



NEUMAYER-STATION III



SPURENSTOFF- OBSERVATORIUM

SPUSO

Foto: AwI / J. Asseng

Spurenstoffe

Zu den atmosphärischen Spurenstoffen zählen Treibhausgase aber auch in der Luft suspendierte Partikel, die Aerosole. Beide bestimmen die Strahlungs- und Energiebilanz der Atmosphäre und damit maßgeblich unser Klima.

Reinluftgebiet Antarktis

Die Luft in der Antarktis ist der am wenigsten von der Zivilisation beeinflusste Teil der globalen Atmosphäre und deswegen eine weitgehend natürliche Referenzatmosphäre. Wie aber die jährliche Bildung des Ozonlochs ab den frühen 1980er Jahren eindringlich belegt, reagiert diese natürliche Reinluftatmosphäre äußerst sensibel und bisweilen unerwartet dramatisch auf menschliche Einflüsse. Atmosphärenchemische Untersuchungen in dieser Region sind deshalb wissenschaftlich hoch interessant und umweltpolitisch relevant. Das Spurenstoff Observatorium an der Neumayer-Station III ist vom AwI in enger Kooperation mit dem Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg (IUP) für solche Untersuchungen konzipiert worden. Es ermöglicht uns eine kontrollierte, kontaminationsfreie Luftprobennahme zur Messung von Spurengasen und Aerosole.

Klimaarchiv Antarktis

Die großen Inlandeisgletscher der Antarktis haben sich als natürliches Archiv erwiesen, in dem die Klimageschichte und die Zusammensetzung der Erdatmosphäre bis zu einer Million Jahre vor unserer Zeit „eingefroren“ sind. Neben Lufteinschlüssen sind für uns die im polaren Eis als „Verunreinigung“ chronologisch geschichteten Aerosoldepositionen von Interesse. Aus ihrer zeitlich zugeordneten chemischen Signatur lässt sich prinzipiell die Zusammensetzung der Paläoatmosphäre in Zusammenhang mit dem historischen Klima ableiten. Solche Analysen erfordern eine sorgfältige Erforschung der atmosphärenchemischen und meteorologischen Prozesse in dieser Region. Auch für diese Fragestellungen ist das Spurenstoff-Observatorium seit seiner Inbetriebnahme 1982/83 eine der bedeutendsten Beobachtungsplattformen, da es in der Antarktis kein anderes Observatorium mit vergleichbar umfassenden atmosphärenchemischen Langzeit-Messreihen gibt.

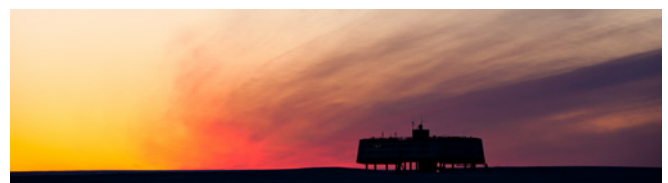


Foto: AwI / S. Christmann

Aufbau und Kontaminationskontrolle

Das gegenwärtige dritte Observatorium (SPUSO III) ist seit Februar 2009 in Betrieb. Es besteht aus zwei Containern auf einer Plattform, die einige Meter über der Schneeoberfläche gelegen ist, um Schneewehen zu vermeiden. Alle zwei Jahre muss das Observatorium aufgrund des Schneezutrages hochgesetzt werden.

Abgase des Stationsbetriebs sind ein potenzielles Problem für unsere Messungen, die kontaminationsfreie Probenahme voraussetzen. Dies wird durch verschiedene Maßnahmen ermöglicht:

- Das Spurenstoffobservatorium ist ca. 1,5 km südlich von der Neumayer III Station entfernt. Da nördliche Windrichtungen sehr selten sind, können Verunreinigungen von dort für die meiste Zeit nachweislich ausgeschlossen werden.
- Die Energieversorgung (max. 48 kW) wird durch ein Kabel zwischen dem BHKW der Station und dem Spurenstoffobservatorium gesichert. Es werden keine Stromgeneratoren in der unmittelbaren Umgebung des Observatoriums betrieben.
- Eine kontaminationsfreie Probenahme wird aktiv sichergestellt durch automatische Abschaltung bei kritischen Windrichtungen oder Windstille



Foto: AWI / H. Tülp

Ein Blick ins Observatorium

Das Foto oben gibt einen Eindruck vom Aufbau der Experimente (und der Engel!) im Observatorium. Es zeigt rechts das Aerosolsammelsystem. Die Filter befinden sich in den Aluminiumhaltern. Die Vakuumpumpen sind unterhalb des Tisches installiert. Aufgrund des technischen Aufwandes können die Analysen nicht an der Station erfolgen, sondern werden am AWI (chemische Komponenten) und am IUP (Radionuklide) durchgeführt. Auf der linken Seite sieht man noch Aerosolmessinstrumente zur Bestimmung der Partikelkonzentration.

Wissenschaftliches Programm im Überblick

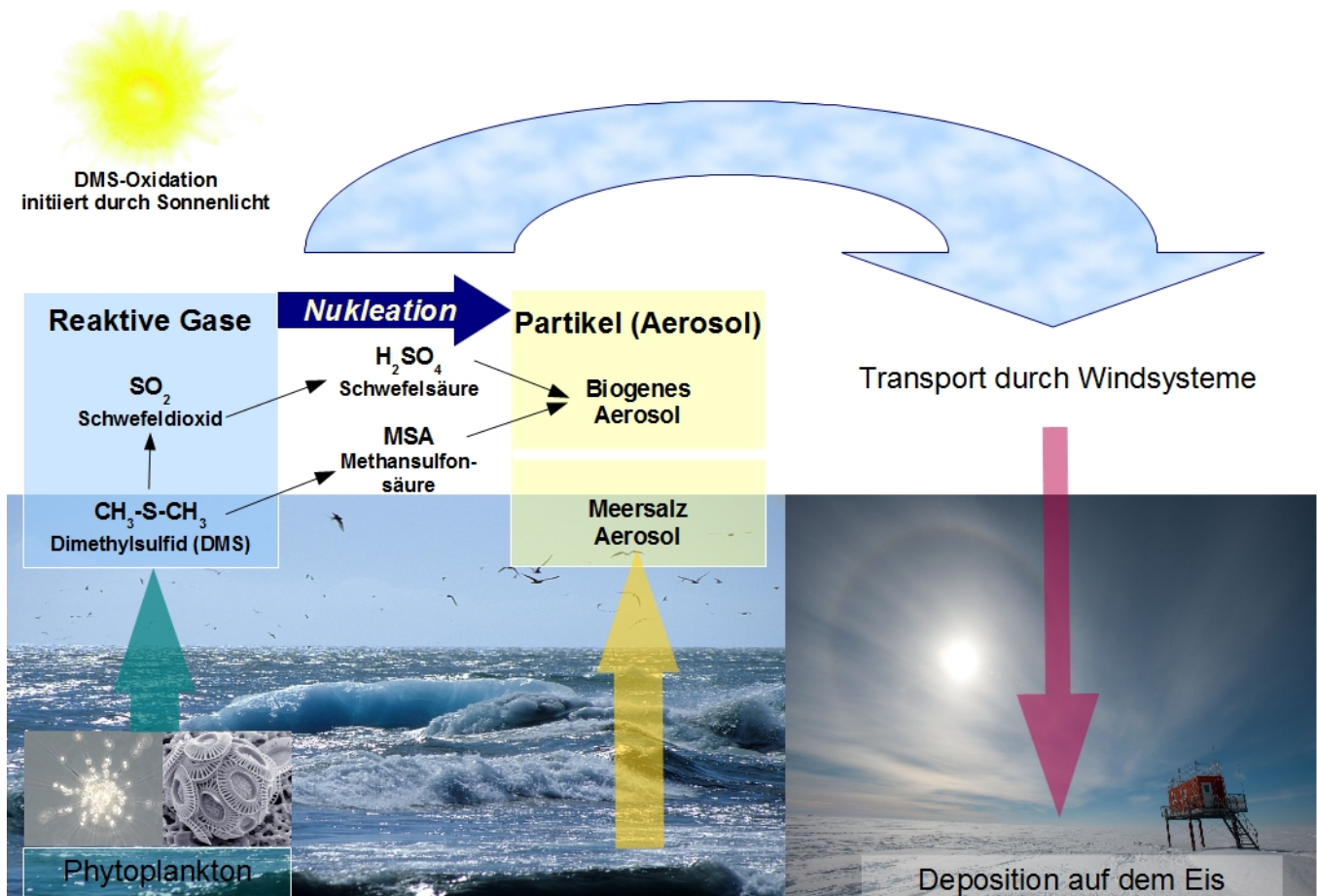
In erster Linie ist das Observatorium eine Plattform zur Durchführung von Langzeitbeobachtungen, aber auch für spezielle, zeitlich limitierte und technisch aufwendige Fallstudien, die nach einer Überwinterungsperiode oder Sommersaison abgeschlossen werden können. Die Langzeitmessungen lassen sich in vier Kategorien aufteilen:

I Aerosolprobenahmen auf vorgereinigten Filtern. Die besaugten Filter werden bezüglich der chemischen Zusammensetzung des Aerosols analysiert, um daraus Herkunft und Entstehungsprozesse abzuleiten.

II Bestimmung der physikalischen, klimarelevanten Eigenschaften des Aerosols (Partikelkonzentration, Lichtstreuung, Größenverteilung).

III Messung reaktive Spurengase wie Ozon und Halogenradikale, um regionale atmosphärenchemische Prozesse zu untersuchen, die deutlich verschieden zu jenen in mittleren Breiten ist.

IV Luftprobenahme in spezielle Behälter (Glasflaschen und Aluminiumzylinder), um langfristige Konzentrationstendenzen von langlebigen Gasen in der Hintergrundatmosphäre zu bestimmen. Dabei werden die klimarelevanten Treibhausgasen (CO_2 , Methan, Lachgas und Wasserdampf) sowie deren Isotopenzusammensetzung, aber auch ausschließlich industrielle Gase wie z. B. Schwefelhexafluorid (SF_6 , Elektrotechnik) erfasst.



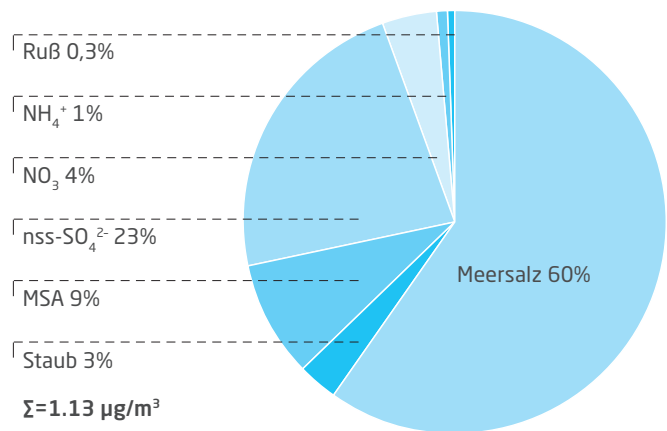
Schema marine Aerosole Antarktis: R. Weller, AWI

Ursprung und chemische Zusammensetzung des Aerosols in der Antarktis

Aerosole erhöhen das Rückstrahlvermögen (Albedo) der Erdoberfläche und wirken kühlend auf das Klima. Dies geschieht einerseits durch Streuung des Sonnenlichts an den Partikeln selbst und andererseits indirekt über Wolkenbildung, die wiederum maßgeblich durch Aerosole beeinflusst wird. In der natürlichen marinen Atmosphäre der südlichen Hemisphäre ist neben Meersalz-Aerosol die atmosphärische Photooxidation des vom Phytoplankton emittierte Dimethylsulfid (DMS) zu den Reaktionsendprodukten Methansulfonsäure und Schwefelsäure der wichtigste Aerosol generierende Prozess (siehe Schema).

Die Grafik ist eine Zusammenfassung aus über 30 Jahre kontinuierlicher Aerosolprobenahme und zeigt die mittlere chemische Zusammensetzung sowie die Gesamtkonzentration (Σ) des Aerosols, wie man es an Neumayer vorfindet (MSA = Methansulfonsäure, nss-SO_4^{2-} = nicht-Meersalzsulfat, NH_4^+ = Ammonium, NO_3^- = Nitrat, Staub = Mineralstaub). Es dominiert das Meersalz-Aerosol, aber im Sommer fällt der hohe Anteil an schwefelhaltigen, biogenen Aerosol (MSA und Sulfat) auf. Mineralstaub oder der aus natürlicher und technischer Verbrennung erzeugte Ruß ist anteilmäßig in der Antarktis fast bedeutungslos, im Gegensatz zu bewohnten kontinentalen Regionen mittlerer Breiten. Dort ist auch die Aerosolgesamtkonzentration um ein Faktor 10 bis 100 höher!

Sommer (November bis März)



Winter (April bis Oktober)

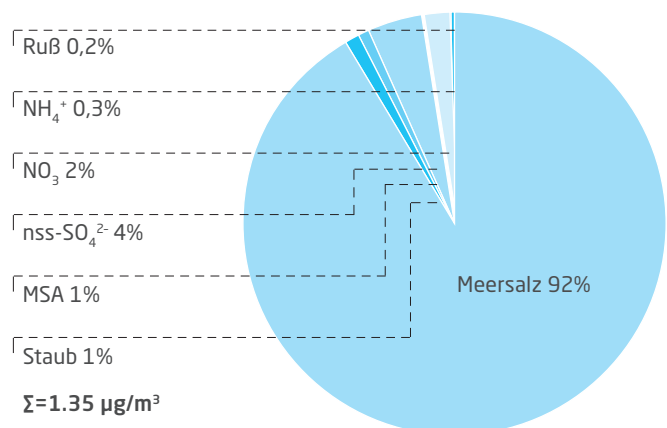


Foto: AWI / H. Tülp

Wichtige Erkenntnisse aus 35 Jahren Spurenstoffmessungen

Im Sommer ist neben Meersalz- biogenes Aerosol dominierend (hauptsächlich Schwefelsäure-Aerosol). Biogen, weil es aus dem von Algen (Phytoplankton) emittierten Dimethylsulfid (DMS) gebildet wird.

Bislang können wir keine langfristig ansteigenden Rußkonzentrationen in dieser Region feststellen. Die wichtigste Quelle der Hintergrund-Rußkonzentrationen ist noch natürlichen Ursprungs, nämlich Wald- und Buschbrände in Südamerika.

Meersalz-Aerosol wird nicht nur über offene Ozeanflächen, sondern auch über von Meereis bedeckten Gebieten gebildet. Das jahreszeitliche Maximum ist deshalb erstaunlicher Weise im Winter, wenn offene Wasserflächen vor Neumayer mehr als 1000 km entfernt liegen.

Aus den Luftproben lässt sich der Treibhausgasanstieg besser zuordnen. Die tatsächlich emittierten SF₆-Mengen sind z.B. deutlich höher als von den Industrienationen offiziell berichtet!

Kontakt zum AWI-Experten



Dr. Rolf Weller
Tel: 0471 4831-1508
E-Mail: rolf.weller@awi.de

Herausgeber: Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Am Handelshafen 12, 27570 Bremerhaven

Stand: Dezember 2018

Mehr Informationen unter www.awi.de