

Fernerkundung von atmosphärischer Instabilität aus METEOSAT SECOND GENERATION (MSG)

C. Thiemann ¹, R. Fuhrhop ², C. Simmer ¹

¹ Meteorologisches Institut der Universität Bonn
Auf dem Hügel 20, 53121 Bonn

² Angewandte Meteorologie und Fernerkundung
c/o Institut für Meereskunde
Düsternbrooker Weg 20, 24105 Kiel

1 Einleitung

Es ist geplant, mit dem SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and Infa-Red Imager) Radiometer auf dem zukünftigen METEOSAT SECOND GENERATION (MSG) Satelliten Kurzfristvorhersagen für Gewitter zu erstellen. Ziel dieser von EUMETSAT geförderten Studie ist es, einen globalen Algorithmus zur Abschätzung der Instabilität der Troposphäre abzuleiten. Ausgenutzt werden dabei die SEVIRI Infrarotkanäle (6.2, 7.3, 8.7, 10.8, 12.0, 13.4 μm), um den Algorithmus auch nachts anwenden zu können. Sehr schnelle statistische Algorithmen werden benötigt, um eine Realzeitanalyse der SEVIRI Beobachtungen erstellen zu können. Neuronale Netze bieten die Möglichkeit, aus Daten Muster zu erkennen, ohne daß vorab ein Modell, z.B. eine Regressionsmodell angegeben wird. Untersucht wurde das Potential neuronaler Netze, den Zusammenhang zwischen den beobachteten Strahlungstemperaturen und den Stabilitätsindizes, z.B. dem *surface* K-Index, aufzudecken.

2 Datenbasis

Für 25 Fallstudien instabiler Atmosphäre wurden Simulationen mit dem Europamodell (EM, Deutscher Wetterdienst(DWD)) durchgeführt. Die Testfälle sind über Europa und Nordafrika über die Monate März bis November und die Jahre 1994 bis 1996 verteilt. Die Strahlungstemperaturen für die spektralen Kanäle des SEVIRI wurden mit Hilfe des Strahlungstransportmodells STREAMER (Univ. Boston) simuliert. Die Stabilitätsindizes wurden für dieselben Atmosphärenzustände berechnet. Temperatur- und Feuchtwerte in der unteren und mittleren Troposphäre gehen in diese Berechnung mit ein. Neben traditionellen wurden auch gemäß den Wichtungsfunktionen der Kanäle modifizierte Indizes verwendet.

3 Neuronales Netz

Stabilitätsparameter haben regional und saisonal bedingt unterschiedlichen Erfolg in der Prognose von Gewittern. Das macht die Ableitung eines global anwendbaren Algorithmus schwierig. Zur Aufdeckung der Beziehung zwischen den Strahlungstemperaturen und den Stabilitätsindizes benutzten wir ein künstliches neuronales Netz (NetFit, Univ. Kiel). Nach Ermittlung der optimalen Netzarchitektur und Bestimmung der zugehörigen

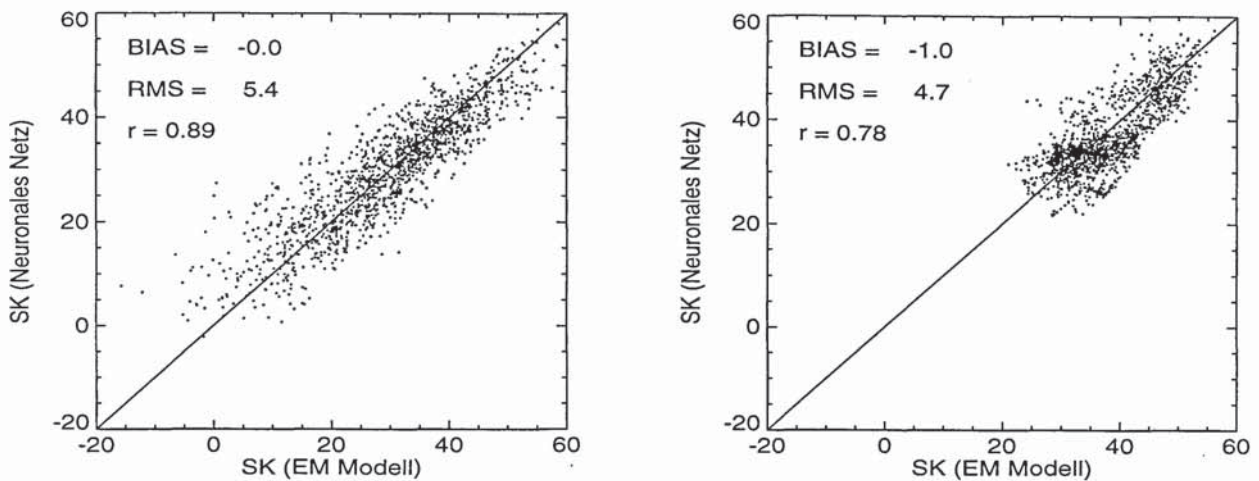


Abbildung 1: Ableitung des *surface* K-Index (SK) für das neuronale Netz. Selbsttest (links), Anwendung (rechts) auf unabhängigen Testfall (23.07.1996 3:00 UTC).

Gewichte erhielten wir einen Algorithmus, der ein hohes Potential besitzt, diese Zusammenhänge zu erkennen. Die Arbeitsweise eines neuronalen Netzes unterteilt sich in zwei Phasen, die Lernphase und die Ausführungsphase. In der Lernphase steht dem Netz ein kompletter Datensatz mit Ein- und Ausgabewerten zur Verfügung. Ziel des Lernverfahrens ist es, Netzgewichte zu finden, die den quadratischen Fehler des Netzes minimieren, d.h. die Differenz zwischen bekannter und vom Netz berechneter Ausgabe möglichst klein werden zu lassen. In unserem Fall standen dem Netz die simulierten Strahlungstemperaturen und der Zenithwinkel des SEVIRI als Eingabe und als Ausgabe der aus dem EM berechnete Stabilitätsparameter zur Verfügung. Ein- und Ausgabevektorpaare von 24 der 25 Testfälle bildeten die Trainingsmenge. In der Ausführungsphase wurden unbekannte Vektoren in das Netz eingegeben, d.h. hier der verbleibende 25. Fall. Anhand der Darstellung von Originalindex und abgeleitetem Index in Streudiagrammen kann man erkennen, daß das Netz in der Lage ist, die troposphärische Instabilität zu erkennen. Die Korrelationskoeffizienten für die verschiedenen Indizes liegen im Bereich von 0.8. Die Extremwerte werden vom Netz etwas unterschätzt. Ursache dafür ist, daß der zur Verfügung stehende Datensatz noch zu wenige Testfälle beinhaltet. Das neuronale Netz kann nicht interpolieren, sondern nur die Zusammenhänge ableiten, die es einmal gelernt hat.

Die hier aus dem EM berechneten Instabilitätswerte für die Stabilitätsindizes sind deutlich geringer als die, die aus traditionellen Radiosondenmessungen hervorgehen. Diese Unterschätzung der Instabilität liegt in dem konvektiven Anpassungsverfahren des EM begründet, das notwendig ist, um das Modell numerisch stabil zu halten. Zusätzlich wurden deshalb zwei der 25 Testfälle mit dem Lokalmmodell (LM, DWD) simuliert. Das LM ist ein nicht hydrostatisches Modell und hat eine räumliche Auflösung von 2.8 x 2.8km, was in etwa der Auflösung des SEVIRI entspricht. Die Ergebnisse, die dieser Algorithmus liefert, sind sehr viel realistischer als die Berechnungen auf der Basis des EM. Die Werte der Indizes liegen in den aus den Radiosondenaufstiegen ermittelten Bereichen.

Literatur:

- Jung, T., E. Ruprecht, and F. Wagner, 1997a: Determination of Cloud Liquid WaterPath Over the Oceans From SSM/I Data Using Neural Networks. J. Appl.Meteorol., accepted
- R. Fuhrhop: Use of Meteosat Second Generation (MSG) data to estimate the instability of the troposphere (Final Report, EUMETSAT Contract No. EUM/CO/96/437/Mpe)