

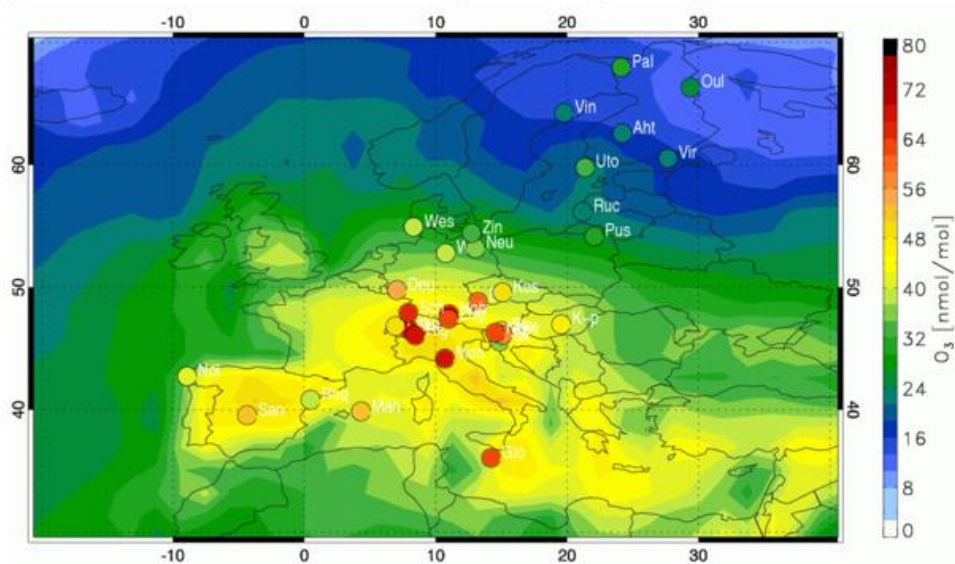
	<p>Global Atmosphere Watch</p> <h1>GAW Brief</h1> <h2>des Deutschen Wetterdienstes</h2> <p>Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg</p>	
<a href="http://www.wmo.ch/web/arep/gaw/gaw_home.html">www.wmo.ch/web/arep/gaw/gaw_home.html</a>	<a href="http://www.dwd.de/de/FundE/Observator/MOHP/hp2/gaw/gaw.htm">http://www.dwd.de/de/FundE/Observator/MOHP/hp2/gaw/gaw.htm</a>	
<p><b>Allgemein</b> Klima Strahlung Treibhausgase Spurengase Aerosol Niederschlag Analysen Trends Ursachen</p>		

## Chemische Wettervorhersage - Modellevaluierung im EU-Projekt GEMS

Harald Flentje, Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg

Im EU-Projekt GEMS (Global and regional Earth-system Monitoring using Satellite and in-situ data – s. GAW-Brief 30) wird das integrierte Wettervorhersagesystem (IFS) des Europäischen Zentrums für Mittelfristige Wettervorhersage (EZMW) um eine operationelle Vorhersage atmosphärischer Gase und Partikel erweitert. Ab 2009 sollen kontinuierlich Satellitenmessungen und später auch Daten aus Messnetzen wie GAW in die operationellen Vorhersagen einfließen (Datenassimilation). Basierend auf den globalen Analysen mit relativ geringer räumlicher Auflösung (ca. 100 km) werden Regionalmodelle die Vorhersagen bis hinunter auf wenige km verfeinern. Sowohl in der gegenwärtigen Entwicklungsphase als auch im späteren operationellen Betrieb werden die Modelle mit nicht assimilierten Beobachtungsdaten verglichen, um sie so kontinuierlich zu verbessern.

Tests der globalen Chemie-Transport-(CTM) und Aerosolmodelle und ihrer Kopplung an das EZMW-System wurden mit Re-Analysen der Jahre 2003 und 2004 durchgeführt. Wegen der größeren Vielfalt und Komplexität der beteiligten Prozesse ist die Modellierung von Aerosolen schwieriger als die Beschreibung der Gasphase. Zum Vergleich der Prognosequalität der Modelle werden die mittlere relative Abweichung zwischen den simulierten und gemessenen Werten (Bias), Korrelation und Varianz der zeitlichen Verläufe an repräsentativen Stationen, Jahres- und Tagesgänge sowie Profile verwendet. Spezifische Prozesse wie Waldbrände, Sommersmog, und stratosphärischer Ozonabbau werden in Fallstudien detailliert untersucht. So zeigt Abb. 1 eine globale CTM-Simulation der bodennahen Ozon-Verteilung in Europa während der Hitzeperiode im August 2003 und die entsprechenden Stationsmesswerte. Das globale Modell (Maschenweite 200 km) unterschätzt die photochemische Ozonproduktion und simuliert um 20-30% zu geringe Ozon-Mischungsverhältnisse; einerseits weil die globalen Emissionskataster zu geringe Konzentrationen der Vorläufergase enthalten, andererseits können viele Prozesse wie z.B. der Vertikalaustausch bei der verwendeten Modellauflösung nur relativ grob angenähert werden. Insbesondere die Amplitude des mittleren  $O_3$ -Tagesgangs und die nachmittäglichen Maxima sind dadurch in den globalen Modellen zu gering. Mit einer halbierten Gitterweite des Globalmodells ergeben sich für den August 2003 wesentlich realistischere Werte.



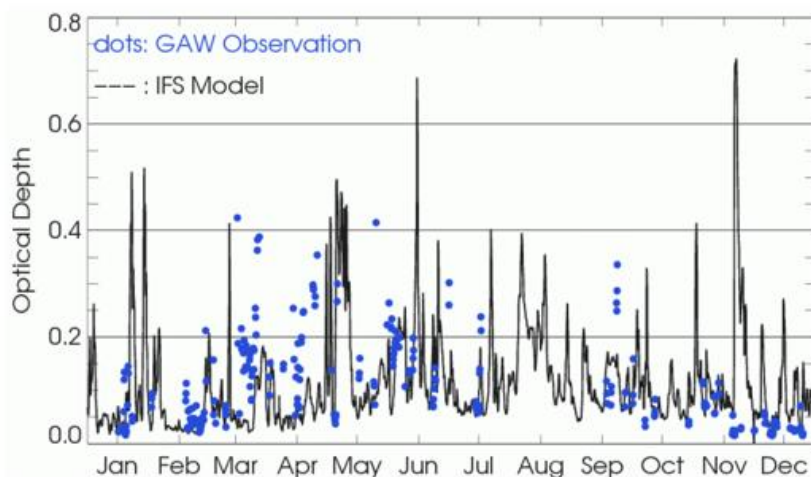
**Abb. 1:** Monatmittel des Ozon-Mischungsverhältnisses aus globaler CTM Simulation (MOZART Modell) und GAW Messung (©) während der Hitzewelle im August 2003 (gleiche Farbkodierung).

Im Jahresverlauf zeigen sich bei allen Spezies noch deutliche und regional unterschiedliche Abweichungen der simulierten von beobachteten Mischungsverhältnissen. Die größten Differenzen gibt es in den Quellregionen Europa, Nordamerika und Ostasien. Zwischen einigen Monaten treten Konzentrations-Sprünge auf, die auf Defizite in den Emissionskatastern oder bei der Modellinitialisierung bzw. der Assimilation hinweisen. Der zeitliche Verlauf der Spurengaskonzentrationen an einzelnen GAW-Stationen, z.B. bei Luftmassenwechseln (Transport) wird dagegen von den Modellen recht gut wiedergegeben. Die Korrelation der Tagesmittelwerte liegt auf Monatsbasis meist zwischen 0.4 und 0.7. Tabelle 1 gibt die mittleren Abweichungen der drei in GEMS verwendeten Modelle von den GAW-Bodenmessungen für O<sub>3</sub> und Kohlenmonoxid (CO) an. Die regionale und zeitliche Variabilität des Bias ist etwa so groß wie sein Wert selbst. Keines der Modelle liegt bisher für beide Gase und in allen Regionen konsistent dichter an den Beobachtungen, jedoch zeigt das MOZART-CTM nach der Kopplung an das IFS die höchste Recheneffizienz.

**Tabelle1:** Relative Abweichung (%) der simulierten Mischungsverhältnisse von CO und O<sub>3</sub> im Vergleich zu GAW Stationsmessungen im Jahr 2003 für die drei in GEMS verwendeten Chemie-Transport-Modelle.

Modell	O <sub>3</sub>	CO
MOZART	-21 ± 24	-2 ± 22
TM5	-3 ± 20	-30 ± 26
MOCAGE	30 ± 30	-23 ± 31

Im Gegensatz zu den nur an das IFS angekoppelten CTM ist das Aerosolmodell direkt in das IFS integriert, enthält allerdings vorerst nur die wichtigsten Prozesse, Parametrisierungen und Aerosoltypen (Staub, Seesalz, Ruß und organischer Kohlenstoff, in folgenden Modellläufen auch Sulfat). Trotzdem werden, gemessen an der atmosphärischen Trübung (AOD) Transport und Hintergrundverteilung atmosphärischer Partikel bereits einigermaßen realistisch wiedergegeben. Der Hauptgrund dafür ist die genaue Dynamik des EZMW-Modells. Zur Weiterentwicklung des Modells werden Aerosoltypen und Prozesse einzeln untersucht, deren Beschreibung z.T. noch deutliche Defizite aufweist. So ist der simulierte Seesalz-Beitrag zur AOD zu gering, die bodennahe Seesalz-Masse entspricht jedoch etwa den Messungen. Dies legt nahe, dass entweder die Simulation des Vertikaltransports oder die Umrechnung der Masse in AOD unzulänglich ist. Dagegen ist die Modell-AOD aus Staub in Quellnähe zu hoch. Die Mobilisierung der Partikel (Quellstärke) wird momentan sehr einfach über die Geschwindigkeit und Scherung des Windes in Bodennähe beschrieben, obwohl diese in komplexer Weise von den variablen Oberflächeneigenschaften abhängt. Die kohlenstoffhaltigen Partikel aus Waldbränden sind im Modell bisher nicht richtig enthalten, da die verwendeten Feueremissionen nicht aus dem simulierten Zeitraum stammen. Am Verlauf der AOD am Hohenpeißenberg in 2003 (Abb. 2) werden die Variabilität der Partikelbeladung der Luft und die Frage der Vergleichbarkeit von Punktmessungen mit globalen Modellen deutlich. Trotz der durch die Höhenlage reduzierten atmosphärischen Säule liegt die simulierte AOD im Mittel über der gemessenen. Die AOD-Maxima werden meist durch (Sahara-) Staub, zum Teil aber auch durch umliegende Quellen verursacht. Staubereignisse sind im Modell oft höher als beobachtet, allerdings kann die AOD-Messung während solcher Ereignisse auch durch Wolken verhindert sein oder sich neben der mitunter scharf begrenzten Staub-Luftmasse befinden.



**Abb. 2:** Aerosol optische Dicke (AOD) am Hohenpeißenberg in 2003: Modell und Radiometer Messung (●) in 980 m.ü.N.N.

Die folgenden Modellläufe sollen zunehmend automatisch evaluiert werden und über Internet (für Aerosole [http://dataipsl.ipsl.jussieu.fr/cgi-bin/AEROCOM/aerocom/surfobs\\_annualrs.pl](http://dataipsl.ipsl.jussieu.fr/cgi-bin/AEROCOM/aerocom/surfobs_annualrs.pl) und für reaktive Spurengase [http://dataipsl.ipsl.jussieu.fr/cgi-bin/AEROCOM/gems/gems\\_annualrs.pl](http://dataipsl.ipsl.jussieu.fr/cgi-bin/AEROCOM/gems/gems_annualrs.pl)) abrufbar sein, um das GEMS-Modellsystem technisch und hinsichtlich der Einrichtung von Nutzer-Services weiter zu entwickeln und gegen Ende des Projekts Anfang 2009 in einen prä-operationellen Betrieb zu überführen. Weitere Informationen über GEMS sind im Internet zu finden unter [http://www.ecmwf.int/research/EU\\_projects/GEMS](http://www.ecmwf.int/research/EU_projects/GEMS).