



GAW Brief des DWD

Nr. 45, Oktober 2008

Harald Flentje, Margarete Fricke,
Werner Thomas, Georg Ertl

Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg



Wochengang im Aerosol am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg

Seit 1995 finden am meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg (MOHp) im Rahmen des GAW Programms kontinuierliche Messungen verschiedener Aerosolparameter statt. Die *in-situ* Messungen umfassen die Aerosol- und Rußmasse, die Partikelanzahl, die Größenverteilung, den Streu-/Absorptionskoeffizienten und die chemische Zusammensetzung des Aerosols (seit 1997 ionenchromatographisch ermittelt). Außerdem wird die aerosol-optische Dicke bestimmt. Die häufigsten Aerosolkomponenten sind Ammonium (NH_4^+), Nitrat (NO_3^-) und Sulfat (SO_4^{2+}), außerdem werden Krustenpartikel (Ionen Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+}), sowie maritime Aerosole (Ionenkomponenten Cl^- , Na^+) beobachtet. Der wichtigste Bildungsprozess der am MOHp gemessenen PM_{10} -Partikel ist somit die Oxidation von Gasen (SO_4 , $\text{NO}_3 \sim 30\text{-}70\%$ der Partikelmasse, PM), die quantitativ durch landwirtschaftlich erzeugtes NH_4 ($\sim 10\text{-}15\%$ d. PM) zu Ammoniumnitrat-/sulfat-Partikeln (NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ insgesamt $\sim 40\text{-}90\%$ d. PM) neutralisiert werden (s. GAW-Brief Nr. 40). Dazu kommen Verkehr/Verbrennung (Ruß $\sim 5\%$), Mineralien (Ca^{2+} , K^+ , $\text{Mg}^{2+} \sim 3\%$, z.T. aus der Sahara), (See)salz ($\text{NaCl} < 2\%$) und bisher nicht gemessene organische Kohlenstoffe, Metalle usw.

Nahezu alle Aerosolkomponenten weisen bzgl. der Konzentration in der Umgebungsluft des Observatoriums eine wöchentliche Periodizität auf, die dem regionalen Hintergrundwert überlagert ist.

Die Wochengänge sind trotz der hohen Streuung und der in klimatologischer Hinsicht kurzen Zeitserie von 10 Jahren statistisch signifikant und weisen auf z.T. nicht offensichtliche periodische Quell- und Senken- oder Transportprozesse hin. Im Fall der in Abb. 1 dargestellten Wochenamplitude der Partikelanzahl ($\sim 20\%$) und Rußkonzentration ($\sim 30\%$) spiegeln sich die vom Werktag abhängigen Emissionen in deutlichen Wochenendminima wider.

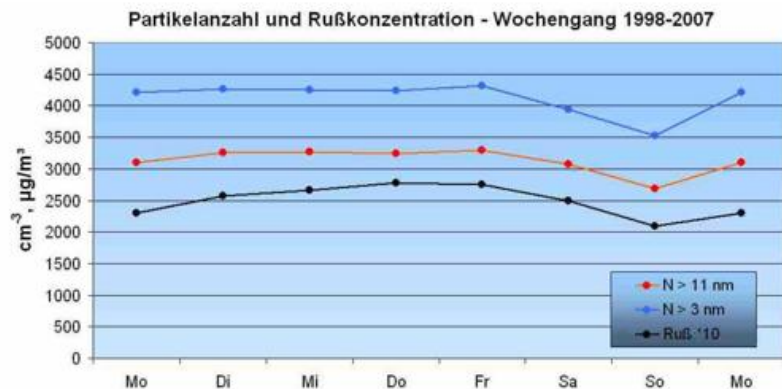


Abb. 1: Mittlerer Wochenzklus der Partikelanzahl und der Rußkonzentration im Zeitraum 1998 - 2007

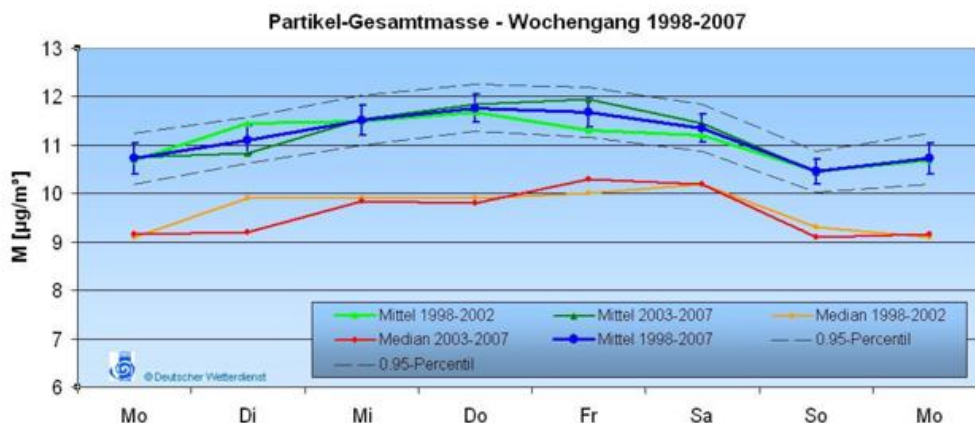


Abb. 2: Wochengang der Partikel Massen-Konzentration als: Median und Mittelwert mit Standardfehler und 95%-Vertrauensbereich, in den drei Perioden 1998-2002, 2003-2007 und 1998-2007.

Auch die durch größere Partikel dominierte Partikel-Gesamtmasse setzt sich hauptsächlich aus Komponenten zusammen, denen ein solcher Wochengang aufgeprägt ist, nämlich NO_3^- und NH_4^+ aus Verkehr bzw. Landwirtschaft. Es liegt nahe, dass menschliche Aktivität für diese Periodik verantwortlich ist, entsprechend z.B. den Ergebnissen von Bäumer et al. (2008) bezüglich der Aerosol-optischen Dicke. Die Ionen-Gesamtmasse ist zwar geringer als die Partikel-Gesamtmasse, folgt aber genau deren Wochenzklus. Auffällig ist jedoch, dass auch die mineralischen Komponenten Ca^{2+} , Mg^{2+} und Na^+ , die man i.A. nicht direkt mit menschlichen Aktivitäten in Zusammenhang bringt, einen klaren Wochengang zeigen. Na^+ und Cl^- liegen im molaren Verhältnis $\text{Na}/\text{Cl} \approx 1.2$ vor (stöchiometrisch 0.65, Seesalzpartikel: unprozessiert 0.85 - ggfs. größer), d.h. Na^+ stammt vermutlich z.T. auch aus Krustenmaterial. Sie variieren im gemittelten Wochenverlauf um etwa 20% (Na^+) bzw. 35% (Cl^-), allerdings etwas phasenverschoben zu den anderen Komponenten mit Maximum am Fr/Sa und Minimum am So/Mo/Di. Ihre Konzentrationen sind bei westlichen Windrichtungen erhöht. Die Amplitude der aus basischen Mineralien stammenden Ionen Ca^{2+} und Mg^{2+} ist gegenläufig zur H^+ -Konzentration und beträgt etwa 30%, mit einem Minimum am Sonntag (Abb. 3).

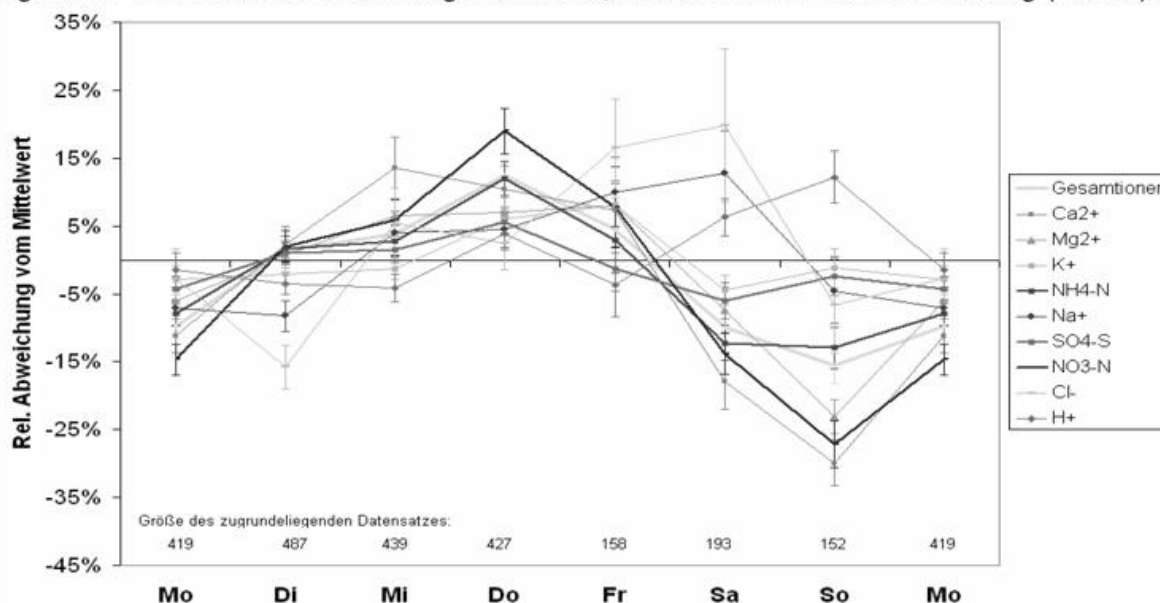


Abb. 3: Relative Abweichung der Massenkonzentration vom Mittelwert (1997-2007) als Funktion des Wochentags, aufgeschlüsselt nach Ionenkomponenten, inklusive Standardfehler.

Wenn sich menschliche Rhythmen über das Aerosol strahlungsrelevanten Parametern aufprägen, liefert dies einen Hinweis auf anthropogene Klimabeeinflussung. So ist auch der mittlere Wert des Streukoeffizienten bei 550 nm am So signifikant niedriger als am Do (95% Konfidenzniveau). Bei der Einfachstreu-Albedo, die eine Aussage über erwärmenden bzw. abkühlenden Einfluss des Aerosols beinhaltet, tritt dagegen kein signifikanter Wochengang auf. Weitergehende Analysen langer Zeitreihen von z.B. Temperatur und Niederschlag zeigen ein differenziertes Bild: Bäumer und Vogel (2007) finden in Klimadatensätzen wöchentliche Periodizitäten und bringen diese mit menschlicher Aktivität in Verbindung. Andererseits finden sich in den entsprechenden langen Zeitreihen der Stationen Zürich und Lugano zwar periodische Signale, jedoch nicht in gleicher Phase mit den Wochentagen wie in den bisher analysierten Daten, wenn der Auswertzeitraum entsprechend in die Vergangenheit verlängert wird (Franssen, 2008). Es gibt also einander widersprechende erste Ergebnisse sodass eine abschließende Bewertung der gefundenen Zusammenhänge zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich ist. Am MOHp ist geplant, den Einfluss der vorherrschenden Luftmassen und Periodizitäten auch in den Gasen u.a. mit Trajektorien weiter zu untersuchen

Referenzen:

D. Bäumer and B. Vogel, Geophys. Res. Lett., 34, L03819, 2007.
 D. Bäumer, R. Rinke and B. Vogel, Atm. Chem. Phys. 8, 83-90, 2008.
 H.J.H. Franssen, Geophys. Res. Lett., 35, L05802, 2008.

Harald.Flentje@dwd.de