

	<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>	
www.wmo.ch/web/arep/gaw/gaw_home.html	http://www.dwd.de/de/FundE/Observator/MOHP/hp2/gaw/gaw.htm	
<p>Allgemein Klima Strahlung Treibhausgase Spurengase Aerosol Niederschlag Analysen Trends Ursachen</p>		

Frühjahrsmaximum im Aerosol – Woher?

Christian Plass-Dülmer und Margarete Fricke, Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg

Die Aerosolmasse der Hauptionen zeigt am Hohenpeißenberg ein deutliches Maximum im März (Abb. 1) mit ca. Faktor 2 höheren Konzentrationen als zu anderen Jahreszeiten. Damit unterscheidet sich der Jahresgang von anderen Standorten in Mitteleuropa, wo wenig Jahresgang oder ein schwaches Wintermaximum beobachtet wird. Ursachen für den beobachteten Jahresgang könnten stärkere Quellen für Aerosol im Frühjahr sein, schwächere Senken (Verlustprozesse), oder andere, z.B. meteorologische Parameter.

Die Massenkonzentration der ionischen Aerosolinhaltsstoffe wird anhand von Filterproben bestimmt: Luft wird für 24 Stunden (wochentags, 8:00 Wechsel) durch einen Teflonfilter gesaugt (Low Volume Sampler), die Aerosolpartikel werden abgeschieden und per Ionenchromatographie (Trenn- und Messverfahren) analysiert. Die Summe der Ionen (s. Abb. 1) ergibt die Gesamt-Aerosolmasse an Ionen, die typischerweise 60-80% der Gesamt-Aerosolmasse ausmacht (Rest: organischer Kohlenstoff, Ruß, ...).

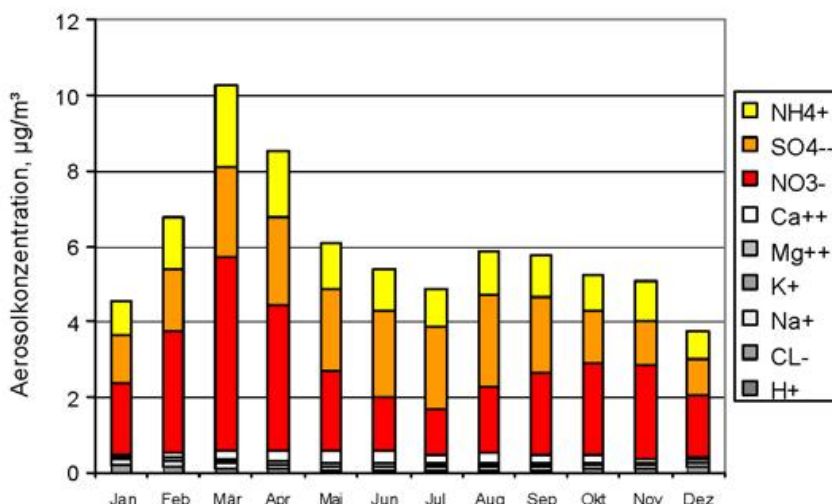


Abb. 1: Monatmittel der Konzentrationen der Ionen im Aerosol (Daten der Jahre 1997-2007)

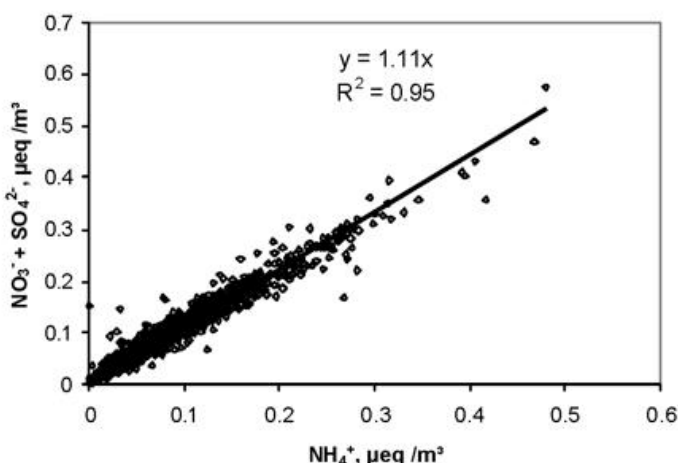
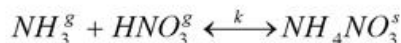


Abb. 2: Korrelation von Nitrat und Sulfat mit Ammonium (µeq = µMol* Wertigkeit)

Das Frühjahrsmaximum wird durch die Hauptbestandteile Nitrat (NO_3^-) und Ammonium (NH_4^+) verursacht (Abb. 1). Der dritte Hauptbestandteil, das Sulfat (SO_4^{2-}), unterstützt den Anstieg im Frühjahr, zeigt aber auch während des Sommers ein breites Maximum. Die übrigen ionischen Anteile sind von nur geringer Bedeutung für die Massenbilanz.

In Abb.2 sind die äquivalenten Ionenkonzentrationen (hierbei werden die Ionen entsprechend ihrer Ladung gezählt, d.h. SO_4^{2-} doppelt) der drei Hauptionen aufgetragen. Es zeigt sich, dass Ammonium immer ausreichend vorhanden ist, um Sulfat und Nitrat zu 90% zu neutralisieren, d.h. Ammoniumsulfat und -nitrat zu bilden.

Ammoniumsulfat und -nitrat haben im Aerosol sehr unterschiedliche Eigenschaften: während Ammoniumsulfat, einmal gebildet, in der Aerosolphase bleibt bis das Partikel trocken oder nass deponiert wird, stellt sich für Ammoniumnitrat ein Gleichgewicht mit Salpetersäure und Ammoniak in der Atmosphäre ein (Indizes g: Gasphase; s: solid oder Aerosol):



Die Gleichgewichtskonstante ist eine sehr empfindliche Funktion der Temperatur. Bei typischen Konzentrationen (2 ppb für Gesamt-Ammoniak/Ammonium sowie für Gesamt Salpetersäure/Nitrat) verschiebt sich der Anteil in der Aerosolphase von 70% bei 10°C auf unter 10% bei 20°C. Temperaturerhöhung setzt also Ammoniak und Salpetersäure aus der Aerosolphase in die Gasphase frei. Man erwartet eine starke Abhängigkeit der Aerosol-Nitrat-Konzentration von der Temperatur. Nun ist es schwierig, in den Aerosol-Nitratdaten einen Temperatureffekt direkt auszumachen, da auch Luftmassenwechsel und Niederschlag zu erheblichen Veränderungen der Aerosolbelastungen führen.

Jedoch wird das Verhältnis von Nitrat zu Sulfat weniger durch Luftmassenwechsel und Niederschlag beeinflusst. In Abbildung 3 sind die Monatsmittelwerte der Nitrat/Sulfat Verhältnisse in 4°C Temperaturklassen dargestellt und der Trend zu abnehmendem Nitrat mit höheren Temperaturen wird deutlich. Das erklärt das Minimum im Nitrat im Sommer als Folge des temperaturabhängigen Verteilungsgleichgewichtes (hinzu kommt ein möglicher Sammelverlust von Nitrat bei hohen Temperaturen auf den verwendeten Teflon-Filtern). Neben einem schwächeren Maximum im Herbst findet sich das auffällige Frühjahrsmaximum auch in dem Nitrat/Sulfat Verhältnis wieder, was auf eine zusätzliche Quelle von Ammoniumnitrat hindeutet.

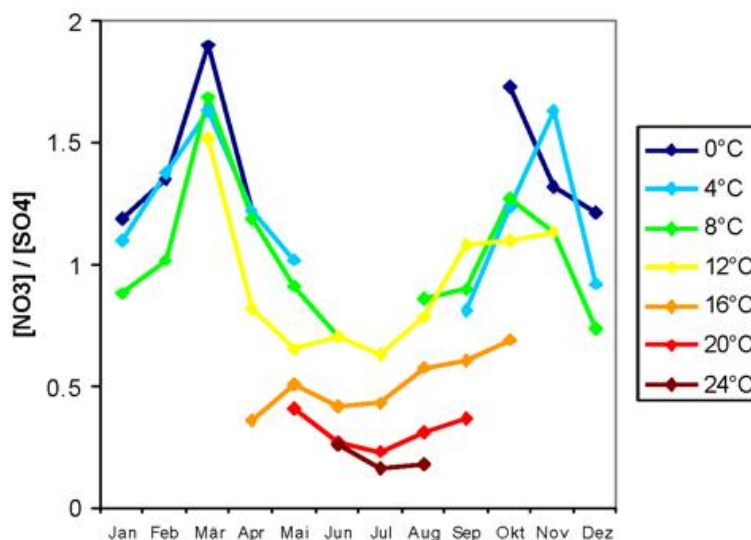


Abb. 3: Jahresgang der Nitrat / Sulfat Verhältnisse (Mol/Mol) in 4° C Tagesmittel-Temperaturklassen

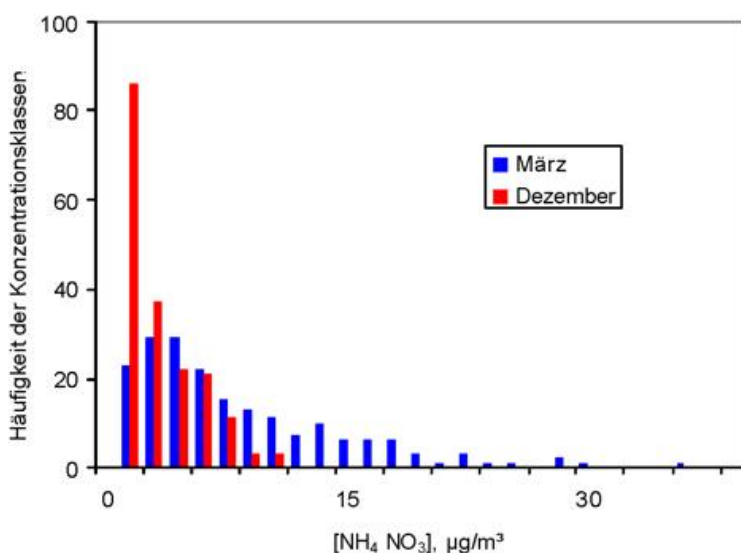


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der Ammoniumnitrat-Konzentrationen in 1.5 µg/m³ Klassen im März und Dezember (Daten 1997-2006)

Die Häufigkeitsverteilung der Ammoniumnitrat-Konzentrationen weist im März eine wesentlich breitere Verteilung auf als in anderen Monaten, wie z.B. dem Dezember (Abb. 4). Dies ist ein starker Hinweis auf Quellen im Umfeld des Hohenpeißenbergs. Wichtigste bekannte Quelle für Ammoniak ist die Düngung der Wiesen und Felder mit Gülle. Neben der Freisetzung von Ammoniak ist auch mit dem Aufwirbeln von getrockneten Partikeln zu rechnen, die hohe Anteile von Ammoniumnitrat enthalten sollten. In Oberbayern führt die lange Schneebedeckung zu einem konzentrierten Ausbringen der im Winter angesammelten Gülle zum Zeitpunkt der Schneeschmelze. Zusammen mit den niedrigen Temperaturen, die das Ammoniumnitrat in der Aerosolphase halten, wird so das Frühjahrs-Maximum in der Aerosolmasse der Ionen am Hohenpeißenberg verursacht.