



Lucia Kins, Wolfgang Steinbrecht, Hans Claude
Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg
lucia.kins@online.de, wolfgang.steinbrecht@dwd.de

Fortlaufende Ozonprofil-Validierung in EUMETSATs O3M-SAF

Mit dem Start des ersten Meteorological Operational Satellite METOP-A am 19. Oktober 2006 begann für EUMETSATs Satellite Application Facilities (SAFs) die operationelle Phase. Die SAFs produzieren, archivieren und validieren die aus den Satelliten-Instrumenten abgeleiteten Daten. Es gibt 8 SAFs, jedes mit einem eigenen Aufgabenschwerpunkt. Das O3M-SAF (SAF on Ozone and Atmospheric Chemistry) dient der Überwachung von Ozonschicht, bodennaher Luftqualität und UV-Strahlung (<http://o3msaf.fmi.fi>). Seit Januar 2007 liefert das O3M-SAF fast in Echtzeit (3 Stunden nach der Messung) Ozon- und Stickstoffdioxid-Säulen, Ozonprofile, sowie UV-Strahlung aus den globalen GOME-2 (Global Ozone Monitoring Experiment-2) Messungen auf METOP-A. Spätestens 2 Wochen nach der Messung sind zusätzlich Bromoxid-, Schwefeldioxid-, Formaldehyd- und Wasserdampf-Säulen sowie der Aerosol-Index verfügbar.

Ozonprofile gab es bislang nur in niedriger horizontaler Auflösung (640 km x 40 km). Ab Sommer 2012 beginnt der operationelle Betrieb in hoher Auflösung (80 km x 40 km). Für die Validierung der Ozonprofile sind zwei O3M-SAF Mitglieder zuständig: Der belgische Wetterdienst (RMI) validiert die Satelliten-Profile mit Ozonsonden und deckt damit den Höhenbereich von der Troposphäre bis etwa 30 km Höhe ab. Der Deutsche Wetterdienst (Hohenpeißenberg) validiert mit Daten von Lidar und Mikrowellenradiometern, von etwa 12 km bis 70 km Höhe. Dabei werden Ozonprofile aller verfügbaren Bodenstationen aus dem Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC) verwendet. Weltweit sind dies zurzeit 10 Lidar- und 5 Mikrowellenstationen.

Zur Validierung werden Differenzen zwischen Ozonprofilen von Lidar- bzw. Mikrowelle und GOME-2 berechnet. Bei systematischen Abweichungen wird nach den Ursachen gesucht. Sie können im Satelliteninstrument, den Auswertungs-Algorithmen, der Bodenmessung, den Vergleichsmethoden und den Umgebungsbedingungen liegen. Ziel der Validierung ist 1.) die Verbesserung der Satellitenauswertung und 2.) die kontinuierliche Überwachung der Datenqualität.

Bild 1 zeigt die Verbesserung der GOME-2 Ozonprofile in den nördlichen Polarregionen, wo von Beginn an die Abweichungen am größten waren. Zwischen dem linken und dem rechten Bild liegen zahlreiche Verbesserungen der Auswerte-Algorithmen, zu denen die Validierung einen wichtigen

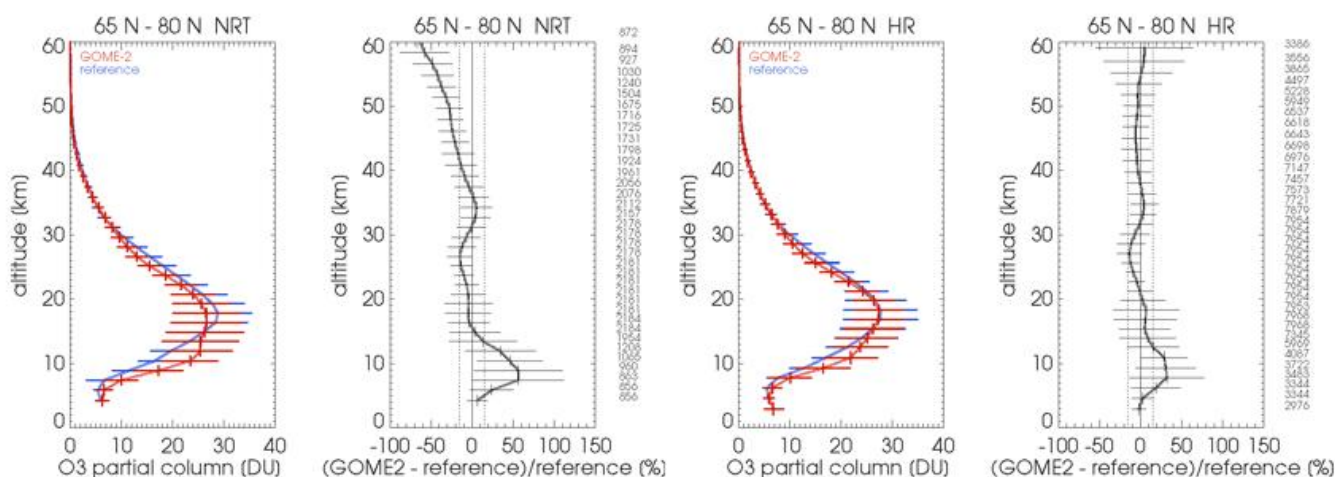


Abbildung 1: Mittlere Ozonprofile (rot: GOME-2, blau: Referenzmessungen) und mittlere Differenzprofile (schwarz) zwischen GOME-2 und Referenzmessungen in nördlichen polaren Breiten (NDACC Stationen Andøya, Ny-Ålesund), links in grober horizontaler Auflösung (NRT), rechts in hoher horizontaler Auflösung (HR) und mit verbesserter Satelliten- Auswertung. Vertikale Balken: Dicke der GOME-2 Schichten, horizontale Balken: statistische Unsicherheit ($\pm 1\sigma$). Vertikale Linien bei $\pm 15\%$ sind die Zielvorgabe des O3M-SAF für die Abweichung zwischen GOME-2 und Referenzprofilen. Zahlen rechts sind die Anzahl der GOME-2 Profile.

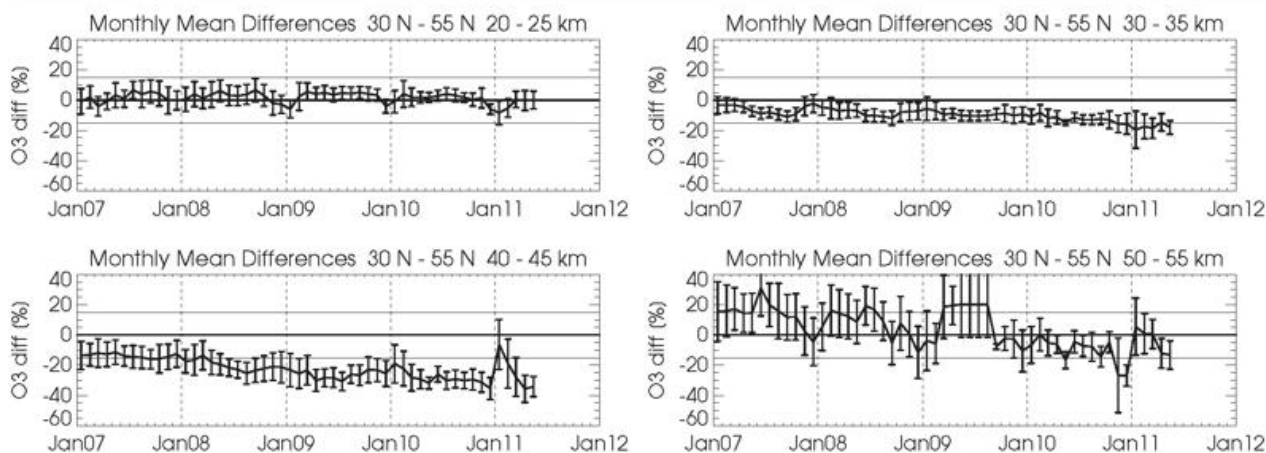


Abbildung 2: Zeitreihen der Monatsmittel der prozentualen Differenzen zwischen GOME-2 und Referenz-Ozonprofilen der mittleren nördlichen Breiten (Hohenpeißenberg, Payerne, Haute Provence, Table Mountain, Tsukuba) in verschiedenen Höhenschichten. Die Fehlerbalken zeigen die statistische Unsicherheit ($\pm 1\sigma$).

Beitrag leistete. So wurden Parameter des Strahlungstransfermodells und die Anzahl der Schichten in der GOME-2 Auswertung verbessert, sowie der Einfluss der Albedo untersucht. Die größte Verbesserung der GOME-2 Profile wurde durch die Verlegung der Auswertungs-Obergrenze von 0.1hPa auf 0.001hPa und durch eine Anpassung des Nullpunkts in den GOME-2 Strahlungsdaten erreicht. Derzeit wird die Korrelation der GOME-2 Schichten untereinander untersucht, um die verbliebenen größeren Abweichungen im Tropopausenbereich zu verringern.

Bild 2 zeigt anhand der Differenz-Zeitserien in mittleren nördlichen Breiten, dass eine kontinuierliche Validierung der Satellitendaten notwendig ist. Vor allem in der oberen Stratosphäre wird eine deutliche Drift (bis zu -10% pro Jahr!) der GOME-2 Profile zu negativen Abweichungen im Vergleich zu den (stabilen) Referenzmessungen beobachtet. Aufgrund der Validierungsergebnisse kalibriert und berechnet EUMETSAT derzeit die GOME-2 Messdaten neu, mit dem Ziel, diese Degradation zu korrigieren.

Die kontinuierliche Validierung im Rahmen des Ozon-SAFs stellt solche regelmäßigen Vergleiche auch in Zukunft sicher. Erst durch die regelmäßigen Vergleiche werden Driften und kleinere Unterschiede erkennbar. Probleme können im Rahmen des SAFs in enger Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Gruppen gelöst werden. Auch wenn der Satellit globale Daten liefert, ist ein Rückgrat von regelmäßigen und qualitativ hochwertigen Messungen an Bodenstationen (WMO-GO₃OS, NDACC) enorm wichtig: Ohne dieses Rückgrat sind die Satellitendaten wertlos! Zur Not können die Bodenstationen auch Lücken in den Satellitenbeobachtungen überbrücken, etwa wenn die Finanzierung von Satelliteninstrumenten endet, oder wenn Instrumente oder ganze Satelliten ausfallen (z.B. im April 2012 ENVISAT mit 3 Ozon-Instrumenten).

Auf europäischer Seite werden die Ozonmessungen mit METOP-B (geplanter Start Juli 2012) und METOP-C (Ende 2016) fortgesetzt. Ab 2020 plant EUMETSAT das Polar System 2nd Generation zusammen mit dem amerikanischen Joint Polar System. Die drohende Unterbrechung der amerikanischen Ozonmessungen zwischen 2013 und 2020 ist im Oktober 2011 mit dem Start des Suomi NPP (National Polar Orbiting Partnership) Wetter-Satelliten noch einmal geschlossen worden. Die Suomi-NPP Nutzlast enthält unter Anderem drei Spektrometer für Messungen von Ozonsäule und Ozonprofilen, die sogenannte Ozone Mapping and Profiler Suite (OMPS).

MONATSTATISTIK GESAMT-OZON FÜR DEZEMBER 2011/JANUAR-MÄRZ 2012

Station	Gesamtozonmittel in D.U. und Abweichung vom langjährigen Mittel in %							
	Dezember		Januar		Februar		März	
Hohenpeißenberg	273	-9.00	281	-14.07	345	-3.09	330	-9.34
Lindenberg	298	-2.30	318	-3.93	354	-2.48	340	-10.53
Arosa (CH)	269	-11.51	278	-15.63	337	-5.34	324	-10.74
Hradec Kralove (CZ)	288	-8.28	323	-6.38	357	-5.05	343	-10.21
Uccle (B)	323	+6.25	295	-9.79	332	-5.41	336	-7.18

Von Dezember 2011 bis März 2012 weisen alle Stationen (bis auf Uccle im Dezember) beträchtliche Ozondefizite auf.