



Poster 4

Wie genau kennen wir unser Klima ?

Unsicherheiten in Fernerkundungsdaten

Einleitung

Das Klima der Erde entspricht einem komplexen System aus Einzelkomponenten, die sich gegenseitig beeinflussen können. Die exakte Beschreibung des Klimasystems der Erde erfordert daher die genaue Kenntnis dieser Einzelkomponenten.

Eine Komponente ist der Strahlungshaushalt der Erde. Er ist die treibende Größe beim Energieaustausch zwischen der Erdoberfläche und der Atmosphäre und ist somit direkt mit dem Klimasystem verbunden. Die Ableitung des Strahlungshaushaltes aus Satellitendaten ist nur anhand verschiedener Methoden möglich. Eine direkte Bestimmung ist nur mit Bodenmessungen realisierbar. Allerdings stellen Bodenmessungen nur punktuelle Messungen dar, während mit Hilfe von Satellitendaten eine globale flächenmäßige Bestimmung ermöglicht wird.

Methode

Die Bestimmung des Strahlungshaushaltes am Erdboden sowie am Oberrand der Atmosphäre erfolgt mit dem 1D Strahlungstransferschema Streamer. Dieses berechnet die kurz- und langwelligen Strahlungsflussdichten anhand spezifischer Eingangsparameter, wie dem Bedeckungsgrad, der Optischen Dicke und der Temperatur der Wolken. Die Eingangsparameter sind den Datensätzen des *International Satellite Cloud Climatology Project* (ISCCP) entnommen. Zur Rechenzeitminimierung wurden Look-up-Tabellen erstellt, die die Strahlungsbilanzkomponenten für maßgebende Zustandsgrößen des Erdoberfläche-Atmosphäre-Systems enthalten.

Durch mehrdimensionale lineare Interpolationen ist es möglich, Strahlungsflussdichten sämtlicher atmosphärischer Zustände zu berechnen.

Ergebnisse

Die Strahlungsflussdichten für den ISCCP-Dx Datensatz basieren auf einer räumlichen Auflösung von ca. 30x30 km². Dagegen liegen die Produkte des *Surface Radiation Budget* (SRB) in einer 1°x1° und die des ISCCP-FD in einer flächentreuen 2,5°x2,5° Auflösung vor. In Abbildung 1 sind die Differenzen für die Globalstrahlung dargestellt, die die am genauesten ermittelbare Größe ist. Es wird deutlich, dass mit Abnahme der räumlichen Auflösung die Differenzen und damit die Unsicherheiten zunehmen. Zusätzlich beeinflussen die unterschiedlichen Bestimmungsmethoden die Ergebnisse maßgeblich.

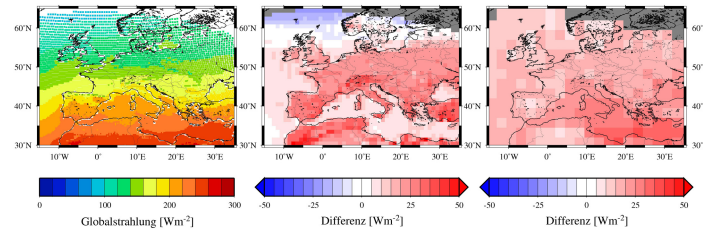


Abb. 1: Globalstrahlung am Erdboden über den Zeitraum 1984 – 1993 für den ISCCP-Dx Datensatz (Referenz) und die Differenzen zum SRB (Mitte) und dem ISCCP-FD Datensatz (Rechts)

Abbildung 2 veranschaulicht den Vergleich mit Bodenmessungen in zwei unterschiedlichen Regionen Deutschlands. Dabei wird ersichtlich, dass die mit unserer Methode bestimmte Globalstrahlung sowohl über der aus der Sonnenscheindauer abgeleiteten Globalstrahlung (links) als auch über der direkt gemessenen Globalstrahlung (rechts) liegt.

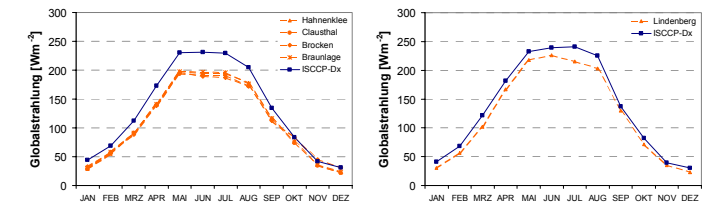


Abb. 2: Globalstrahlung am Erdboden für zwei ISCCP-Dx Pixel mit den dazugehörigen Bodenmessungen. Links: Ableitung der Globalstrahlung an den Bodenmessstationen im Harz aus der Sonnenscheindauer; Rechts: direkte Messung der Globalstrahlung an der Bodenstation Lindenberg

Die Gegenüberstellung der einzelnen Jahresmittelwerte für das gesamte Untersuchungsgebiet in Abbildung 3 belegt, dass neben dem Skalenproblem die Unsicherheiten hinsichtlich der Bestimmungsmethoden unter Verwendung der gleichen Datengrundlage (Datensätze des ISCCP) erheblich sind.

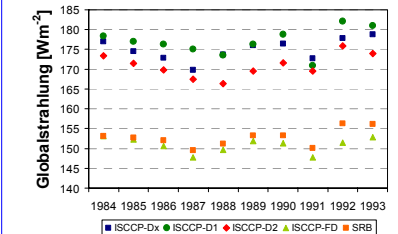


Abb. 3: Jahresmittelwerte der Globalstrahlung für unterschiedliche Datensätze über den Zeitraum von 1984 – 1993 (Flächenmittel des Gebietes s. Abb. 1)

Zusammenfassung

Die großen Spannweiten im Vergleich der Globalstrahlung, die auf Satellitendaten basiert, machen erneut deutlich, wie wichtig gute Bodenmessungen für die Validierung sind.

Darüber hinaus sind die Ergebnisse unserer Berechnungen durch Vereinfachungen und Festlegungen zur Rechenzeitminimierung beeinflusst. Diese gilt es zukünftig zu verifizieren und gegebenenfalls zu minimieren.



TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN



Michael Sommer michael.sommer@forst.tu-dresden.de
Nadja Gundelwein nadja.gundelwein@forst.tu-dresden.de

Grundlagen

Klimatologische Variablen, wie z.B. Temperatur, Niederschlag und Windgeschwindigkeiten, werden vom Deutschen Wetterdienst an einer Vielzahl von Stationen beobachtet.

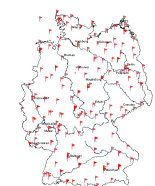


Abb. 1: Räumliche Verteilung von Windbeobachtungsstationen im Zeitraum 1951 - 2001.

In Abbildung 1 ist beispielhaft die Verteilung von Stationen mit Windmessungen im Zeitraum 1951 - 2001 dargestellt.

Diese Beobachtungsstationen liefern dreimal täglich klimatologische Messwerte, die verwendet werden, um mittlere Tages-, Monats- und Jahreswerte zu berechnen.

Abbildung 2 zeigt beispielhaft den Verlauf der mittleren monatlichen Windgeschwindigkeit an der Station Brocken (Harz), sowie die um hochfrequente Anteile reduzierte Messreihe (Gauß'scher Tiefpass).

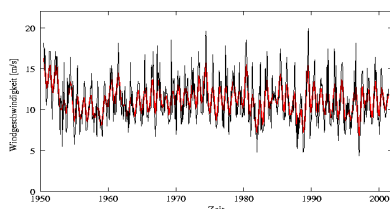


Abb. 2: Mittlere monatliche Windgeschwindigkeit an der Station Brocken (schwarz) und 12-monatiger Tiefpassfilter (rot).

Interpolationsverfahren

Mittels geeigneter mathematisch-statistischer Interpolationsverfahren werden für jeden Monat im Untersuchungszeitraum zweidimensionale Felder der jeweiligen Variablen erstellt. Die räumliche Auflösung beträgt hierbei 1 km x 1 km.

Die betrachteten Variablen sind neben den klassischen Klimaparametern Temperatur (Tagesmittel, -maximum, -minimum, -amplitude), Niederschlag, spezifische Feuchte, Taupunkt-Temperatur, Windstärke in 10 m über Grund und Bodendruck auch Intensitäten, Häufigkeiten und Persistenzen, z.B. die Anzahl der Sommertage pro Jahr.

Hierzu werden Interpolationsverfahren benutzt, die sich in rein statistische Verfahren (z.B. Regressionsansätze), deterministische Methoden (z.B. Inverse Distance) und geostatistische Methoden (z.B. Kriging) unterteilen lassen. Darüber hinaus kann durch eine geeignete Vorverarbeitung, z.B. Linearisierung von Höhenabhängigkeiten durch Einführung einer relativen Topographie bei Winddaten (s. rechte Karte in Abbildung 3), die räumliche Repräsentanz der Daten verbessert werden.



Abb. 3: Mit verschiedenen Interpolationsmethoden erzeugte Datensätze der mittleren Windgeschwindigkeit im Zeitraum 1951 - 2001. Links: Regressionsansatz, Mitte: Inverse Distance Interpolationsverfahren (IDW) und Rechts: Inverse Distance Interpolationsverfahren nach Vorverarbeitung der Daten (IDW*).

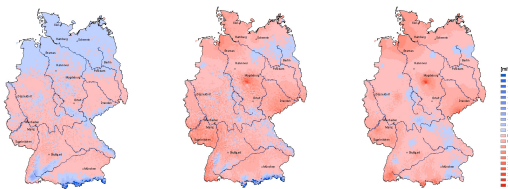


Abb. 4: Differenzen zwischen den in Abb.3 dargestellten Feldern. Links: Differenz Regressionsansatz - IDW, Mitte: Differenz Regressionsansatz - IDW* und Rechts: Differenz IDW-IDW*.

Ergebnisse

Diese verschiedenen Interpolationsverfahren liefern unterschiedliche Resultate.

Da nicht definitiv entschieden werden kann, welches Interpolationsverfahren die Realität am besten beschreibt, muss die gesamte Spannweite der erhaltenen Felder bei der Evaluierung von Klimamodellen berücksichtigt werden. Diese Variationen sind bei hochfrequenten Variablen (Windgeschwindigkeit, Niederschlag, etc.) naturgemäß wesentlich stärker ausgeprägt als bei raum-zeitlich homogenen Feldern (z.B. Temperatur, Luftdruck). Abbildung 4 zeigt beispielhaft die Unterschiede der in Abbildung 3 dargestellten Felder mittlerer Windgeschwindigkeit im Zeitraum 1951 - 2001.

Weiteres Vorgehen

Die erhaltenen flächenhaften Felder klimatologischer Variablen werden im nächsten Schritt zur Evaluation entsprechender Felder regionaler Klimamodellsimulationen herangezogen. Hierbei müssen u.a. die durch verschiedene Methoden bedingten Unterschiede in den interpolierten Feldern berücksichtigt werden, siehe hierzu Poster 6.



Deutscher Wetterdienst

Andreas Walter
Deutscher Wetterdienst, Kaiserleistr.44,
63067 Offenbach
e-mail andreas.walter-2@dwd.de