

Lucia Kins, Gabriele Reich, Harald Flentje
Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg

Chemische Wettervorhersage: Near-Real-Time Evaluierung des GEMS-Vorhersagesystems

Im Rahmen des EU-Projektes GEMS (Global and regional Earth-system Monitoring using Satellite and in-situ data, 2005-2009) liefert das integrierte Wettervorhersagesystem (IFS) des Europäischen Zentrums für Mittelfristige Wettervorhersage (EZMW) seit Ende 2007 operationell Vorhersagen der globalen Verteilung atmosphärischer Gase und Partikel (<http://gems.ecmwf.int/index.jsp>). Nach der Evaluierung der mit den drei in GEMS integrierten Chemietransportmodellen (CTM) durchgeführten Reanalysen (s. GAW -Briefe 30, 39) wurden die operationellen Spuregas-Vorhersagen parallel, je nach Verfügbarkeit der Messnetzdaten mit etwa monatlicher Verzögerung, evaluiert. Die Bodendaten (Ozon O₃ und Kohlenmonoxid CO) wurden direkt von den GAW- Stationen geliefert, die Ozonprofile aus operationellen Datenbanken (NILU, SHADOZ, NDACC, WOUDC) bezogen.

Near-Real-Time- Evaluierung mit CO- und O₃- *in situ*-Messungen

Die zur Evaluierung verwendeten Bodendaten wurden von Europäischen (Monte Cimone - Italien, Moussala - Bulgarien, Izaña, Santa Cruz – Spanien, Hohenpeißenberg – Deutschland), Afrikanischen (Assekrem – Algerien, Cape Point – Südafrika) und einer Antarktischen Station (Neumayer) geliefert. In Abb. 1+2 werden exemplarisch die Ergebnisse für das Jahr 2008 vorgestellt.

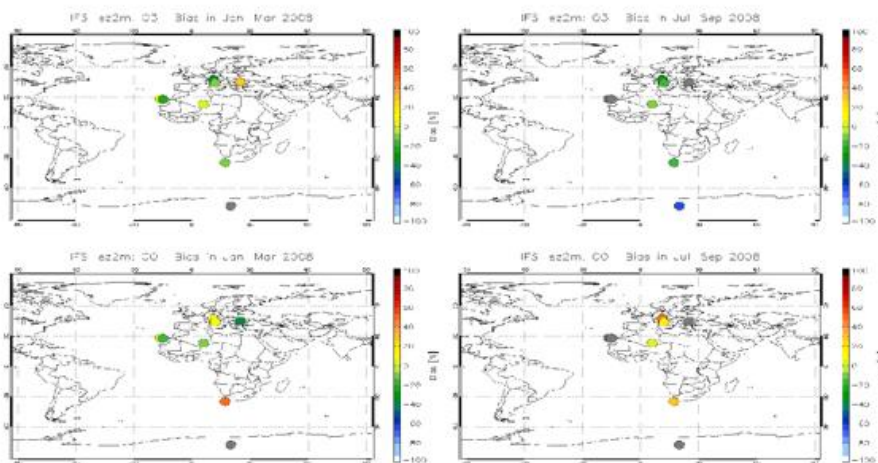


Abb. 1: Diff. Modell-Messung im 1. und 3. Quartal 2008 für O₃ (o.) und CO.

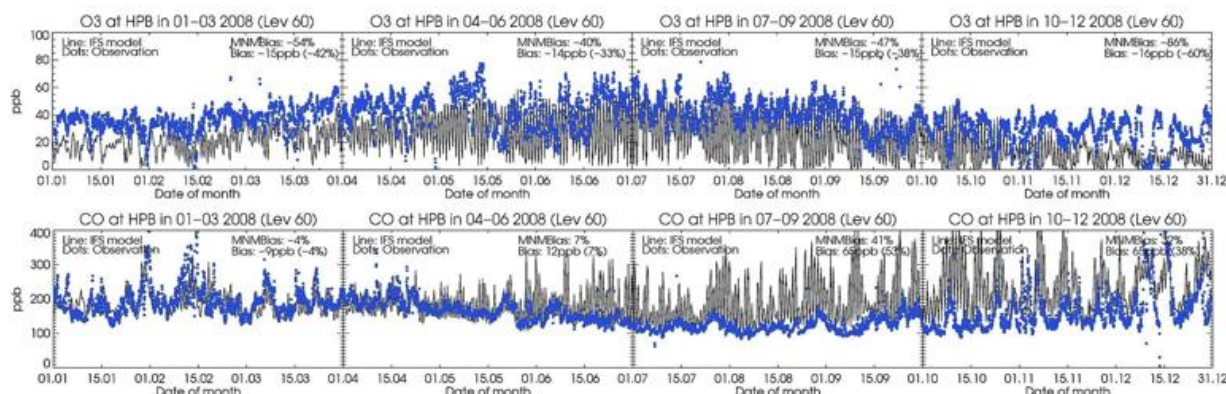


Abb. 2: O₃ (oben) und CO am Hohenpeißenberg in 2008. Blau: Messung, schwarz: Modell (IFS - MOZART)

Abb. 1 zeigt, dass O₃ generell unterschätzt wird, insbesondere nachts und im Winter, teils wegen geringer Konzentrationen (Emissionen) von O₃-Vorläufern, teils wegen NO Titration. Die niedrigen Nachtwerte deuten außerdem auf eine zu starke Bodensenke (trockene Deposition) im Modell hin. In Europa wird modellseitig im Sommer vermutlich zu viel CO aus organischen Vorläufern produ-

ziert, der Abbau durch OH scheint dagegen unterschätzt zu werden. An der Station Cape Point (maritime Südhemisphäre) ist der CO-Hintergrund zu gering und regionale Quellen (Brände, Kapstadt) werden unterschätzt. Die Tag-zu-Tag Kovarianz wird vom Modell für CO generell und für O₃ zumindest zeitweise gut reproduziert. Die Tagesamplitude wird jedoch in Europa im Sommer jeweils deutlich überschätzt (s. Abb.2), wobei diese möglicherweise, insbesondere an Bergstationen, sensitiv auf die Wahl des Modellniveaus ist. Über der Antarktis wird Bodenozone stark unterschätzt.

Evaluierung der vertikalen Ozonverteilung mit Ozon-Sondenprofilen

Die vertikale Ozonverteilung wurde durch Vergleiche mit Ozonsondenmessungen von 24 Referenzstationen evaluiert. Die Mehrzahl dieser Stationen (14) liegt in der Nordhemisphäre, sieben im Tropengürtel zwischen 15° Nord und 15° Süd und nur drei auf der Südhalbkugel.

Nördlich des 40. Breitengrades zeigen alle Vergleichsprofile die gleiche zeitliche Variation der Abweichung (bias) mit der Höhe, jedoch variieren die absoluten Werte der Differenzen von Station zu Station und werden tendenziell zu den polaren Breiten hin größer. Repräsentativ für die Vergleichsergebnisse zeigt die Abb. 3 die monatlichen bias-Profile an der Station Hohenpeißenberg. In der freien Troposphäre (> 700 hPa) bewegt sich der bias von positiven Werten (Modell höher als Sonde) im Winter zu negativen Werten im Sommer. In der Stratosphäre verändert sich der bias im Laufe des Jahres in umgekehrter Richtung.

Auffällig ist die Variabilität der Differenzen in der oberen Troposphäre und unteren Stratosphäre (UT/LS) im Winter - sowohl der absolute bias als auch die Standardabweichung sind dort am größten. Die Differenzen betragen immer über 50%, z.T. sogar über 100% bei einer Standardabweichung von ±50-100%. Die Hauptursache für den bias in der UT/LS ist die meist zu niedrige Tropopausenhöhe im Vorhersagemodell, evtl. aufgrund der groben vertikalen Modellauflösung von ca. 1 km. Zudem werden die größeren Ozonschwankungen und die hohe dynamische Variabilität der UT/LS im Winter durch das Modell nicht vollständig erfasst. Das könnte auch die Ozonwerte in der Stratosphäre und Troposphäre im Winter erklären, denn die Ozonmenge wird in der Stratosphäre auf eine zu dicke und in der Troposphäre auf eine zu dünne Atmosphärenschicht verteilt. Im Arktischen Winter (NyAlesund, 2007/2008) wird der Ozonabbau überschätzt, u.a. weil die Temperatur im ECMWF-Modell zu niedrig und die Bildung polarer Stratosphärenwolken zu stark ist, infolgedessen der Ozonabbau ansteigt. Das Ozonloch über der Antarktis wird dagegen unterschätzt.

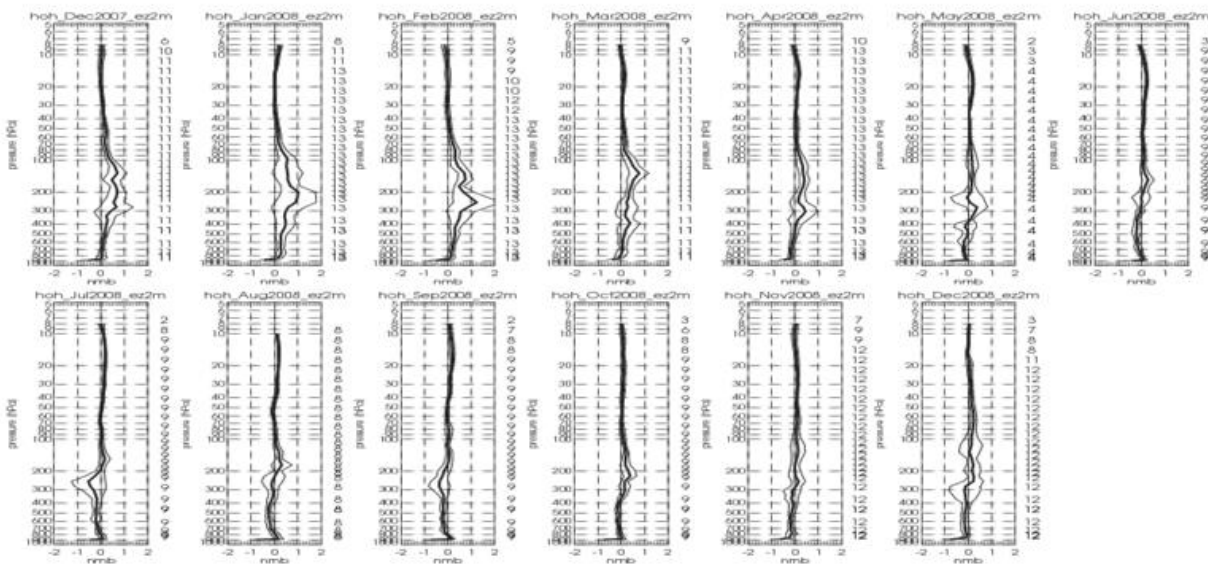


Abb. 3: Mittlere Monatsprofile der O₃-Differenz von Modell- und Sonden an der Station Hohenpeißenberg (dünne Linien: 1σ Standardabweichung).

Referenz:

Flemming, J. et al., Coupling global chemistry transport models to ECMWF's integrated forecasting system for forecast and data assimilation, ECMWF Technical Memorandum 5xx, t.b. submitted to ACP, 2009

Harald.Flentje@dwd.de