

Modellierte Wasserdampffelder evaluiert mit Referenzmessungen des Observatoriums

Franz H. Berger (DWD, ECMWF), Jens Reichardt (DWD), Anton Beljaars (ECMWF), Ulrich Görsdorf (DWD), Jürgen Güldner (DWD) und Claudia Heret (DWD) – August 2010

Wie gut können 2010 numerische Wettervorhersagemodelle die zeitliche und räumliche Variabilität des Wasserdampfs modellieren? Diese Frage wurde 2009 erstmals in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Zentrum für Mittelfristwettervorhersage in Reading untersucht. Einzelne Ergebnisse dieser Untersuchung sollen in der vorliegenden Kurzdarstellung vorgestellt und diskutiert werden.

Für die Beantwortung obiger Frage standen auf der einen Seite vier Modellvorhersagen zur Verfügung, und zwar

- die Routinevorhersage des ECMWF,
- die Routinevorhersage des COSMO-EU Modells (des DWD),
- die Routinevorhersage des COSMO-DE Modells (ebenso vom DWD), und
- die Ergebnisse der aktuellen Re-Analyse (ERA-INTERIM) des ECMWF.

Auf der anderen Seite standen folgende Referenzmessungen des Observatoriums zur Validierung der modellierten Wasserdampf-felder zur Verfügung:

- Messungen mit dem Raman-Lidar RAMSES während der Nachtstunden, die als wichtigste Referenzdaten bei wolkenlosen Atmosphärenschichten berücksichtigt wurden,
- Mikrowellen-Profiler Messungen, die ohne Einschränkung durch die Atmosphäre genutzt werden können, und
- Daten der Radiosondenaufstiege, die am MOL-RAO alle 6 Stunden durchgeführt werden.

Die Lidar- und Mikrowellenprofiler-Daten waren als Profile mit 10 Minuten Zeitauf-
lösung verfügbar.

Für weitergehende Interpretationen standen darüber hinaus die Messungen des Wolkenradars MIRA zur Charakterisierung der Wolkenfelder und eines Ceilometers zur Erfassung der Wolkenuntergrenze zur Verfügung. An dieser Stelle sei explizit darauf hingewiesen, dass nur wolkenfreie Bedingungen,

d. h., entweder eine komplett wolkenfreie Atmosphäre oder wolkenfreie Schichten unterhalb höherer Wolken während der Nachtstunden in dieser Studie berücksichtigt wurden.

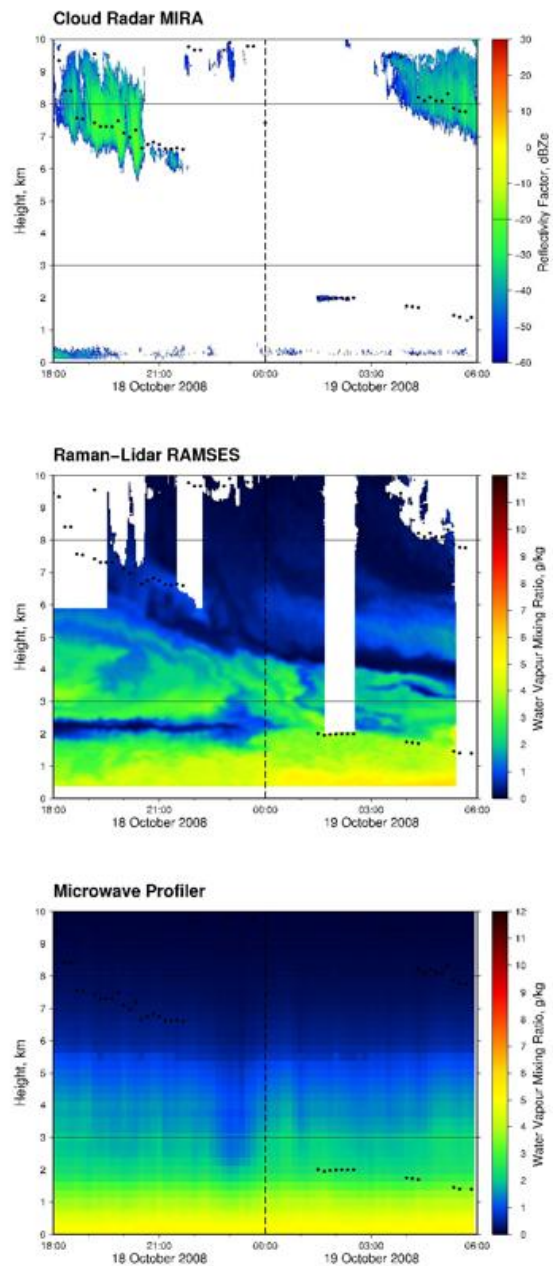


Abbildung 1: Reflektivitätsfaktor – Wolkenradar MIRA (oben), Wasserdampfmischungsverhältnis – RAMSES Lidar (Mitte) und Mikrowellenprofiler (unten); 18. Oktober 2008 1800 UTC bis 19. Oktober 2008 0600 UTC

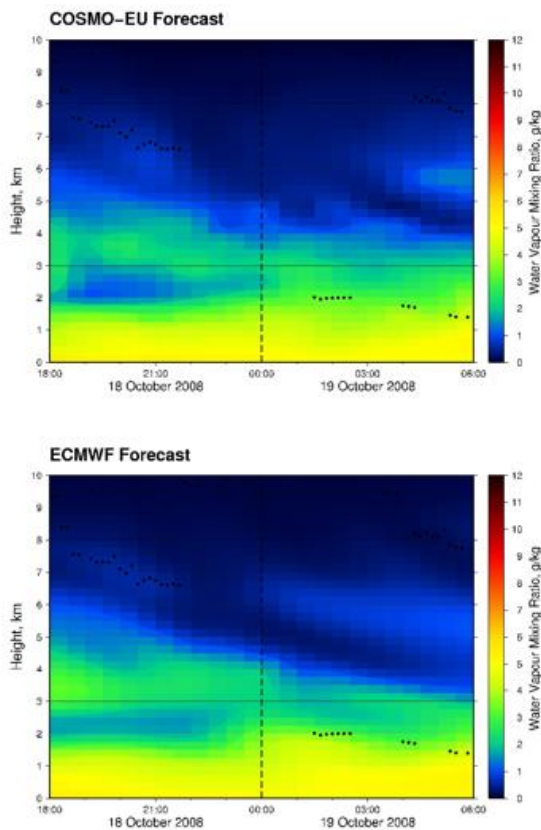


Abbildung 2: Vorhergesagte Wasserdampfprofile für die Nacht vom 18. auf den 19. Oktober 2008 – COSMO-EU (oben) und ECMWF-Vorhersage (unten); Punkte stellen die Wolkenbasishöhen, ermittelt aus Ceilometermessungen, dar.

Abbildung 1 zeigt exemplarisch einen Beobachtungsdatensatz für die Nacht vom 18. auf den 19. Oktober 2008, während Abbildung 2 die entsprechenden vorhergesagten Feuchtefelder (Wasserdampfmischungsverhältnis) des COSMO-DE bzw. des ECMWF-Modells wiedergibt. Schon der erste visuelle Vergleich zeigt dabei die gute Übereinstimmung von Beobachtung und Vorhersage.

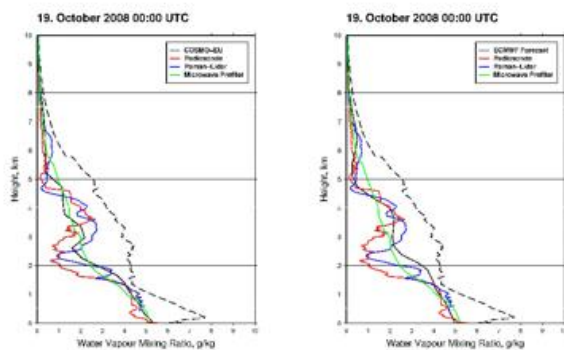


Abbildung 3: Vergleich der Profile des Wasserdampfmischungsverhältnis, gemessen und vorhergesagt, für den 19. Oktober 2008 00:00 UTC – Vergleich mit COSMO-EU (links) und ECMWF (rechts)

Abbildung 3 zeigt den Vergleich eines Profils des Wasserdampfmischungsverhältnisses für das hier ausgewählte Beispiel. Man erkennt ebenso die gute Übereinstimmung von Modell und Beobachtung. Weiters ist erkennbar, dass mit Hilfe der Radiosonde und des Raman-Lidars RAMSES die vertikale Struktur der Atmosphäre sehr hoch aufgelöst wiedergegeben werden kann. Im Gegensatz dazu ergibt die Messung des Mikrowellenprofilers ein geglättetes Feuchteprofil, welches aber sehr gut die vertikale Verteilung der Feuchte in der Atmosphäre wiedergibt.

Nach Mittelung der Messwerte über die entsprechenden Modellschichten und unter Berücksichtigung eines 60-Minuten Zeitintervalls wurden die Beobachtungen mit den Modellvorhersagen statistisch verglichen. Generell kann angemerkt werden, dass für das Temperaturprofil eine sehr gute Übereinstimmung gefunden werden kann. Für die Feuchteprofile ist die Aussage jedoch differenzierter.

Die Korrelation zwischen Beobachtung und Modellvorhersage des Feuchtefeldes ist immer höher als 0.95 – bei Berücksichtigung sämtlicher Vergleichstermine im Zeitraum von April 2008 bis März 2009. Weiters sind die Modelle im Allgemeinen im Vergleich zur Beobachtung um bis zu 12 Prozent zu trocken, wobei die Vorhersagen des ECMWF eher den Beobachtungen entsprechen. Ähnliches kann auch in Tabelle 1 abgelesen werden, in der die Standardabweichungen des Wasserdampfmischungsverhältnisses bezogen zur Raman-Lidar Referenz aufgelistet sind. Hierbei erkennt man einerseits saisonale Unterschiede (im Sommer sind die Standardabweichungen größer als im Winter), als auch andererseits die Unterschiede zwischen den verschiedenen Vorhersagen.

Tabelle 1: Standardabweichungen des Wasserdampfmischungsverhältnisses (in g/kg) bezogen auf die Raman-Lidar Referenzmessung (bestimmt für den Zeitraum April 2008 bis März 2009, alle Beobachtungstermine)

Standard-Abweichung	Radiosonde	ECMWF	ERA Interim	COSMO-DE	COSMO-EU
Frühjahr 2008	0.226	0.454	0.457	0.577	0.613
Sommer 2008	0.505	0.730	0.741	0.822	0.831
Herbst 2008	0.381	0.537	0.566	0.651	0.660
Winter 2008/9	0.213	0.279	0.362	0.417	0.399
Frühjahr 2009	0.270	0.412	0.412	0.526	0.523
alle Termine	0.360	0.537	0.559	0.656	0.666