

M. Elsasser¹, J. K. Esser-Gietl¹, B. Briel¹, H. Flentje¹ und
W. Thomas¹

¹Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg

Untersuchung der Aerosolzusammensetzung mittels Massenspektrometrie am Hohenpeißenberg

Seit 2012 befindet sich ein neues Messsystem in einer Erprobungsphase für den operationellen Betrieb der GAW-Globalstation am Observatorium Hohenpeißenberg. Der Aerosol Chemical Speciation Monitor (ACSM) ist ein online messendes Aerosol-Massenspektrometer der Firma Aerodyne Research zur zeitlich hochaufgelösten (ca. 30 min) Bestimmung der Aerosolzusammensetzung, insbesondere von Ammonium (NH_4^+), Sulfat (SO_4^{2-}), Nitrat (NO_3^-), Chlorid (Cl^-) und organischen Komponenten. Es bildet damit eine sehr gute Ergänzung zu den Filterproben, welche offline ionenchromatographisch mit einer geringeren Zeitauflösung analysiert werden, aber als GAW-Referenzverfahren gelten.

Das DWD-ACSM ist assoziiert an den europäischen ACTRIS-Verbund (<http://www.actris.net/>) mit einer große Anzahl an ACSMs in Europa (<http://www.psi.ch/acsm-stations/overview-full-period>). Dies ermöglicht sowohl ein effektiveres Qualitätsmanagement als auch den direkten Vergleich der zeitlich hochaufgelösten Partikelzusammensetzung an unterschiedlichen Standorten in Europa. So wurden unter ACRTIS unter anderem eine Vergleichskampagne von verschiedenen ACSMs an der Messstation SIRTA (Paris/F) durchgeführt (Fröhlich et al., 2015).

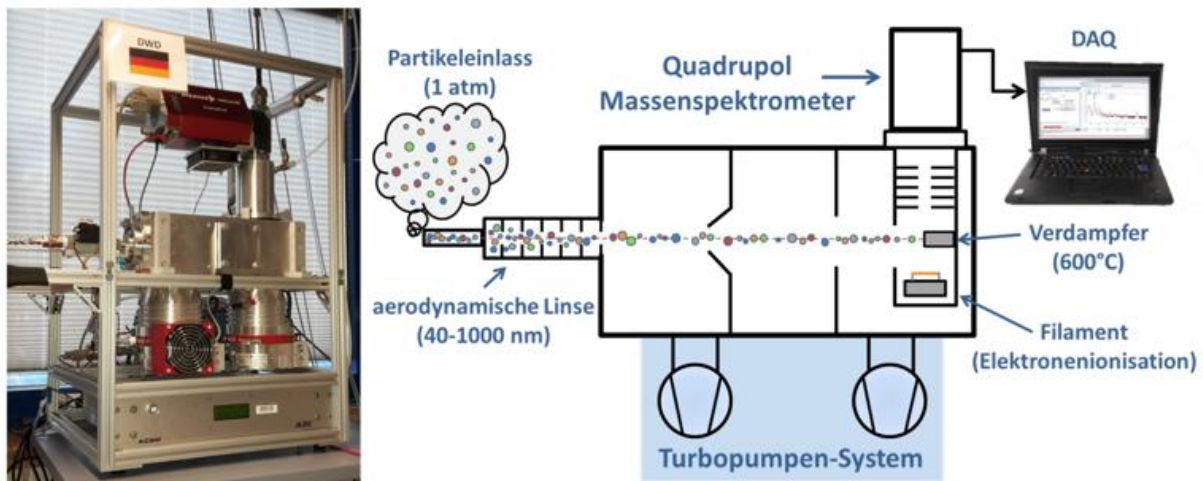


Abb. 1: Aerosol Chemical Speciation Monitor (ACSM, Aerodyne Research, Inc.) mit schematischer Darstellung des online Messprinzips (basierend auf Ng et al., 2011). In der aerodynamischen Linse werden Aerosole mit 40-1000 nm Durchmesser selektiert, in einem differentiell gepumpten Vakuumsystem auf einen Verdampfer fokussiert, auf dem die bei 600°C flüchtigen Bestandteile gasförmig werden und durch Elektronenstoß ionisiert werden, diese Ionen und Ionenfragmente wiederum werden in das Massenspektrometer (Massenbereich 0-200 amu) geleitet und nachgewiesen.

Im Rahmen eines DWD-Sonderforschungsprogramms maß das ACSM am Observatorium Hohenpeißenberg erstmals 2014 kontinuierlich über ein Jahr die Aerosolpartikelzusammensetzung (Abb. 2). Die stark schwankenden Aerosolkonzentrationen haben häufig meteorologische Gründe, wie Niederschlag, Änderung der Windstärke oder Mischungsschichthöhe. Die gemessenen Partikelkonzentrationen lagen im Jahresdurchschnitt bei $8.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und wiesen einen deutlichen Jahresgang auf mit Minimum im Winter von $4.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Maximum im Frühjahr ($11.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und vergleichbaren Werten von $8.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Sommer bzw. $8.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Herbst. Zudem unterschieden sich die Partikelzusammensetzungen, wobei die organische Fraktion die höchsten Konzentrationen aller gemessenen Komponenten über das Jahr hinweg besitzt, überwiegt aber besonders stark in den Sommermonaten. In diesen Monaten wird besonders viel oxygeniertes organisches Aerosol (OOA) aus sekundären Prozessen gebildet, wie z.B. durch Photooxidation von volatilen organischen Verbindungen (VOCs). Im Gegensatz dazu treten häufig erhöhte Nitratkonzentrationen

in den Wintermonaten auf (s. [GAW-Brief Nr. 40](#)). Hier spielen niedrige Temperaturen und die ländliche Begebenheit am Hohenpeißenberg (Gülle-Düngung der Wiesen) eine wichtige Rolle.

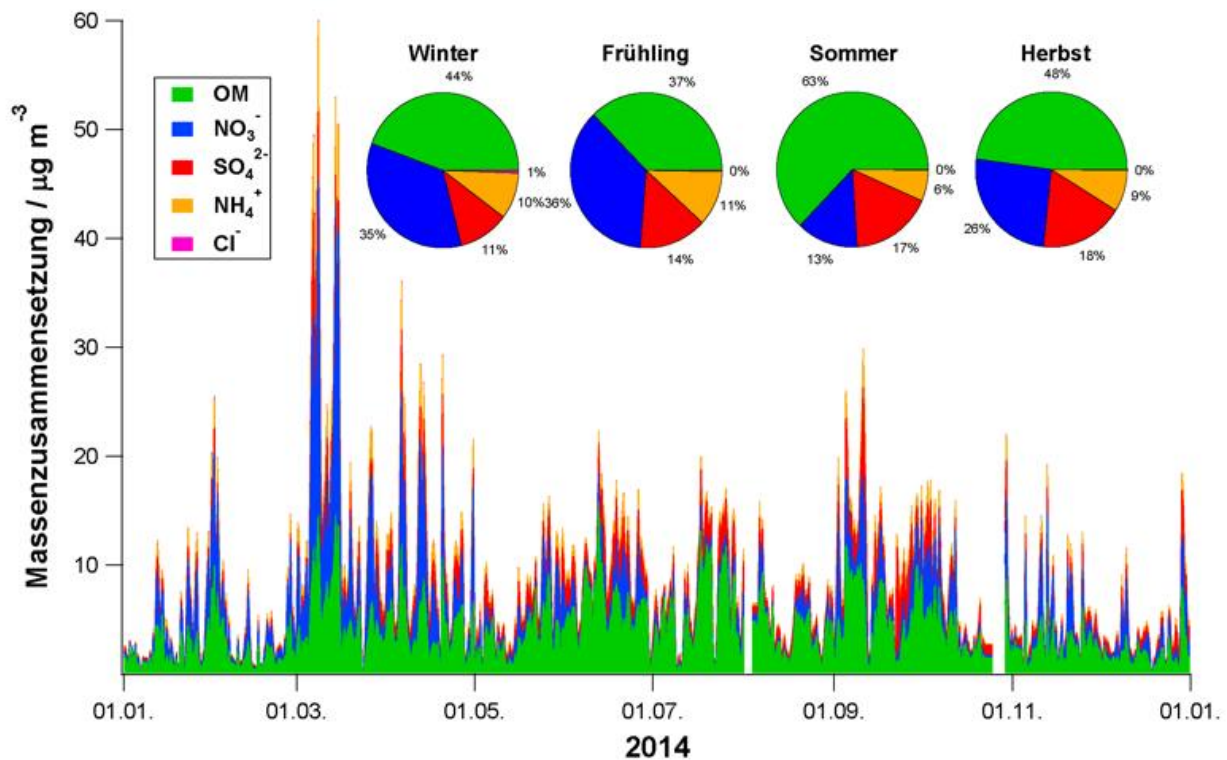


Abb. 2: Mittelwerte der Zusammensetzung der Aerosol-Partikelphase auf 12 h-Basis gemessen mit dem ACSM am Hohenpeißenberg im Jahr 2014. Dominierende Komponente ist die organische Fraktion (OM), die hauptsächlich aus sekundären Prozessen (Alterung von VOCs entlang Transport) stammt, gefolgt vom Nitrat (NO_3^-), welches besonders in den kühlen Wintermonaten auftritt.

Durch die hohe Zeitaufösung lassen sich in Zukunft mit dem ACSM sowohl kurzzeitige Events als auch Langzeittrends untersuchen. So konnten z.B. kurzzeitig am 22.09.2014 sehr hohe Sulfat-Konzentrationen von ca. $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durch Vulkanemissionen des Bárðarbunga/IS (s. [GAW-Brief Nr. 63](#)) gemessen werden. Zudem ermöglicht die Vielzahl und Variabilität an Datenpunkten der ACSM-Daten von der organischen Aerosolfraktionen eine Identifikation und Quellzuordnung der unterschiedlichen beteiligten organischen Spezies mithilfe statistischer Hauptkomponentenanalysen, wie 'Positive Matrix Factorisation' (PMF). Damit das ACSM in den Routinebetrieb des Observatoriums integriert werden kann, sind der Aufbau einer stabilen und robusten Kalibrierungseinheit und die Fortführung von Vergleichsmessungen mit den bestehenden Messinstrumenten geplant. Hierbei zeigten erste Vergleichsmessungen z.B. mit den Volumenkonzentrationen des SMPS eine sehr gute Übereinstimmung ($R^2 = 0.94$, Abb. 3). Jedoch wiesen die Vergleiche mit der Referenzmethode, den Filtermessungen, noch Diskrepanzen auf, die noch weiterer Untersuchungen bedürfen.

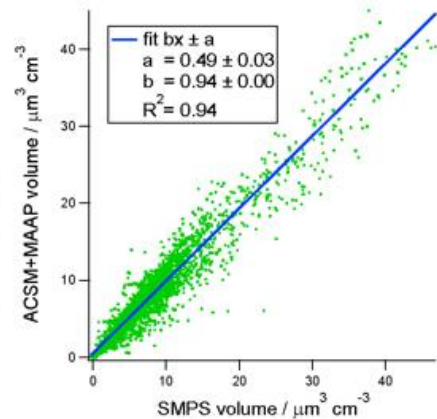


Abb. 3: Vergleich der Volumenkonzentrationen berechnet aus den ACSM und Ruß (MAAP) Messungen mit SMPS Messungen am Hohenpeißenberg.

Referenz: Ng et al., A.S.&T., 45, 780-794, 2011
Fröhlich et al., Atmos. Meas. Tech. Discuss., 8, 1559-1613, 2015

Michael.Elsasser@dwd.de