



# QUIRCS

## Quantifizierung von Unsicherheiten regionaler Klimasimulationen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN

### Teilprojekt: Strahlungs- und Energieflüsse, abgeleitet aus Fernerkundungsdaten, für die Validierung regionaler Klimamodelle

Michael Sommer, Franz H. Berger, Institut für Hydrologie und Meteorologie, TU Dresden

#### Zielstellung

Für die Validierung regionaler Klimamodelle werden für das gesamte Modellgebiet Vergleichsdaten benötigt. Hierzu können zu einem Grid interpolierte Punktmessungen oder Fernerkundungsdaten verwendet werden. Da insbesondere Strahlungs- und Energieflüsse, aber auch Wolkenbedeckungsgrade nicht flächendeckend als Bodenmessungen zur Verfügung stehen, sollen in diesem Teilprojekt globale Satelliten-Datensätze, welche durch Bodenmessungen gestützt werden, Verwendung finden. Erst die neueste Satellitengeneration misst die benötigten Strahlungsflüsse direkt (z.B. CERES). Daher werden in dieser Studie unter Verwendung von Fernerkundungsdaten der letzten 20 Jahre die Strahlungsflüsse abgeleitet. Die Hauptdatenquellen sind die globalen ISCCP Dx Daten mit einer räumlichen Auflösung von 30 km und einer zeitlichen Auflösung von 3 Stunden. Mit diesen Daten können Strahlungstransfersimulationen durchgeführt werden, welche die Strahlungsflüsse am Oberrand der Atmosphäre und am Erdboden liefern und auch für die Abschätzung der Energieflüsse am Erdboden einsetzbar sind.

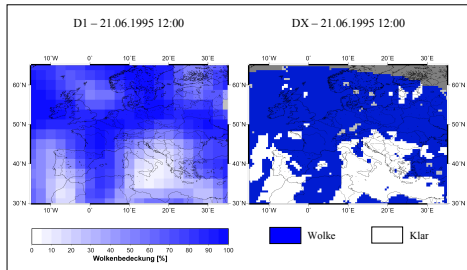


Abb. 1: Vergleich von ISCCP D1 und ISCCP Dx Daten anhand der Wolkenbedeckung eines ausgewählten Termins (21.06.1995 12:00 UTC)

#### Ergebnisse

Die simulierten Strahlungsflussdichten weisen sehr starke räumliche Strukturen auf, die mit den lokalen Gegebenheiten (Orographie, Land-See-Verteilung) innerhalb des Untersuchungsgebietes gut übereinstimmen (Abb. 4a, 5a). Außerdem weisen fast alle Strahlungsflussdichten regional (auf Gitterzellenbasis) signifikante Trends auf, die sich aber, über das gesamte Untersuchungsgebiet betrachtet, herausmitteln (Abb. 4b, 5b). Die Signifikanz dieser Trends ist regional sehr unterschiedlich, und oft nur in wenigen Gitterzellen statistisch sicher (Mann-Kendall-Trendtestwert  $Q > 2$ ) [Rapp, 2000] und demzufolge auch nur dort wirklich zu beachten (Abb. 4c, 5c).

Der mittlere Wolkenbedeckungsgrad besitzt im südlichen und nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes einen recht starken und signifikanten negativen Trend [Abb. 3].

#### Ausblick

Es können aufbauend auf den bald vorliegenden Strahlungsflüssen am Erdboden die Energieflüsse abgeschätzt werden. Hierbei werden unter Berücksichtigung von Landoberflächendaten (z.B. USGS) der latente Wärmestrom, der Bodenwärmestrom und auch der sensible Wärmestrom bestimmt.

Zusätzlich dazu soll versucht werden, mit Hilfe von GPCP Daten Niederschlagsmuster in Bezug zu den Strahlungsflüssen zu setzen, und die darin enthaltenen Zusammenhänge aufzuzeigen.

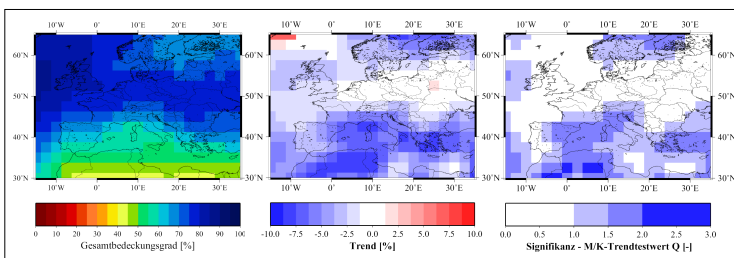


Abb. 3: ISCCP D2 Daten – mittlerer Wolkenbedeckungsgrad 12:00 UTC im Zeitraum 1984 bis 1998 und seine zeitliche Veränderung (Trend) innerhalb dieser 15 Jahre

#### Meilensteine

##### A – TOA Flüsse und Wolkenbedeckungsgrad

- Bestimmung der Strahlungsflüsse am Oberrand der Atmosphäre (TOA / top of atmosphere) aus ISCCP Dx Daten
- Bestimmung des Wolkenbedeckungsgrades einzelner Wolkenschichten
- Interpretation der räumlichen und zeitlichen Variabilität

##### B – Strahlungsflüsse am Erdboden (Priorität verschoben E→B)

- Bestimmung der Strahlungsflüsse am Erdboden aus ISCCP Dx Daten
- Intensive Strahlungstransfersimulationen mit Streamer

##### C – Validierungsdatensatz I

- Validierung der Strahlungsflüsse mit zeitlich und räumlich höher aufgelösten Satellitendaten, sowie mit weiteren verfügbaren globalen Datensätzen wie ERBE oder auch ISCCP D1, D2 Daten
- Erstellung eines Validierungsdatensatzes

##### D – Energieflüsse am Erdboden

- Bestimmung der latenten Wärmeströme am Erdboden, potentiell nach Priestley-Taylor und aktuell nach Penman-Monteith
- Berechnung des Bodenwärmestromes unter Nutzung der Strahlungsbilanz
- Bestimmung des sensiblen Wärmestromes, einerseits aus dem Residuum und andererseits mit Hilfe der Dalton-Beziehung

##### E – Niederschlagsmuster (Priorität verschoben B→E)

- Charakterisierung von Niederschlagsmustern mit Hilfe der GPCP Daten, Analyse der Niederschlagsintensitäten
- Diskussion der räumlichen und zeitlichen Variabilität des Niederschlages in Verbindung mit den TOA Flüssen, sowie dem Bedeckungsgrad

##### F – Validierung

- Validierung der Strahlungs- und Energieflüsse, einerseits mit Bodenbeobachtungen, z.B. Routinemessungen der Globalstrahlung, mit Daten des *Baseline Surface Radiation Network* (BSRN), um die Genauigkeit der Satellitendatenanalyse quantifizieren zu können.
- Vergleich der Niederschlagsdaten mit konventionellen Messverfahren

##### G – Validierungsdatensatz II

- Erstellung eines weiteren Validierungsdatensatzes, insbesondere Energieflüsse am Erdboden, mit der Angabe der erzielten Genauigkeiten
- Interpretation dieses Datensatzes in Verbindung mit dem Wolkenbedeckungsgrad und der Niederschlagsvariabilität

#### Durchgeführte Arbeiten

In Bezug auf die dargestellten Meilensteine dieser Studie wurde das Augenmerk bisher auf die Wolkenbedeckungsgrade [Abb. 2] und besonders auf die Bestimmung der Strahlungsflüsse am Erdboden und am Oberrand der Atmosphäre gelegt [Abb. 4, 5].

Die Simulation des atmosphärischen Strahlungstransfers mit dem Strahlungstransfermodell Streamer hat sich als sehr zeitintensiv herausgestellt. Aus diesem Grund wurden für die Entwicklung und Testung der nötigen Algorithmen und deren programmtechnische Umsetzung hauptsächlich größer aufgelöste Datensätze verwendet (ISCCP D2 / D1) [Rossow, 1996]. Derzeit befindet sich diese technische Umsetzung im Endstadium und kann voraussichtlich bald auch auf die höher aufgelösten ISCCP Dx Daten angewendet werden. Dies bedeutet, dass alle bisher erzielten Ergebnisse auf der größeren räumlichen Skala von ca. 2,5° (~280 km) beruhen [Abb. 1].

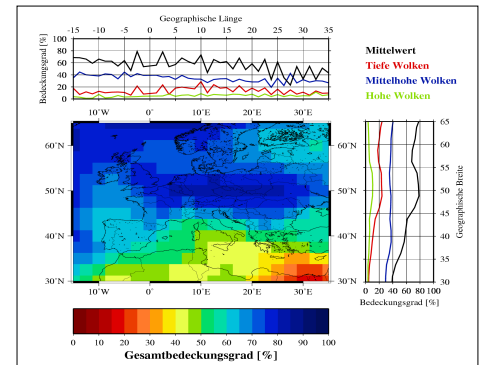


Abb. 2: ISCCP D2 Daten – mittlerer Wolkenbedeckungsgrad mit Angabe zu den Anteilen der einzelnen Wolkenschichten (hoch, mittel, tief) eines ausgewählten Termins (Juni 1995, 12:00 UTC)

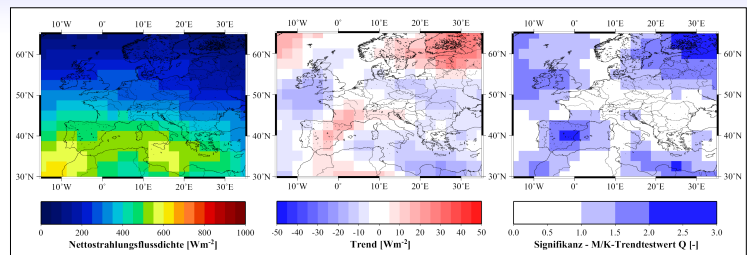


Abb. 4a, b, c: Mittlere Nettostrahlung am TOA im Zeitraum 1984 – 1998, 12:00 UTC, und ihre zeitliche Veränderung (Trend) inkl. der Signifikanz ( $Q > 2 \rightarrow$  signifikanter Trend)

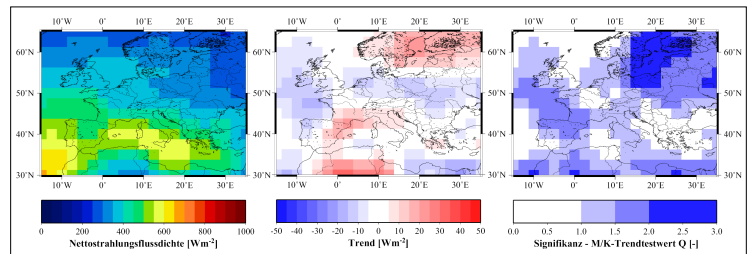


Abb. 5a, b, c: Mittlere Nettostrahlung am Erdboden im Zeitraum 1984–1998, 12:00 UTC, und ihre zeitliche Veränderung (Trend) inkl. der Signifikanz ( $Q > 2 \rightarrow$  signifikanter Trend)

#### Literatur

- Gundelwein, N., 2003, Bestimmung der zeitlichen Variabilität der Strahlungsflüsse am Erdboden für Mitteleuropa mit Hilfe von ISCCP D1/D2 Daten  
 Rapp, J., 2000, Konzeption, Problematik und Ergebnisse klimatologischer Trendanalysen für Europa und Deutschland, Berichte des DWD, 212  
 Rossow, W. B., 1996, ISCCP – Documentation of new Cloud Datasets

**Kontakt** Dipl. Hydrol. Michael Sommer, msommer@forst.tu-dresden.de, 0351-46331346  
 PD Mag. Dr. Franz H. Berger, berger@forst-dresden.de, 0351-46331345



DEKLIM

Klimavariabilität & Vorhersagbarkeit  
 Deutsches Klimaforschungsprogramm



GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung