

Deutscher Wetterdienst



Annalen der Meteorologie

37

**Deutsche Meteorologen-Tagung
14. – 18. September 1998 in Leipzig**

Band 2

Zur Herstellung dieses Buches wurde chlor- und säurefreies Papier verwendet.

ISSN 0072-4122
ISBN 3-88148-342-X

Herausgeber und Verlag:
Deutscher Wetterdienst
Frankfurter Straße 135
D-63067 Offenbach am Main

Simulation der Assimilation tomographischer Daten

Luis Kornbluh, M. Gorbunov, and L. Bengtsson

Max-Planck-Institut für Meteorologie, Bundesstr. 55, D-20146 Hamburg
Obukhov Institute for Atmospheric Physics, Pyzhevsky per., 3, Moscow, 109017, Russia

Die Verwendung tomographischer Daten in Modellen entwickelt sich zu einem wichtigen Gebiet aufgrund der GNSS¹ Okkultations Technik. Die Vorabsimulation eines Datenassimilationszyklus mit realen Daten ist nicht möglich, da die einzigen Messungen von GPS/MET weder in der räumlichen noch zeitlichen Dichte ausreichend sind, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Deshalb wird in dieser Studie zunächst untersucht, wie ein globales Modell auf die Assimilation vom Oberrand bis zu einer vorgegebenen Höhe reagiert.

Der Empfänger der GNSS Signale stellt zunächst einmal nur Informationen über die Temperatur zur Verfügung. Diese sollen global in einem Höhenintervall von 10 hPa und einer Höhe, die durch die Qualität des Empfängers und dem Zustand der Atmosphäre bestimmt wird, zwischen 300 und 850 hPa (dem angenommenen Oberrand der mittleren planetaren Grenzschicht) vorliegen. Unter der Voraussetzung, daß die Daten sowohl im Raum als auch in der Zeit gleichmäßig verteilt vorliegen, kann man Zwillings-Experimente durchführen, die auf realen Analysen beruhen, die die Messungen repräsentieren sollen. In einem Zwillings-Experiment wird ein Lauf durchgeführt, bei dem die Analysedaten das Modell so stark dominieren, daß die Analysen den Modellauf vollständig bestimmen, dies stellt die 'wahre' Atmosphäre dar (Kontrolllauf). In weiteren Experimenten wird der Einfluß der Analysen auf die 'Beobachtungsschichten' beschränkt und der Einfluß dieser 'Beobachtungen' über einen Faktor eingeschränkt. Ein Vergleich dieser Ergebnisse, zeigt den Einfluß, den spätere, gute Messungen auf einen Modellauf haben können.

Die Assimilation beruht auf der sogenannten Newtonrelaxation oder auch 'nudging'. Dabei werden die Beobachtungsdaten dynamisch in das Modell eingekoppelt. Hierfür werden Terme in die prognostischen Gleichungen des Modells eingeführt, die das Modell in Richtung der Beobachtungen zwingt. Diese Technik ist einfach zu implementieren und kostet wenig Rechenzeit.

Die Untersuchungen wurden mit dem Hamburgener Klimamodell ECHAM4 durchgeführt. Einem Modell der globalen Zirkulation, das auf dem Vorhersagemodell des ECMWF beruht, bei dem vor allem in der Physik Änderungen für Klimastudien vorgenommen wurden.

Es wurden mehrere Experimente durchgeführt. Die Daten wurden dabei auf unterschiedliche Hauptdruckflächen genutzt. Zusätzlich wurde ein Lauf durchgeführt bei dem nur die Bodendaten (Klimalauf), sowie ein weiterer bei dem alle verfügbaren Daten verwendet wurden, um die 'Wahrheit' darzustellen.

Ein guter Indikator für eine mögliche Verbesserung des Zustands der Atmosphäre ist das globale Mittel des Fehlers der Höhe der Geopotentialflächen zwischen dem Kontrolllauf und den Assimilationsläufen (siehe Abbildungen 1 und 2 für zwei exemplarische Ergebnisse). Zunächst einmal ist für beide Läufe ein signifikant besseres globales Mittel zu erkennen. Wenn man mit dem reinen Klimalauf vergleicht.

Abbildung 1 zeigt eine deutliche Abnahme des Fehlers von 129 gpm auf minimal 33 gpm mit zunehmender Assimilationstiefe. Die Ergebnisse für die 850 hPa Fläche in Abbildung 2 zeigen eine Abnahme des Fehlers von 61 gpm auf im besten Fall 12 gpm.

Es ist eine deutliche Verbesserung von mindestens 60 % zu erwarten, sollten die GNSS Okkultationsdaten von erwarteter Qualität sein und ausreichend Empfänger zur Verfügung stehen, um eine entsprechende räumlich und zeitlich Abdeckung zu erhalten.

¹Global Navigation Satellite System

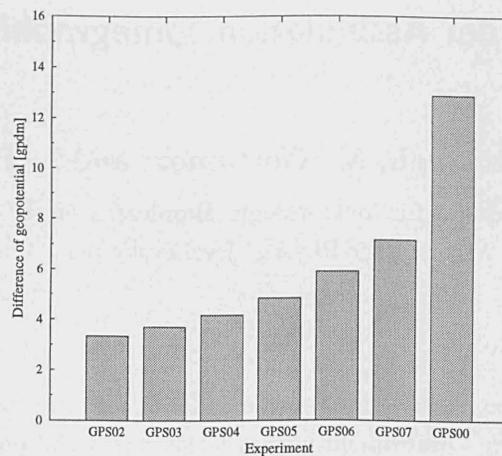


Abbildung 1: Fehler der Höhe des 400 hPa Geopotentials zwischen den verschiedenen 'nudging' Experimenten und dem Klimalauf gegen den Kontrolllauf.

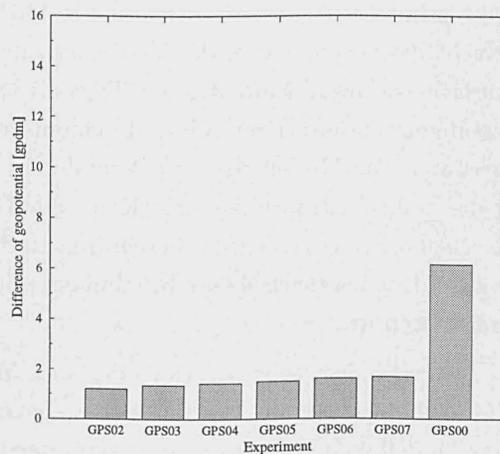


Abbildung 2: Fehler der Höhe des 850 hPa Geopotentials zwischen den verschiedenen 'nudging' Experimenten und dem Klimalauf gegen den Kontrolllauf.

Diese Arbeit wurde im Rahmen einer ESA Studie mit dem Thema 'Synergies and impacts of global navigation systems for operational meteorology and climatology' durchgeführt.

Literatur

- Jeuken, A. B. M., Siegmund, P. C., Heijboer, L. C., Feichter, J. und Bengtsson, L. (1996): *On the potential of assimilating meteorological analyses in a climate model for the purpose of model validation*. Journal of Geophysical Research, **101**, Nr. D 12, 16939–16950.
- Stauffer, D. R. und Bao, J.-W. (1993): *Optimal determination of fdda coefficients using the adjoint equations*. Tellus, **45**, 358.
- Zou, X., Navon, I. M. und Ledimet, F. X. (1992): *An optimal nudging data assimilation scheme using parameter estimation*. Quart. J. R. Met. Soc., **118**, 1163.