

Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung und Validierung von Ableitungsverfahren für atmosphärischen Wasserdampf aus Satellitenmessungen sowie deren Anwendung im Rahmen der Daten-Assimilation eines numerischen Wettervorhersagemodells. Ableitungsverfahren wurden für zwei Satelliteninstrumente entwickelt, das *Medium Resolution Imaging Spectrometer* MERIS auf Envisat und das *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* MODIS auf TERRA. Für beide Instrumente wurden zwei, leicht unterschiedliche Algorithmen entwickelt. Über wolkenfreien Land-Pixeln erlauben sie die Bestimmung des gesamten Säulenwasserdampfgehalts, über bewölkten Pixeln die Bestimmung des Säulenwasserdampfgehalts überhalb der Wolken. Beide Algorithmen basieren auf Messungen rückgestreuter Solarstrahlung, daher sind Ableitungen nur während des Tages möglich.

Die möglichst schnelle Prozessierung der Satellitendaten nach dem Überflug ist eine nötige Voraussetzung für deren Verwendung im Rahmen der Assimilation. Um diese Forderung zu erfüllen, wurde ein *near-real-time* Prozessierungs-System entwickelt, das die automatische Verarbeitung von level1b Satellitenmessungen auf einem skalierbaren, verteilten Computersystem ermöglicht. Dieses System wird zur Zeit operationell im Institut für Weltraumwissenschaften zur Ableitung von Wasserdampf- und zusätzlichen Wolkenprodukten aus MODIS Messungen verwendet. Die Zeit, die für die Erstellung der Produkte und die Darstellung der Ergebnisse im Internet benötigt wird, beträgt ca. 20 Minuten vom ftp-Transfer der level1b Daten von der Empfangsstation und damit ca. 90 Minuten vom Beginn des Satellitenüberflugs.

Die Ergebnisse der Ableitungsverfahren wurden mit drei unterschiedlichen Vergleichsmessungen validiert: a) mit Messungen des Mikrowellenradiometers auf

dem ARM-SGP Messfeld in Oklahoma, USA, b) mit bodengestützten GPS Messungen in Deutschland und c) mit Radiosondenaufstiegen in Mitteleuropa. Alle drei wurden für die Validierung des abgeleiteten Gesamtwasserdampfgehalts über wolkenfreien Landpixeln verwendet, die Radiosondenmessungen wurden zusätzlich zur Validierung des aus MERIS-Messungen abgeleiteten Säulenwasserdampfs über Wolken verwendet. Die Wurzel der mittleren quadratischen Abweichung zwischen den Satellitenmessungen und den Validierungsdaten war typischerweise in der Größenordnung von 2 mm, mit mittleren absoluten Abweichungen meistens kleiner als 1 mm. Der Vergleich mit bodengestützten GPS Messungen zeigte die beste Übereinstimmung.

MODIS Messungen des integrierten Gesamtwasserdampfgehalts über Land wurden für ein Assimilationsexperiment verwendet. Dieses wurde, für die ersten zwei Wochen im Juli 2002, durchgeführt mit dem System für die dreidimensionale variationelle Assimilation für das regionale Wettervorhersagemodell HIRLAM des schwedischen Wetterdienstes SMHI. Zwei Modellläufe wurden dazu verwendet, ein Referenzlauf, in dem alle operationell verfügbaren Beobachtungen verwendet wurden, sowie ein experimenteller Lauf mit den zusätzlichen MODIS Daten. Es zeigte sich, daß die MODIS Messungen während der Assimilation vom Modell akzeptiert und die Feuchtefelder in Übereinstimmung mit den Beobachtungen modifiziert wurden. Allerdings verschwand die zusätzliche Information in den darauffolgenden Vorhersagen meist recht schnell. Der Einfluß der MODIS Wasserdampfmessungen auf die Modellvorhersagen wurde im Hinblick auf Niederschlag untersucht. Die stärksten Veränderungen des Gesamtniederschlags über den Zeitraum des Experiments ereigneten sich in der Nähe der östlichen Modellgrenze in dem Gebiet, das am häufigsten von MODIS überflogen wurde. Nicht zu vernachlässigende Veränderungen waren jedoch ebenfalls in der westlichen Modellhälfte sichtbar, obwohl dort keine MODIS Messungen vorlagen. Die Vorhersagequalität wurde mit Hilfe von Vergleichen der prognostizierten Niederschläge mit Abschätzungen des Niederschlags aus Radarmessungen im BALTEX-Gebiet evaluiert. Die Unterschiede im Gesamtniederschlag zwischen HIRLAM und Radar waren generell weitaus größer als die Unterschiede zwischen den beiden Modellläufen. Daher war kein signifikanter Einfluß auf die Unterschiede zwischen Radar und HIRLAM zu beobachten.