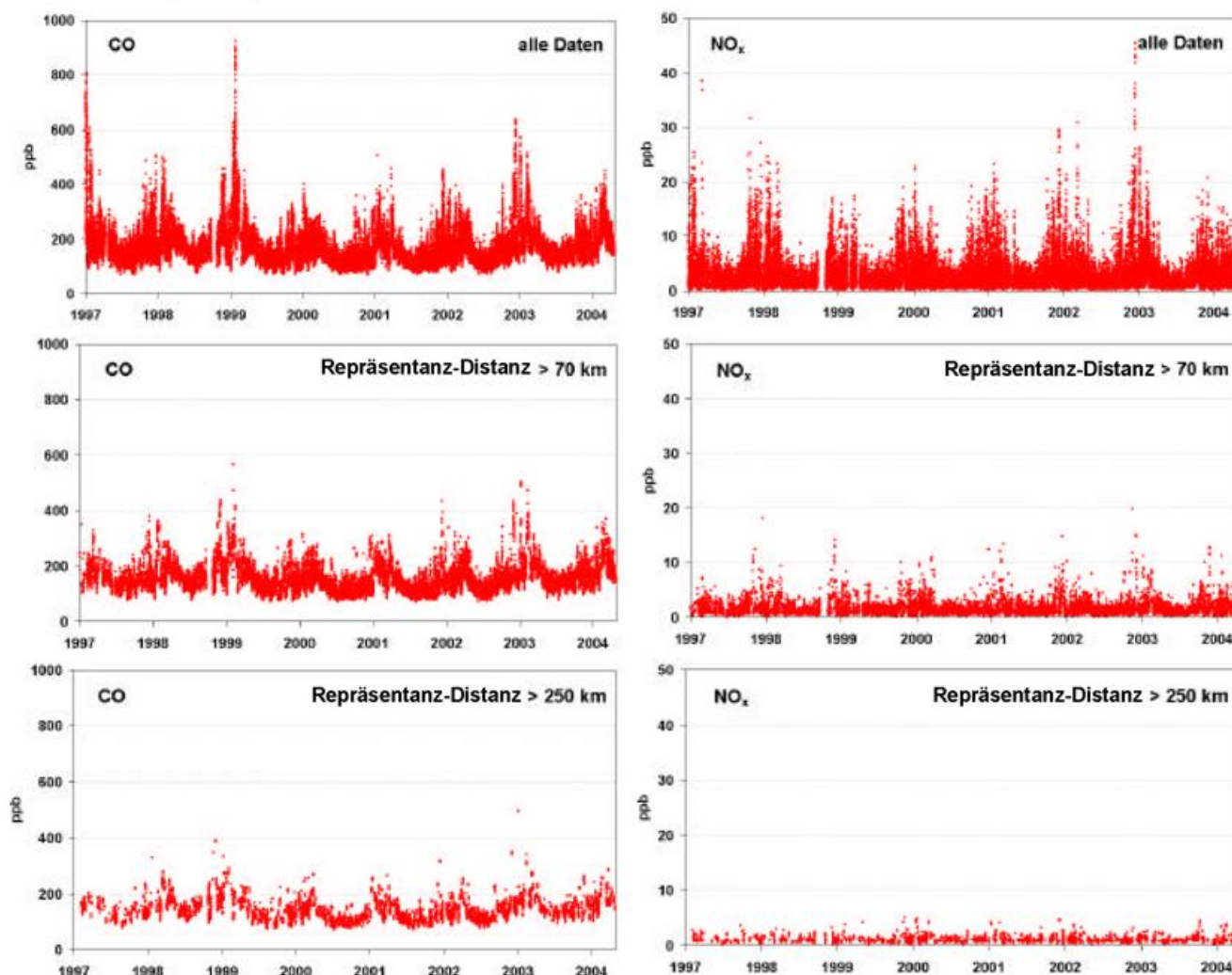


	<p>Global Atmosphere Watch</p> <h1 style="margin: 0;">GAW Brief</h1> <h2 style="margin: 0;">des Deutschen Wetterdienstes</h2> <p style="margin: 0;">Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg</p>	
<a href="http://www.wmo.ch/web/arep/gaw/gaw_home.html">www.wmo.ch/web/arep/gaw/gaw_home.html</a>	<a href="http://www.dwd.de/de/FundE/Observator/MOHP/hp2/gaw/gaw.htm">http://www.dwd.de/de/FundE/Observator/MOHP/hp2/gaw/gaw.htm</a>	
<p>Allgemein Klima Strahlung Treibhausgase Spurengase Aerosol Niederschlag Analysen Trends Ursachen</p>		

### Filterung luftchemischer Messreihen

Wolfgang Fricke, Stefan Gilge, Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg

Ein Ziel der Messungen im Rahmen des GAW-Programms ist, die großräumigen Veränderungen von Spurenstoff-Konzentrationen zu ermitteln und zu verfolgen. Um solche Trends in lokal gemessenen Zeitreihen frühzeitig erkennen zu können, müssen lokale Einflüsse herausgefiltert werden. Ein am MOHp entwickeltes einfaches Filter benutzt die Konzentrationsänderungen mit der Zeit und ordnet jedem Wert mit Hilfe der gleichzeitig gemessenen Windgeschwindigkeit sogenannte "Repräsentanz-Distanzen" zu. Eine ausführliche Beschreibung dieser Filtermethodik ist Fricke et al. (Berichte des DWD, Nr. 211, 2000) zu entnehmen. Mit Hilfe des Ansatzes ist es möglich, die Entfernung vom Messort anzugeben, innerhalb derer die gemessene Konzentration eines Spurenstoffs in einem vorgegebenen Konzentrationsintervall verblieben und somit für dieses Luftpaket repräsentativ ist.



**Abb. 1:** Zeitreihen der Stundenmittel der CO- und NO<sub>x</sub>-Konzentration am Hohenpeißenberg für unterschiedliche Repräsentanz-Distanzen (Konzentrationsintervall für CO: 15 ppb, für NO<sub>x</sub>: 0.3 ppb).

In Abb. 1 ist links der zeitliche Verlauf aller Stundenmittelwerte von CO und rechts von NO<sub>x</sub> von Januar 1997 bis April 2004 dargestellt. Links erkennt man die große Spannweite der CO-Konzentrationen mit Maximalwerten im Winter bis nahe 1 ppm. Außerdem fällt die jahreszeitliche Variation mit höheren Werten im Winter und geringeren Konzentrationen im Sommer auf. Filtert man diese Daten und stellt nur noch die Werte mit Repräsentanz-Distanzen größer als 70 km dar, so ergeben sich die darunter dargestellten Verläufe. Hohe CO-Konzentrationen finden sich hier nicht mehr, die höchsten Werte liegen fast alle unter 400 ppb. Auch die Bandbreite der übrigen Werte ist deutlich zurückgegangen und nur noch rund halb so groß wie die des gesamten Datensatzes. Von den ursprünglich über 57000 Daten sind hier noch rund 28000 Werte enthalten, d.h. gut die Hälfte der CO-Werte hatte gemäß dieser Filterung in den Jahren 1997 bis 2004 eine räumliche Repräsentanz von mehr als 70 km. Die Grafik links unten enthält nur noch CO-Daten mit einer Repräsentanz-Distanz von mehr als 250 km (ca. 15% des Gesamtdatensatzes). Bis auf sehr wenige Ausnahmen liegen alle Werte zwischen 80 und 250 ppb. Das sind Werte, wie sie laut Novelli et al. (J.Geophys.Res., 103, 19015-19033, 1998) an Hintergrundstationen der Nordhemisphäre beobachtet werden.

Die zeitlichen Konzentrationsverläufe aller NO<sub>x</sub>-Stundenwerte von 1997 bis 2004 sind rechts in Abb. 1 dargestellt, darunter die gefilterten Daten mit einer zugeordneten Repräsentanz-Distanz von mehr als 70 und mehr als 250 km. Man erkennt auch bei dieser Komponente sehr gut, wie die hohen Konzentrationen mit zunehmender Repräsentanz-Distanz herausfallen. Lediglich zwischen November und Januar treten wenige Stunden mit Konzentrationen über 3 ppb auf, denen eine hohe Repräsentanz-Distanz zugeordnet ist. Bei entsprechenden Repräsentanzdistanzen werden bei den NO<sub>x</sub>-Daten mehr Werte herausgefiltert, als bei den CO-Daten. Wegen der kürzeren Verweilzeit von NO<sub>x</sub> in der Atmosphäre im Vergleich zu CO ist dieses Ergebnis plausibel.

Berechnet man für die CO-Daten einen linearen Trend, so zeigt er nur für die ungefilterten Daten eine signifikante (Trend > Standardabweichung) Abnahme von 1.7% pro Jahr. Für gefilterte Daten ist der Trend nicht

Berechnungszeitraum:	Jan. 1997 - Apr. 04		Jan. 1997 - Dez. 2001	
Lineare Trends in % pro Jahr	CO	NO <sub>x</sub>	CO	NO <sub>x</sub>
ungefiltert	-1.7 ±0.9	-2.5 ±1.3	-5.5 ±1.3	-2.6 ±1.6
RD > 70 km	-0.5 ±0.8	-0.6 ±1.0	-3.7 ±1.2	-0.8 ±1.5
RD > 250 km	-0.7 ±0.8	-1.0 ±1.1	-4.1 ±1.2	-0.2 ±1.2

mehr signifikant. Höhere Repräsentanzdistanzen (250 statt 70 km) des Filters führen zu keiner nennenswerten Änderung (s. Tabelle). Das lässt den Schluss zu, dass im Nahfeld die Emissionen stärker zurückgegangen sind als in größerer Entfernung. Der lineare Trend

für die NO<sub>x</sub>-Daten zeigt für die ungefilterten Werte einen Rückgang um 2.5% pro Jahr, und für die gefilterten Daten keinen signifikanten Trend. Das entspricht dem bereits für CO gefundenen Rückgang der Konzentration im näheren Umfeld des Hohenpeißenbergs.

Vergleicht man die für den oben angegebenen Zeitraum (Januar 1997 - April 2004) ermittelten Trends mit denen aus dem DACH-Trendbericht 2002 (erschieden Sept. 2003 beim Deutschen Wetterdienst), die für den Zeitraum Januar 1997 bis Dezember 2001 berechnet wurden, so haben sich die CO-Trends deutlich geändert (siehe Tabelle). Über den kürzeren Zeitraum waren die Trends deutlich ausgeprägter und für alle 3 Filterstufen war ein eindeutig negativer Trend zu verzeichnen. Beim NO<sub>x</sub> hingegen zeigen die Trends für beide Zeiträume sehr ähnliche Ergebnisse.

Die beim CO beobachteten starken Änderungen deuten darauf hin, dass der für die Auswertung zugrundeliegende Zeitraum noch zu kurz ist, um einen langfristigen Trend abzulesen. Dann aber würde für NO<sub>x</sub> ein ähnliches Verhalten erwartet werden.

Andererseits sind diese Ergebnisse konsistent mit den Analysen des SO<sub>2</sub>-Trends (s. hierzu auch GAW-Brief Nr. 23), bei denen festgestellt wurde, dass seit etwa dem Jahr 2000 neben einem häufigerem Auftreten von Ostwindlagen auch steigende Mischungsverhältnisse bei östlichen Windrichtungen gemessen werden, was mit möglicherweise steigenden Emissionen in Osteuropa in Verbindung gebracht wurde. In diesem Fall wird bei langlebigen Spurengasen (z.B. CO) ein deutlich positiver, bzw. bei einem schon vorhandenen negativen Trend eine deutliche Abschwächung dieses Trends - vor allem bei Daten, die für eine größere Entfernung repräsentativ sind - erwartet. Bei Spurengasen mit mittlerer Lebensdauer (z.B. SO<sub>2</sub>) ist ein leichter positiver Trend und bei Spurengasen mit kurzer Verweilzeit (z.B. NO<sub>x</sub>) kein Trend zu erwarten. Das ist konsistent mit den oben beschriebenen Beobachtungen.

Für weitergehende Trendanalysen ist neben der Filterung von lokalen Quellen auch der Einfluss von meteorologischen Größen (z.B. Verschiebungen der Advektionshäufigkeit aus Quellgebieten) zu berücksichtigen. Veränderungen meteorologischer Parameter im Rahmen der Klimaänderung könnten Trends in luftchemischen Messreihen vortäuschen oder aber auch maskieren.