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), Telegrafenberg A31, D-14472 Potsdam, E-Mail: volkholz@pik-potsdam.de



## **Aufbereitung, Verifizierung und Bereitstellung eines definierten Ensembles von Klimaprojektionen für das Ressortforschungsprogramm KLIWAS**

Sabrina Plagemann\*, Florian Imbery, Joachim Namyslo  
Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach, Deutschland

Das Ressortforschungsprogramm KLIWAS des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung beschäftigt sich mit den möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserwirtschaft und Schifffahrt im 21. Jahrhundert. Dabei kann durch die vollständige Analyse des komplexen Systems von hydrologischen sowie ozeanographischen Prozessen Aussagen zu potentiellen Anpassungsmaßnahmen getroffen werden. Um die Spannbreite zukünftiger Klimaänderungen besser abschätzen zu können, wird ein Ensemble von regionalen Klimamodellen genutzt.

In diesem Kontext stellt der Deutsche Wetterdienst (DWD) validierte und evaluierte Klimaprojektionsdatensätze im Hinblick auf hydrometeorologische Variablen (z.B. tägliche Niederschlagssummen) bereit. Unter anderem werden hierbei regionale Klimamodelle aus dem EU-Programm ENSEMBLES (FP 6) genutzt. Zur Aufbereitung und Verifizierung werden Downscaling-Techniken und BIAS-Korrekturverfahren angewandt. Zuletzt werden sowohl Modellunsicherheiten quantifiziert als auch die verifizierten Datensätze den Wirkmodellieren bereitgestellt. Zukünftig wird das Climate Data Center (CDC) des Deutschen Wetterdienstes diese Daten über eine Weboberfläche anbieten.

### **\*Korrespondenz an:**

Sabrina Plagemann, Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach, Frankfurter Straße 135, D-63067 Offenbach, E-Mail: [sabrina.plagemann@dwd.de](mailto:sabrina.plagemann@dwd.de)

## **Auswertungen der prognostizierten Windverhältnisse ausgewählter globaler Klimamodelle im nordatlantisch-mitteuropäischen Sektor**

Jürgen Lang\*<sup>1)</sup>, Ulrike Gelhardt<sup>1)</sup>, Enno Nilson<sup>2)</sup>, Peter Krahe<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> MeteoSolutions GmbH, Darmstadt, Deutschland

<sup>2)</sup> Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, Deutschland

Im Rahmen des Forschungsprogramms KLIWAS ("Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen in Deutschland") werden u.a. die Ergebnisse von globalen Klimamodellen (GCM) auf Basis wetterlagenklassifizierender Indizes bezogen auf den nordatlantisch-mitteuropäischen Sektor bewertet und auf mögliche Klimaänderungssignale untersucht.

Einen Schwerpunkt bildet dabei die gitterpunktspezifische und damit flächenhafte statistische Auswertung der von den GCM simulierten Windverhältnisse der 700hPa-Druckfläche. Hintergrund dieser Untersuchung ist der enge Zusammenhang zwischen vorherrschender Anströmungsrichtung und Niederschlagsverteilung. Die räumliche und jahreszeitliche Niederschlagsverteilung hat einen bedeutenden Einfluss auf die Abflussverhältnisse der als Wasserstraßen genutzten Flüsse. Die Fähigkeit der GCMs, bestehende Anströmungsmuster zu reproduzieren und zukünftige Veränderungen zu projizieren ist daher von besonderer Relevanz für die in KLIWAS zu behandelnden Fragestellungen.

Bisher wurden insgesamt acht GCM, die auch als Antrieb für regionale Klimamodelle dienen, in die Studie mit einbezogen. Die Modellvalidierung erfolgt anhand von zwei verschiedenen Reanalysedatenprodukten (ERA40 und NCAR/NCEP) für die Kontrollläufe (20C3M) unter Betrachtung des 30-jährigen Zeitraums von 1961-1990. Für die Analyse der Ergebnisse von unterschiedlichen Klimaprojektionen mit Blick auf mögliche Klimaänderungssignale werden zwei klimatologische Zeiträume (2021-2050 und 2071-2100) hinzugezogen.

Für die statistische Auswertung werden die täglich zum 00 UTC-Termin vorliegenden zonalen und meridionalen Windkomponenten der 700hPa-Druckfläche hinsichtlich der Windrichtung in 10°-Sektoren klassifiziert und bezogen auf die Windstärke in 27 Klassen untergliedert. Die Daten liegen für sämtliche GCM und Zeiträume monatspezifisch und gitterpunktspezifisch (einheitliches Gitter mit 1° Auflösung) für den nordatlantisch-mitteuropäischen Sektor als Häufigkeitsverteilung vor.

Mit dieser zur Verfügung stehenden Datengrundlage können vielfältige Auswertungen hinsichtlich regionaler und zeitlicher Differenzierung durchgeführt werden. Es können regionale und saisonale Stärken und Schwächen der GCM bzgl. der prognostizierten Windverhältnisse im Vergleich zu den Reanalysen aufgezeigt sowie zukünftige mögliche Änderungen im Strömungsmuster unter unterschiedlichen Emissionsszenarien dargestellt werden.

### **\*Korrespondenz an:**

Jürgen Lang, MeteoSolutions GmbH, Sturzstraße 45, D-64285 Darmstadt,  
E-Mail: juergen.lang@meteosolutions.de

**Posterbeiträge  
zum Themenschwerpunkt  
„Klimaservices“**

## Das Regionale Klimainformationssystem ReKIS

Johannes Franke\*, Christian Bernhofer

Institut für Hydrologie und Meteorologie, Technische Universität Dresden, Deutschland

Das Regionale Klimainformationssystem ReKIS versteht sich als ein interaktives Werkzeug zur fachgerechten Analyse, Bereitstellung, Dokumentation und Interpretation von Klimadaten. Unter dem Motto "Global Denken und regional Handeln" soll sich die Aufbereitung der Klimainformationen an den verschiedenen Bedürfnissen regionaler Akteure in Bildung, Planung, Politik, Forschung u.a. ausrichten und wird daher ständig weiterentwickelt. Darüber hinaus bietet ReKIS auch eine Schnittstelle zur Kommunikation zwischen Nutzern und dem Fachpersonal (Wissenschaftsvertretern, Fachbehörden). ReKIS basiert auf Ergebnissen und Erfahrungen aus der regionalen Klimaforschung in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen in den letzten 12 Jahren. Die Bundesländer sind durch eigene ReKIS-Bereiche, inkl. deren redaktionellen Bearbeitung, präsentiert. Entsprechend den Bedürfnissen von Nutzern können die Inhalte ergänzt und erweitert werden.

Über ReKIS lässt sich auch das webbasierte Interpolationswerkzeug RaKliDa zur Erzeugung von Rasterklimadaten ansprechen. Flächenhafte Klimainformationen in Form von Rasterdaten haben in der Klima(folgen)forschung zunehmend Bedeutung. Die Berechnung von Rasterklimadaten erfolgt aus Zeitreihen lokaler Mess- bzw. Simulationswerte (u.a. Tageswerte). Ein wesentlicher Aspekt hierbei ist die Verwendung von problemangepassten Interpolationsverfahren (u.a. Kriging mit automatisierter Variografie) im Routinebetrieb, die in der Lage sind gebietspezifisch verteilungsrelevante Abhängigkeiten für Klimaelemente, je nach Raum- und Zeitskala, adäquat zu erfassen. Bspw. stehen im Sachsen orografisch bedingte Effekte (z.B. Ausbildung eines Vertikalgradienten) im Vordergrund. Für den Niederschlag sind hier auch maßstäbige Luv- und Leeeffekte wichtig.

ReKIS wurde im Auftrag der jeweiligen Umweltministerien und deren nachgeordneten Fachbehörden für die Bundesländer Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen entwickelt. Im Internet ist ReKIS unter [www.rekis.org](http://www.rekis.org) erreichbar.

### **\*Korrespondenz an:**

Dr. Johannes Franke, Professur für Meteorologie, Technische Universität Dresden, Piener Straße 23, D-01737 Tharandt, E-Mail: [johannes.franke@tu-dresden.de](mailto:johannes.franke@tu-dresden.de)

## Nutzung eines gemeinsamen Workspaces für Kollaborationen im C3Grid

Bernadette Fritzsch<sup>\*1)</sup>, Maik Jorra<sup>2)</sup>, Jörg Bachmann<sup>2)</sup>, C3-Team

<sup>1)</sup> Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven, Deutschland

<sup>2)</sup> Zuse-Institut Berlin, Deutschland

Die wissenschaftliche Arbeit erfordert immer mehr die Zusammenarbeit über die Grenzen einer Einrichtung hinweg. Die zugehörigen Daten sind dabei oft verteilt, was häufig zu Problemen beim Zugriff führt.

Das „Collaborative Climate Community Data and Processing Grid“ (C3Grid) ist eine Infrastruktur, die die verteilten Datenbestände der deutschen Klimacommunity miteinander verknüpft. Sie erlaubt damit eine globale Sicht und einen einheitlichen Zugriff auf die Daten unabhängig davon, wo sie konkret abgespeichert sind. Weiterhin bietet C3Grid die Möglichkeit, vordefinierte Analyseschritte als sogenannte Workflows auf den Daten vorzunehmen.

Für das Management der Daten sind zwei Komponenten des C3Grids zuständig. Ein Dateninformationsdienst sammelt die vorhandenen Metadaten von allen Datenanbietern in einem zentralen Katalog und erlaubt die Suche nach bestimmten Kriterien, wie z.B. Region, Zeit, Variablen. Das Datenmanagementsystem GNDMS sorgt dann dafür, dass die Daten in C3Grid bearbeitet werden können. Dazu wird ein collaborativer Workspace aufgebaut, der physikalisch über die verschiedenen Ressourcen reicht. Dieser Workspace steht vollständig unter Kontrolle von GNDMS, welches dafür sorgt, dass nur berechtigte Nutzer Zugriff auf die Daten erhalten und verwaiste Daten gelöscht werden. Nach Abschluss des Analysejobs können die Ergebnisdaten vom Nutzer im Browser heruntergeladen werden. Das GNDMS bietet jedoch außerdem noch die Option an, die Ergebnisdaten für eine bestimmte Zeit im C3Grid zu speichern. Damit können die Ergebnisse eines Workflows von weiteren Nutzern als Eingangsdaten für ihre jeweiligen Workflows genutzt werden. So können Arbeitsgruppen auf die gleichen Zwischenergebnisse zugreifen und für ihre gemeinsame Arbeit nutzen. In weiteren geplanten Versionen sollen dann auch die zugehörigen Metadaten so veröffentlicht werden, dass die Datei im Portal suchbar ist. Damit wird sich der Zugriff auf solche Daten weiter vereinfachen.

Die bisherige Implementierung liefert dem Nutzer eine Adresse, unter der die Datei zugreifbar ist. Sie kann im Portal dann alternativ als Input für weitere Workflows eingetragen werden. Ferner bietet GNDMS so Nutzern auch die Möglichkeit Workflows auf Offline-Daten auszuführen, indem sie Daten bequem über den Browser in den Workspace hochladen können.

### \*Korrespondenz an:

Bernadette Fritzsch, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Bremerhaven, Am Handelshafen12, D-27515 Bremerhaven, E-Mail: Bernadette.Fritzsch@awi.de



**Posterbeiträge**  
**zum Themenschwerpunkt**  
**„Stadt- und Geländeklimatologie“**

## Ökosystemleistungen der Bäume in der Stadt vor dem klimatischen Hintergrund (Szeged, Ungarn)

Agnes Gulyas\*, Marton Kiss, Janos Unger

Department of Climatology and Landscape Ecology, University of Szeged, H-6722 Szeged, Hungary

Ökosystemleistung-Bewertungen bieten eine neue und wirksame Methode im Umweltmanagement mit mehreren guten Beispielen weltweit. Dieser Ansatz fokussiert auf jene Güter der Natur, die direkt oder indirekt zu dem menschlichen Wohlergehen beitragen können. Städtische Bäume und Wälder bieten viele Ökosystem-Dienstleistungen, unter anderem verringern sie signifikant den Hitzestress in der Stadt. Die Quantifizierung des wirtschaftlichen Wertes dieser Landnutzungstypen kann daher für die Entscheidungsträger erhebliche Informationen bedeuten. Der Wert der städtischen Bäume von Szeged (Ungarn) wurde mit dem "i-Tree-Modell" (entwickelt von der USDA Forest Service) simuliert, wofür Baum Kataster Daten von der lokalen Stadtverwaltung verwendet wurden.

Die städtische Wärmeinsel und deren human-bioklimatologische Effekte wurden in unseren früheren Studien analysiert. Kohlenstoffbindungen sind eine der wichtigsten ökologischen Funktionen der Baumbestände und wurden unter Verwendung von Spezies-spezifischen Biomasse Gleichungen berechnet. Das Luftqualitäts-Regulations-Modul quantifiziert stündlich trockene Deposition von Schadstoffen auf unterschiedliche Schadstoffkonzentrationen und Wetter-Daten. Der wirtschaftliche Wert des Schatteneffektes von Bäumen wurde durch die Berechnung der Energieeinsparung berechnet. Die Kosten-Nutzen-Analyse zeigte, dass der ökonomische Wert der Dienstleistungen von Bäumen deutlich höher ist als die Anpflanzungs- und Pflegekosten.

### \*Korrespondenz an:

Dr. Agnes Gulyas, Department of Climatology and Landscape Ecology, University of Szeged, H-6722 Szeged, Egyetem Str. 2, Ungarn, E-Mail: [agulyas@geo.u-szeged.hu](mailto:agulyas@geo.u-szeged.hu)



## Analyse des thermischen Bioklimas in Zürich, Schweiz

Larissa Lacher\*<sup>1)</sup>, Thomas Herren<sup>2)</sup>, Andreas Matzarakis<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

<sup>2)</sup> Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie, MeteoSchweiz, Zürich, Schweiz

Thermisches Bioklima hat einen bedeutenden Einfluss auf das Wohlbefinden, die Leistungsfähigkeit und die Gesundheit des Menschen. Der gesunde menschliche Organismus kann sich bis zu einem bestimmten Grad an Wärme- und Kältebelastungen anpassen, wobei eine erhöhte Gefahr, durch geringere Adaptionsmöglichkeiten, von Hitzestress ausgeht. Das Stadtklima ist durch Effekte der Bebauung von Hitzebelastungen besonders betroffen, weshalb es für die Stadtplanung notwendig ist, nicht nur qualitativ, sondern vor allem quantitativ belastbare Ergebnisse über die thermische Situation zu erhalten.

Zur Analyse des thermischen Bioklimas in Zürich wurden Stundenmittelwerte der Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit, Luftfeuchte und Globalstrahlung von fünf Stationen im Zeitraum 2000 bis 2011 ausgewertet. Die Stationen sind in der Innenstadt, der Vorstadt und im Umland gelegen, so dass urbane Einflüsse analysiert und quantifiziert werden konnten. Die Auswirkungen von extremen Hitzeereignissen auf den thermischen Komfort wurden anhand des Sommers 2003, im Vergleich zur Referenzperiode, analysiert.

Zur Quantifizierung des thermischen Komforts wurde der UTCI (Universal Thermal Climate Index) verwendet. Die Darstellung erfolgte über Häufigkeitsdiagramme. Tagsüber ist im Sommer kein Unterschied des thermischen Komforts zwischen den Stationen zu erkennen. Im Winter hingegen ist die Stadt auf einem deutlich höheren thermischen Niveau als das Umland. Die Situation in der Nacht zeigt in der Stadt deutlich die Entstehung einer UHI (Urban Heat Island), wodurch es in der Stadt sowohl im Sommer als auch im Winter wärmer ist im Vergleich zum Umland. Im Sommer 2003 war die Wärmebelastung nicht nur am Tag extrem erhöht, sondern auch in der Nacht. Wärmebelastungen traten nachts in der Stadt häufiger auf als im Umland.

Für eine Reduzierung der Hitzebelastung in Zürich sollte deshalb auf eine vorausschauende Stadtplanung geachtet werden sowie auf geeignete Anpassungsmaßnahmen gegen Hitzestress.

### \*Korrespondenz an:

Larissa Lacher, Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Werthmannstr. 10, D-79085 Freiburg, E-Mail: [larissa.lacher@neptun.uni-freiburg.de](mailto:larissa.lacher@neptun.uni-freiburg.de)

## **Entwicklung und Anwendung von Bewertungsmethoden für das thermische Bioklima am Beispiel von Stuttgart**

Christine Ketterer\*, Andreas Matzarakis

Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg, Deutschland

Stuttgart liegt in der Keupersenke, im Lee von Schwarzwald und in einer der wärmsten Regionen Deutschlands. Somit ist in das Klima in der Landeshauptstadt von Baden-Württemberg durch geringe Windgeschwindigkeit, wenig Niederschlag sowie hohe Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit im Sommer geprägt. Dies wird durch die urbane Wärmeinsel, welche maßgeblich durch die künstlichen Oberflächen, anthropogene Wärmeproduktion und Luftverschmutzung entsteht, verstärkt, so dass die Bevölkerung im Sommer unter Hitzestress leidet.

Das thermische Empfinden eines Menschen wird durch den integralen Effekt von den verschiedenen meteorologischen Parametern Lufttemperatur, Luftfeuchte, Wind und Strahlungsflüssen geprägt. Die physiologisch äquivalente Temperatur (PET) berücksichtigt genau diese Parameter und kann mit dem Model RayMan, welches auch die mittlere Strahlungstemperatur in der urbanen Umgebung kalkuliert, für verschiedene Stationen in Stuttgart berechnet werden. In der viertgrößten deutschen Metropolregion soll, um die Stadtplanung zu erleichtern, eine flächenhafte PET-Karte entstehen. Von einzelnen Messpunkten wird PET mit Hilfe eines mathematisch-statistischen Downscaling für ganz Stuttgart modelliert werden. In dem Beitrag sollen die angewandten Downscaling-Methoden aufgezeigt und verglichen werden.

Diese Analyse findet im Rahmen des Interreg-Projektes „Development and application of mitigation and adaptation strategies and measures for counteracting the global urban heat island (UHI) phenomenon“ statt.

### **\*Korrespondenz an:**

Christine Ketterer, Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Werthmannstr. 10, D-79085 Freiburg, E-Mail: [christine.ketterer@meteo.uni-freiburg.de](mailto:christine.ketterer@meteo.uni-freiburg.de)

## **Biogenes Isopren und sein Einfluss auf die sommerliche Ozonbelastung in urbanen Räumen am Beispiel der Stadt Essen**

Patrick Wagner\*, Wilhelm Kuttler

Angewandte Klimatologie und Landschaftsökologie, Universität Duisburg-Essen, Deutschland

Stadtbäumen können in klimatischer und lufthygienischer Hinsicht viele positive Effekte zugesprochen werden. Sie tragen durch Deposition und Aufnahme von Luftschadstoffen, Evapotranspiration und Schattenwurf zur Verbesserung der Luftqualität und des thermischen Niveaus bei. Darüber hinaus erzielen sie eine positive psychologische Wirkung bei der Stadtbevölkerung. Einige Baumarten emittieren jedoch während der Vegetationsperiode Kohlenwasserstoffe, sogenannte BVOCs (BVOCs = biogenic volatile organic compounds), die aufgrund ihrer hohen Reaktivität wichtige Ozonvorläuferstoffe darstellen.

Die Bedeutung von biogenen Emissionen als Ozonvorläuferstoffe in urbanen Räumen ist bislang nur in wenigen Studien weltweit untersucht worden. Da die Vegetationsdichte in Städten deutlich geringer als im ruralen Raum ist, ist die Annahme verbreitet, dass BVOCs in Städten für die Ozonbildung vernachlässigbar sind. Im Rahmen eines aktuellen Forschungsprojektes stellen wir diese Annahme in Frage. Dabei untersuchen wir die Isoprenkonzentration in der urbanen Hindernisschicht der Stadt Essen.

Isopren kann als Leitsubstanz für BVOC-Emissionen verstanden werden. Isopren wird zwar von vergleichsweise wenigen Baumarten emittiert, jedoch sind unter ihnen einige Baumarten, die als urbane Vegetation dienen (*Quercus robur*, *Quercus rubra*, *Platanus acerifolia*, *Robinia pseudoacacia*). Vor allem *Platanus acerifolia* ist ein sehr beliebter Baum in der Stadtplanung. In Essen macht diese Baumart etwa 9 % aller Bäume im Straßenraum aus.

Die Emission von Isopren ist temperatur- und lichtabhängig. Durch diese Abhängigkeiten wird vor allem bei sommerlichen Hochdruckwetterlagen am Nachmittag viel Isopren von der Vegetation abgegeben. Damit erreicht die Isoprenkonzentration im Gegensatz zu anderen Ozonvorläufersubstanzen (anthropogenen VOCs) ihr Maximum, wenn die Bedingungen für die Ozonbildung durch die hohe Sonneneinstrahlung und hohe Konzentration der OH-Radikale am besten sind.

An einem heißen Tag im Juni 2011, an dem die Lufttemperatur 35 °C erreichte, überschritt die Isoprenkonzentration zwischen 6 und 19 Uhr 2 ppb bei 19 von 26 Halbstundenwerten, während die Benzolkonzentration mit Ausnahme der morgendlichen Berufsverkehrszeit unter 0,4 ppb lag. Wie dieser Tag zeigt, ist vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels, bei dem sich die städtischen Räume infolge vermehrt auftretender Hitzeperioden überdurchschnittlich stark erwärmen werden, damit zu rechnen, dass der Beitrag der BVOCs zur bodennahen Ozonbildung auch in Städten zunehmen wird. Als Anpassungsstrategie sollten daher zukünftig in Städten hauptsächlich Baumarten, die kein Isopren emittieren, zur urbanen Durchgrünung angepflanzt werden.

Neben den biogenen Emissionen sind auch anthropogene Quellen für Isopren bekannt. Durch Messungen im Winterhalbjahr konnte der anthropogene Beitrag abgeschätzt werden.

### **\*Korrespondenz an:**

Patrick Wagner, M.Sc. Chem., Angewandte Klimatologie und Landschaftsökologie, Universität Duisburg-Essen, Schützenbahn 70, D-45127 Essen, E-Mail: [patrick.wagner@uni-due.de](mailto:patrick.wagner@uni-due.de)

## **Evaluierung des gekoppelten COSMO-CLM/DCEP Modellsystems mit Daten des Basel Urban Boundary Layer Experiments (BUBBLE)**

Sebastian Schubert\*, Susanne Grossman-Clarke

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Deutschland

Wir evaluieren das COSMO-CLM (CCLM) mit umfangreichen Temperatur-, Wind- und Flussbeobachtungen, die während des Basel Urban Boundary Layer Experiments (BUBBLE) 2002 in der Stadt Basel, Schweiz, und Umgebung gemessen wurden. Zur Verbesserung der Simulationsqualität wurde das Double Canyon Effect Parametrization (DCEP) Stadtparametrisierungsschema online mit dem CCLM gekoppelt.

Wir betreiben das CCLM mit mehreren Nesting-Schritten mit Auflösungen von 25km, 7km, 2.8km und 1km, wobei der gröbste Lauf von ERA-Interim angetrieben wurde. Oberflächenparameter stammen vom Präprozessor des CCLM; effektive Stadtparameter für DCEP wurden aus den Landnutzungsdaten der Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt, CORINE und einem 3d Gebäudedatensatz von Basel abgeleitet.

Das gekoppelte CCLM/DCEP zeigt gut Ergebnisse vor allem in der Simulation der stadtypischen Flüsse.

### **\*Korrespondenz an:**

Sebastian Schubert, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Postfach 60 12 03, D-14412 Potsdam,  
E-Mail: [schubert@pik-potsdam.de](mailto:schubert@pik-potsdam.de)

**Posterbeiträge  
zum Themenschwerpunkt  
„Klimafolgenforschung“**

## **Die Entwicklung der Beregnungsbedürftigkeit landwirtschaftlicher Kulturpflanzenarten vor dem Hintergrund des manifesten und projizierten Klimawandels**

Falk Böttcher\*<sup>1)</sup>, Friederike Lilienthal<sup>2)</sup>, Benjamin Hage<sup>2)</sup>, Marian Müller<sup>3)</sup>, Kerstin Jäkel<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Deutscher Wetterdienst, Abteilung Agrarmeteorologie Außenstelle Leipzig

<sup>2)</sup> Meteorologisches Institut, Universität Leipzig, Deutschland

<sup>3)</sup> Geographisches Institut, Universität Leipzig, Deutschland

<sup>4)</sup> Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Leipzig

In Anbetracht der steigenden Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten auf den Weltmärkten und des globalen und regionalen Klimawandels gewinnt das Thema Beregnungsbedürftigkeit landwirtschaftlicher Kulturpflanzenarten zunehmend an Bedeutung. Die künstliche Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen zum Ausgleich von ausbleibenden Niederschlägen in Phasen extremer Trockenheit stellt eine wichtige Maßnahme zur Vermeidung von Ertragsminderungen und -ausfällen dar. Damit liefert sie einen wesentlichen Beitrag zur Qualitäts- und Ernährungssicherung. Untersuchungen der vergangenen und zukünftigen Entwicklung der Beregnungsbedürftigkeit bestimmter landwirtschaftlicher Kulturpflanzenarten in Brandenburg, Sachsen und Thüringen geben eine Entscheidungshilfe, ob in Zukunft zusätzliche Beregnungsmaßnahmen durchgeführt werden sollten.

### Methodik

1. Wahl repräsentativer Wetterstationen für Standortregionen
2. Festlegung der Anbaukulturen (nach Bodenverhältnissen)
3. Modellierung von Tageswerten der Bodenfeuchte mittels Bodenwasserhaushaltsmodell METVER (Inputdaten: Meteorologische Messwerte von 1961 bis 2010, Projektionsdaten regionaler Klimamodelle (CLM, STAR, WEREX IV, WETTREG2006, WETTREG2010) von 1961 bis 2050)
4. Klassifizierung der Beregnungsbedürftigkeit durch drei Grenzwerte der Bodenfeuchte, Bestimmung der Anzahl der Tage pro Jahr im Vegetationszeitraum jeder Fruchtart mit Bodenfeuchten unter den Grenzwerten, Mittelung über 10-Jahres-Intervalle, Trendanalyse mittels linearer Regression und Trend-Rausch-Verfahren.

### Ergebnisse

Die regionalen Klimamodelle liefern recht differenzierte Aussagen über die Entwicklung der Beregnungsbedürftigkeit. Insbesondere das dynamische Modell CLM weist eine kontinuierliche starke Unterschätzung der beregnungsbedürftigen Tage im Vergleich zu den Messwerten auf. Am besten stimmen die auf den WETTREG-Daten basierenden Werte mit den messwertbasierten Berechnungen überein. Bei Betrachtung der unteren Grenze der optimalen Wasserversorgung (50 %nFK) tritt allgemein bis 2040 nur eine geringe Änderung der frucht-artspezifischen Beregnungsbedürftigkeit und erst danach eine starke Zunahme auf. Die anhand des Grenzwertes 30 %nFK bestimmte Beregnungsbedürftigkeit nimmt bereits in den kommenden drei Dekaden leicht zu und zeigt ab 2040 ebenfalls eine starke Zunahme. Der Trend der Veränderungen der Beregnungsbedürftigkeit ist je nach Standort, Kulturpflanzenart und regionalem Klimamodell schwach signifikant bis hoch signifikant.

### **\*Korrespondenz an:**

Falk Böttcher, Deutscher Wetterdienst, Abteilung Agrarmeteorologie, Außenstelle Leipzig, Postfach 32 11 09, D-04282 Leipzig, E-Mail: Falk.Boettcher@dwd.de

## Die Entwicklung von landwirtschaftlichen Ertragsausfallrisiken in Sachsen vor dem Hintergrund des Klimawandels

Falk Böttcher\*<sup>1)</sup>, Falk Ullrich<sup>2)</sup>, Erhard Albert<sup>2)</sup>, Brigitte Winkler<sup>2)</sup>, Udo Mellentin<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Deutscher Wetterdienst, Abteilung Agrarmeteorologie Außenstelle Leipzig

<sup>2)</sup> Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

In zunehmendem Maße sind in Sachsen klimatische Veränderungen zu beobachten, die Einfluss auf die naturräumlichen Voraussetzungen für eine erfolgreiche und nachhaltige landwirtschaftliche Produktion haben. So folgte beispielsweise nach dem sehr nassen Jahr 2002, welches mit dem Jahrhunderthochwasser seinen Höhepunkt hatte, ein von extremer Hitze und Niederschlagsarmut geprägtes Jahr 2003. Die damit einhergehenden Ausfälle in der landwirtschaftlichen Produktion betrafen alle Landwirte in Sachsen, wobei die Intensität aufgrund der unterschiedlichen Standortvoraussetzungen oftmals sehr unterschiedlich war. Grundsätzlich sind für die landwirtschaftliche Ertragsfähigkeit eines Standortes neben den hier nicht betrachteten unternehmerischen Entscheidungen vor allem die klimatischen und pedogenen Merkmale und ihr Zusammenspiel entscheidend. Während die pedogenen Eigenschaften eines Standortes als relativ stabil anzusehen sind, unterliegen die klimatischen Voraussetzungen einerseits größeren kurzfristigen Variabilitäten und andererseits auch längerfristigen Veränderungen, die aus der Vergangenheit heraus beobachtet wurden und für die Zukunft projiziert werden. Diese Änderungen haben Einfluss auf die zu erzielenden Erträge der Pflanzenproduktion. So kann durch die belegte Erwärmung vor allem in den Vorgebirgs- und Gebirgslagen eine Verbesserung der Standorteigenschaften konstatiert werden, während im Tiefland Sachsen diesbezüglich eher eine Verschlechterung der Standorteigenschaften festgestellt werden muss, die insbesondere mit dem häufigeren Erreichen bestimmter Temperaturschwellwerte (Anzahl der heißen Tage in ertragsbeeinflussenden phänologischen Entwicklungsphasen) zu begründen ist. Vielmehr als die Erwärmung wirken sich die Veränderungen im Wasserhaushalt aus. Die letzten Jahre haben gezeigt, dass Ertragsausfälle in der landwirtschaftlichen Produktion oftmals mit unzureichender Wasserbereitstellung am Standort verbunden sind. Daher ist für die Ertragsfähigkeit und -stabilität entscheidend, wann wie viel Wasser zur Verfügung steht (Niederschlag, Grundwasser etc.) bzw. inwieweit der Boden über seine Wasserspeicherfähigkeit auftretende Trockenereignisse kompensieren kann.

Mittels gemeindescharfer pedologischer Daten und durch geographische Informationssysteme (GIS) aufbereitete klimatische Messwerte aus der Referenzperiode 1991-2010 und Klimaprojektionswerte der Dekaden 2011-20, 2021-30, 2031-40 und 2041-50 konnte auf der Basis der Ergebnisse des 2011 durchgeführten Projektes „Bodenrente und Ausgleichszahlungen für Umweltstandards in Sachsen“ ein Risikoindikator für landwirtschaftliche Erträge in Sachsen herausgearbeitet werden, der durch die Vorauswahl der Parameter sachlogische und in dem genannten Projekt statistisch abgesicherte Zusammenhänge aufweist. Letztlich flossen in den Risikoindikator die nutzbare Feldkapazität als pedologische Eigenschaft, die Niederschläge, die potenzielle Verdunstung und die Anzahl der heißen Tage in der Hauptvegetationszeit ein. Mittels GIS konnte so ein flächenhafter Überblick sowohl für die Ausgangssituation der Ertragsausfallrisiken 1991-2010 wie auch deren Entwicklung in den Dekaden bis zur Mitte des laufenden Jahrhunderts geschaffen werden.

Das Thema könnte als Poster unter dem Schwerpunkt „Klimafolgenforschung“ präsentiert werden.

### \*Korrespondenz an:

Falk Böttcher, Deutscher Wetterdienst, Abteilung Agrarmeteorologie, Außenstelle Leipzig, Postfach 32 11 09, D-04282 Leipzig, E-Mail: Falk.Boettcher@dwd.de

## **Quantification of climate for tourism purposes**

Andreas Matzarakis

Meteorological Institute, Albert-Ludwigs-University of Freiburg, Germany

A new approach based on climate thresholds, the Climate-Tourism-Information-Scheme CTIS, which is appropriate for destination analysis of present climate conditions and for future climate changes is shown here. In particular, the method combines meteorological and tourism related components. All factors are included in one single information scheme in order to describe these factors in a high temporal resolution. The CTIS intends to integrate and simplify climate information for tourism. It contains detailed climate information which can be used by tourists to anticipate thermal conditions (including thermal comfort, cold stress, heat stress, cold stress and sultriness) as well as aesthetical (sunshine) and physical conditions (wind, rain) when planning their vacations. CTIS provides all-seasonally frequency classes and frequencies of extreme weather events on a 10-day or monthly time scale. The included factors and parameters are shown in terms of thresholds and frequencies. In general, the definitions of the threshold values do not necessarily correspond to universal meteorological threshold values and are adjusted to applied climatology purposes e.g. tourism, health and urban planning.

### **Korrespondenz an:**

Prof. Dr. Andreas Matzarakis, Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Werthmannstr. 10, D-79085 Freiburg, E-Mail: [andreas.matzarakis@meteo.uni-freiburg.de](mailto:andreas.matzarakis@meteo.uni-freiburg.de)



## DISTURBANCES

### The impact of extreme events and disturbance regimes on forest ecosystems

C. Matulla<sup>\*1)</sup>, I. Auer<sup>1)</sup>, R. Böhm<sup>1)</sup>, M. Hofstätter<sup>1)</sup>, M. Olefs<sup>1)</sup>, S. Reisenhofer<sup>1)</sup>,  
M. Zuvella-Aloise<sup>1)</sup>, M.J. Lexer<sup>2)</sup>, W. Rammer<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Central Institute for Meteorology and Geodynamics, Vienna, Austria

<sup>2)</sup> Institute of Silviculture, Department of Forest- and Soil Sciences, BOKU Vienna, Austria

The goal of DISTURBANCE is the derivation of disturbance models for temperate alpine forest ecosystems. These disturbance models are to link climatic factors (heat, drought, windstorms), the interaction of disturbances by wind and bark beetles as well as the forest structure and composition. Forest management data are decadal based. Harvest records that discriminate between regular harvest and salvage from disturbance factors are given on an annual base (an example is given in Figure 1. Data are available at a 4 km mesh over Austria and across four forest enterprises of the Austrian Federal Forests company (AFF). Climate data are monthly to annual wind parameters and daily based records of temperature, precipitation and global radiation. Across Austria the resolution is 4 km and 100m over the AFF management sites. The climatic datasets and the approach how possible future scenarios for DISTURBANCE may be derived are presented.

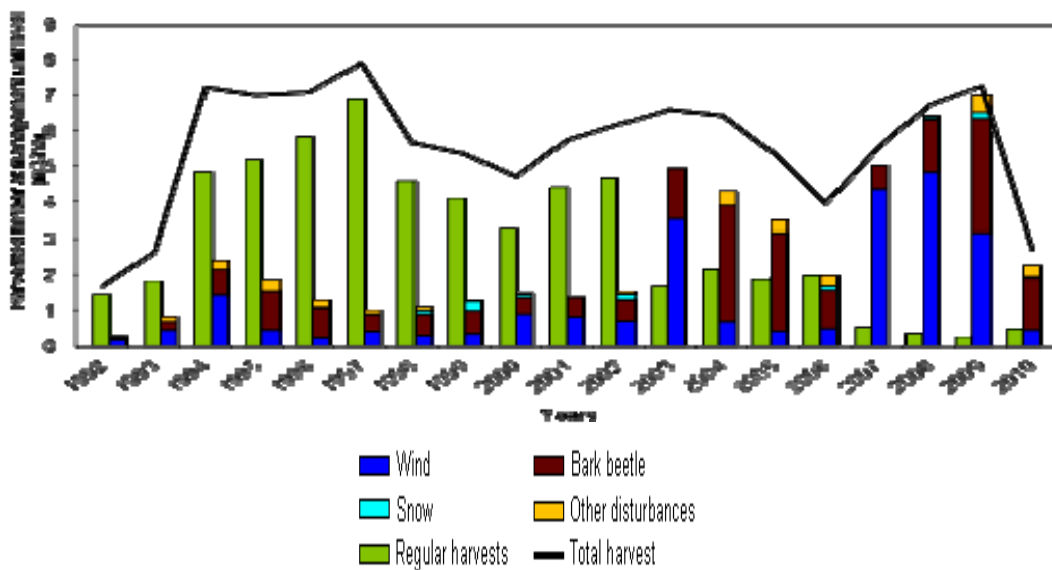


Figure 1. Regular and irregular harvests in Steyrtal.

\*Korrespondenz an:

Dr. Christoph Matulla, Central Institute for Meteorology and Geodynamics, Hohe Warte 38,  
A-1190 Vienna, Austria, E-Mail: christoph.matulla@zamg.ac.at

## Auswirkungen des Klimawandels auf Schadinsekten im Raps - Vor- und Nachteile der Verwendung von Ensemble gestützten Klimaprojektionen

Jürgen Junk\*, Michael Eickermann, Klaus Görgen

Centre de Recherche Public - Gabriel Lippmann, Luxemburg

Am Centre de Recherche Public-Gabriel Lippmann werden seit 2007 Migration und Abundanz diverser Schadinsekten im Winterraps (*Brassica napus* L.) beobachtet. Anhand langer Datenreihen von Feldbeobachtungen an fünf Standorten, verteilt über das Großherzogtum Luxemburg und parallelen Messungen relevanter Klimavariablen wird der Einfluss der Witterung auf das Migrationsverhalten der Schädlinge untersucht. In der ersten Projektphase wurden die Auswirkungen regionaler Klimaveränderungen auf die Rapsschädlinge *Dasineura brassicae* Winn (Kohlschotenmücke) und *Ceutorhynchus pallidactylus* (Mrsh.) (Gefleckter Kohltriebsrüssler) untersucht. Primäres Ziel war es, den Zeitpunkt der ersten Zuwanderung der Schädlinge aus ihren Überwinterungsquartieren in die Rapsfelder möglichst exakt vorherzusagen, um einen optimalen Insektizideinsatz zu gewährleisten. Hierzu wurden sowohl statistische Modelle aus der Literatur, als auch eigene Modellansätze verwendet und mit den Beobachtungsdaten validiert. Die so gefunden Beziehungen wurden dann für Prognosen der zukünftigen Entwicklung der Migration verschiedener Schadinsekten unter veränderten Klimabedingungen genutzt.

Datengrundlage bildeten die Ergebnisse von 13 regionalen Klimamodellen (RCM) aus dem EU FP6 ENSEMBLES-Projekt, die das A1B Emissionsszenario nutzten und mit und verschiedenen globalen Klimamodellen (GCMs), in erster Linie dem HadCM3 und ECHAM5 angetrieben wurden (Multi-Model Ensemble). Die horizontale Auflösung betrug 25 km x 25 km. Die Ergebnisfelder der regionalen Klimamodelle wurden mit verschiedenen Bias-Korrekturverfahren korrigiert um systematische Abweichungen in den Ergebnissen zu reduzieren. Betrachtet wurden zwei zukünftige Zeitscheiben: die nahe Zukunft von 2021 bis 2050, sowie die ferne Zukunft 2069 bis 2098.

Generell ist mit einem früheren Einsetzen der Zuwanderung der Schädlinge in die Rapskulturen zu rechnen [Eickermann *et al.*, 2011]. Gleichzeitig kommt es jedoch, vor allem in der fernen Zukunft, zu einer deutlichen Verlängerung der Zuwanderungsperiode. Dies bedeutet, dass das Zeitfenster einer möglichen Bekämpfungsmaßnahme länger und somit der optimale Zeitpunkt einer Insektizidanwendung potentiell schwieriger zu bestimmen sein wird [Junk *et al.* 2011]. Der Vorteil in der Verwendung eines Ensemble-Ansatzes liegt in der Berücksichtigung der noch in den Klimaprojektionen vorhandenen Unsicherheiten. Diese ergeben sich z.B. durch Unsicherheiten in den verschiedenen Antriebsmechanismen (Treibhausgaskonzentrationen, Sonnenaktivität, Vulkanemissionen, Sulphataerosole, etc.) oder Unsicherheiten in der Erstellung der Immissionsszenarien. Dagegen stehen jedoch nicht bis ins Detail geklärte Fragen bei der Verwendung von Ensemble-Absätzen wie z.B. die Kriterien nach denen Projektionen zuzulassen oder auszuschließen sind, bzw. ob eine Selektion überhaupt erfolgen sollte. Des Weiteren ist die statistische Analyse der Ergebnisse und die Kommunikation von Bandbreiten der zu erwartenden Änderungen an die Endanwender schwieriger als bei der Verwendung einer einzelnen Modellrealisation.

Literatur:

- Eickermann, M., J. Junk, K. Görgen, L. Hoffmann, and M. Beyer (2011), Ensemble-based analysis of regional climate change effects on the pod midge (*Dasineura brassicae* Winn.) in oilseed rape, *IOBC/wprs Bulletin*. In press.
- Junk, J., M. Eickermann, K. Görgen, M. Beyer, and L. Hoffmann (2011), Ensemble-based analysis of regional climate change effects on the cabbage stem weevil (*Ceutorhynchus pallidactylus* (Mrsh.)) in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.), *The Journal of Agricultural Science* 150, 191-202.

**\*Korrespondenz an:**

Dr. Jürgen Junk, Centre de Recherche Public - Gabriel Lippmann, rue du Brill 42, L-4422 Belvaux, Luxemburg, E-Mail: junk@lippmann.lu

## **Maximal möglicher Niederschlag im Gebiet von Talsperren des Erzgebirges bei Betrachtung verschiedener Klimaszenarien**

Armin Raabe\*<sup>1)</sup>, M. Barth<sup>1)</sup>, L. Schenk<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Leipziger Institut für Meteorologie, Leipzig, Deutschland

<sup>2)</sup> Leibniz Institut für Troposphärenforschung e.V., Leipzig, Deutschland

Der Betrieb von Talsperren wird unter Berücksichtigung des möglichen maximalen Niederschlages in dem entsprechenden Einzugsgebiet gesteuert.

Das hier verwendete Verfahren zur Abschätzung des auf die Fläche eines Einzugsgebietes bezogenen maximal möglichen Niederschlages basiert auf der Abschätzung des Niederschlages bei Hebung einer aus Beobachtungen (Radiosondenstationen) oder Klimaprojektionen (Rechnungen des globalen Modells ECHAM5-MPIOM) ermittelten wärmsten und feuchtesten Luftmasse an einem Gebirgshang (Erzgebirge).

Es wird gezeigt:

- 1.) Das Verfahren angewendet auf die Jetztzeit (Messung Radiosonde und Simulationen der Jetztzeit ECHAM5/MPI-OM 20C) führt zu vergleichbaren Ergebnissen.
- 2.) Das Verfahren unter Verwendung zukünftiger klimatischer Verhältnisse im Gebiet Sachsens (SRES Szenarienrechnungen A1B, A2 und B1) zeigt dazu abweichende Ergebnisse, die den Klimawandel widerspiegeln.
- 3.) Es zeigt sich wie allgemein angenommen eine Zunahme des möglichen maximalen Niederschlages, wobei die Höhenlage des Einzugsgebietes in Rechnung zu stellen ist.
- 4.) Die Zunahme erreicht in der Zukunft (2070-2100) bezogen auf eine mögliche Regendauer von 48h allerdings nicht mehr als 25% (Szenarium A2).

### **\*Korrespondenz an:**

Dr. Armin Raabe: Leipziger Institut für Meteorologie, Universität Leipzig, Stephanstr. 3, D-04103 Leipzig,  
E-Mail: raabe@uni-leipzig.de

## **Einfluss des Klimawandels auf die Biotropie des Wetters und die Gesundheit bzw. Leistungsfähigkeit der Bevölkerung in Deutschland**

Stefan Zacharias\*<sup>1)</sup>, Christina Koppe<sup>1)</sup>, Hans-Guido Mücke<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Deutscher Wetterdienst, Zentrum für Medizin-Meteorologische Forschung (ZMMF), Freiburg, Deutschland

<sup>2)</sup> Umweltbundesamt, Fachgebiet 'Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung', Berlin, Deutschland

In der durch die Bundesregierung im Jahr 2008 verabschiedeten Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) ist der Bereich Gesundheit ein zentrales Schwerpunktthema. Seit 2008 sind z.B. in den Bereichen der vektorgetragenen Krankheiten, nicht-übertragbaren Krankheiten und Extremwetterereignissen zahlreiche Vorhaben initiiert und Veranstaltungen organisiert worden, die dazu beitragen sollen, den gesundheitlichen Folgen des Klimawandels präventiv zu begegnen. Als neuer Blickpunkt wird jetzt untersucht, inwiefern sich durch den Klimawandel die Häufigkeit biotroper Wetterlagen in Deutschland ändern könnte. Das in diesem Kontext Anfang 2012 gestartete und auf drei Jahre angelegte UFOPlan-Forschungsvorhaben „Klimawandel, Bioklimatologie und gesundheitliche Effekte“ (FKZ 3711 61 238, gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) soll einen Beitrag zur Schließung dieser Wissenslücken leisten und damit zur Entwicklung gesundheitsrelevanter Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel in Deutschland beitragen.

Biometeorologische Studien haben gezeigt, dass bestimmte Wetterlagen, vor allem ausgeprägte Wetterwechsel, zu Beeinträchtigungen des menschlichen Wohlbefindens sowie einer Zunahme der Symptomatik von gesundheitlichen Wirkungen (Wetterfühligkeit, Wetterempfindlichkeit, Krankheiten) führen können. Dabei liegt das Maximum der biotropen Intensität des Wetters im Bereich der stärksten Wetteränderung. Der Klimawandel könnte zukünftig vor allem in den Übergangsjahreszeiten und im Winterhalbjahr zu einer Zunahme von Großwetterlagen mit wechselhafter Witterung führen. Die hiermit bedingten häufigeren und stärkeren Wetterwechsel könnten somit eine größere Belastung für den menschlichen Organismus bedeuten.

Ziel des Projekts ist zum einen die Zusammentragung des aktuellen Wissensstandes zum Einfluss von Wetter bzw. Wetteränderungen auf die Befindlichkeit und Leistungsfähigkeit von Menschen auf Basis einer Literaturstudie. Des Weiteren soll untersucht werden, in wie weit der Klimawandel zu Veränderungen im Wirkpotential des Wetters beiträgt. Hierfür werden Zukunftsprojektionen mehrerer regionaler Klimamodelle (basierend auf dem Globalmodell ECHAM5 mit mittlerem Emissionsszenario A1B) in Hinblick auf die Veränderungen der Häufigkeit von biotropen Wetterlagen bzw. von Situationen mit raschen Wetterwechseln analysiert. Ausgehend von dieser Untersuchung soll die zukünftige biotrope Belastung der Bevölkerung in Deutschland abgeschätzt werden.

### **\*Korrespondenz an:**

Dr. Stefan Zacharias, Deutscher Wetterdienst, Zentrum für Medizin-Meteorologische Forschung (ZMMF), Stefan-Meier-Str. 4, D-79104 Freiburg, E-Mail: Stefan.Zacharias@dwd.de



## 9. Deutsche Klimatagung

### **Wissenschaftliches Komitee:**

Dr. Paul Becker, Offenbach/Main  
Prof. Dr. Christian Bernhofer, Dresden  
Prof. Dr. Stefan Brönnimann, Bern  
Prof. Dr. Rüdiger Glaser, Freiburg  
Prof. Dr. Andreas Hense, Bonn  
Prof. Dr. Christoph Kottmeier, Karlsruhe  
Prof. Dr. Wilhelm Kuttler, Essen  
PD Dr. Cornelia Lüdecke, München  
Prof. Dr. Andreas Matzarakis, Freiburg  
Prof. Dr. Helmut Mayer, Freiburg (Vorsitzender)  
HR Dr. Ernest Rudel, Wien  
Prof. Dr. Uwe Ulbrich, Berlin

### **Lokales Organisationskomitee:**

Regina Daus, Freiburg  
Kira Fibich, Freiburg  
Dominik Fröhlich, Freiburg  
Andrea Hug, Freiburg  
Helen Kojelles, Freiburg  
Jan Konopka, Freiburg  
Hyunjung Lee, Freiburg  
Prof. Dr. Andreas Matzarakis, Freiburg  
Prof. Dr. Helmut Mayer, Freiburg (Vorsitzender)  
Annika Oertel, Freiburg  
Dirk Redepenning, Freiburg  
Dr. Dirk Schindler, Freiburg  
Dipl.-Forstw. Jochen Schönborn, Freiburg



## Berichte des Meteorologischen Institutes der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

- Nr. 1: Fritsch, J.: Energiebilanz und Verdunstung eines bewaldeten Hanges. Juni 1998
- Nr. 2: Gwehenberger, J.: Schadenpotential über den Ausbreitungspfad Atmosphäre bei Unfällen mit Tankfahrzeugen zum Transport von Benzin, Diesel, Heizöl oder Flüssiggas. August 1998
- Nr. 3: Thiel, S.: Einfluß von Bewölkung auf die UV-Strahlung an der Erdoberfläche und ihre ökologische Bedeutung. August 1999
- Nr. 4: Iziomon, M.G.: Characteristic variability, vertical profile and modelling of surface radiation budget in the southern Upper Rhine valley region. Juli 2000
- Nr. 5: Mayer, H. (Hrsg.): Festschrift „Prof. Dr. Albrecht Kessler zum 70. Geburtstag“. Oktober 2000
- Nr. 6: Matzarakis, A.: Die thermische Komponente des Stadtklimas. Juli 2001\*)
- Nr. 7: Kirchgäßner, A.: Phänoklimatologie von Buchenwäldern im Südwesten der Schwäbischen Alb. Dezember 2001\*)
- Nr. 8: Haggagy, M.E.-N.A.: A sodar-based investigation of the atmospheric boundary layer. September 2003\*)
- Nr. 9: Rost, J.: Vergleichende Analyse der Energiebilanz zweier Untersuchungsflächen der Landnutzungen „Grasland“ und „Wald“ in der südlichen Oberrheinebene. Januar 2004\*)
- Nr. 10: Peck, A.K.: Hydrometeorologische und mikroklimatische Kennzeichen von Buchenwäldern. Juni 2004\*)
- Nr. 11: Schindler, D.: Characteristics of the atmospheric boundary layer over a Scots pine forest. Juni 2004\*)
- Nr. 12: Matzarakis, A., de Freitas, C.R., Scott, D. (Eds.): Advances in Tourism Climatology. November 2004\*)
- Nr. 13: Dostal, P.: Klimarekonstruktion der Regio TriRhena mit Hilfe von direkten und indirekten Daten vor der Instrumentenbeobachtung. Dezember 2004\*)
- Nr. 14: Imbery, F.: Langjährige Variabilität der aerodynamischen Oberflächenrauigkeit und Energieflüsse eines Kiefernwaldes in der südlichen Oberrheinebene (Hartheim). Januar 2005\*)
- Nr. 15: Ali Toudert, F.: Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate. November 2005\*)
- Nr. 16: Matzarakis, A., Mayer, H. (Hrsg.): Extended Abstracts zur 6. Fachtagung BIOMET des Fachausschusses Biometeorologie der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft e.V.. März 2007\*)
- Nr. 17: Mayer, H. (Ed.): Celebrating the 50 years of the Meteorological Institute, Albert-Ludwigs-University of Freiburg, Germany. May 2008\*)
- Nr. 18: Mayer, H., Matzarakis, A. (Eds.): 5<sup>th</sup> Japanese-German Meeting on Urban Climatology. March 2009\*)
- Nr. 19: Mayer, H., Schindler, D. (Eds.): Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference „Wind Effects on Trees“. October 2009\*)
- Nr. 20: Matzarakis, A., Mayer, H., Chmielewski, F.-M. (Eds.): Proceedings of the 7<sup>th</sup> Conference on Biometeorology. April 2010\*)
- Nr. 21: Mayer, H., Schindler, D., Kunz, M., Ruck, B. (Hrsg.): Strategien zur Reduzierung des Sturmschadensrisikos für Wälder (Verbundprojekt RESTER). April 2010\*)

Nr. 22: Mayer, H., Matzarakis, A. (Hrsg.): Projekte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Rahmen der BMBF Forschungsinitiative klimazwei. November 2010\*)

Nr. 23: Mayer, H. (Hrsg.): 9. Deutsche Klimatagung, Freiburg, 9. bis 12. Oktober 2012: Kurzfassungen von Vorträgen und Posterbeiträgen. Oktober 2012\*)

\*) Bericht online verfügbar unter (Report online available under):

[http://www.meteo.uni-freiburg.de/forschung/publikationen/berichte/index\\_html](http://www.meteo.uni-freiburg.de/forschung/publikationen/berichte/index_html)