

UP 7: Aerosols

Time: Thursday 9:45–12:15

Location: HSZ 204

Invited Talk

UP 7.1 Thu 9:45 HSZ 204

Paul traps: from a single levitated droplet to cloud microphysics — ●ALEXEI KISELEV, CHRISTIANE WENDER, DANIEL RZESANKE, THOMAS PANDER, and THOMAS LEISNER — Institute for Meteorology and Climate Research Atmospheric Aerosol Research Department (IMK-AAF), Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344, Eggenstein-Leopoldshafen

An Electrodynamic Balance of a quadrupole type, also known as a Paul trap (after W. Paul, Nobel Prize in Physics 1989), is a powerful tool to study the physicochemical processes in the individual cloud droplets. Paul trap allows for detailed in-situ real-time research of the phase transition processes, uptake of the aerosol and trace gases by liquid droplet, elastic and inelastic light scattering, homogeneous and heterogeneous freezing of undercooled droplets, growth and sublimation of ice crystals, and various charge induced processes in the levitated droplets like evaporation stabilization or Coulomb instability of electrified microdroplets. Recently, the Paul trap research group at IMK-AAF (KIT) has achieved several important improvements concerning accuracy of the temperature and humidity control inside the trap, thus turning a Paul trap into a practical laboratory-scale instrument for studying the freezing behavior of undercooled droplets and ice nucleation activity of atmospheric aerosol comparable with large ice nucleation chambers. This presentation reviews the past and present achievements of the Paul trap group and gives an outlook into the future research activities.

UP 7.2 Thu 10:15 HSZ 204

Volcanic ash particles from the Eyjafjallajökull eruption as ice nuclei in clouds — ●ISABELLE STEINKE¹, OTTMAR MÖHLER¹, ALEXEI KISELEV¹, MONIKA NIEMAND¹, HARALD SAATHOFF¹, JULIAN SKROTZKI¹, MARTIN SCHNAITER¹, CORINNA HOOSE¹, and THOMAS LEISNER^{1,2} — ¹Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute for Meteorology and Climate Research - Atmospheric Aerosol Research (IMK-AAF), Karlsruhe, Germany — ²Institute for Environmental Physics (IUP), Ruprecht-Karls-University Heidelberg, Germany

Ice nucleation in clouds is triggered by aerosols and often initiates precipitation, thus impacting life cycles and radiative properties of clouds. Volcanic eruptions episodically increase the atmospheric particle load; due to their mineralogical composition volcanic ash particles are assumed to serve as ice nuclei in mixed-phase and cirrus clouds. The first measurements of ice nucleation properties of fine ash particles from the Eyjafjallajökull eruption in April 2010 have been conducted at the AIDA (Aerosol Interaction and Dynamics in the Atmosphere) cloud chamber in Karlsruhe. The sample that has been used for the aforementioned experiments has been collected on April 15, 2010 at a distance of 58 km from the volcano and was kindly provided by the University of Iceland. Also, the elemental composition and surface characteristics of the volcanic particles have been investigated with an electron microscope (ESEM/EDX). Additionally, combining experimental results with a model of the relevant aerosol-cloud interaction processes will allow for a detailed comparison with ice nucleation properties that other aerosol types such as mineral dust have shown.

UP 7.3 Thu 10:30 HSZ 204

Bestimmung der Elementzusammensetzung von Nanopartikeln mit Röntgenfluoreszenzanalyse unter streifendem Einfall — ●FALK REINHARDT¹, BURKHARD BECKHOFF¹, HARALD BRESCH², BEATRIX POLLAKOWSKI¹ und STEFAN SEEGER² — ¹Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Abbestr. 2-12, 10587 Berlin — ²Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Unter den Eichen 87, IV.24, 12205 Berlin

Aufgrund einer Vielzahl natürlicher und technischer Prozesse treten Nanopartikel in unserer Umwelt auf. Um die Eigenschaften dieser Partikel mit Bezug auf den Umweltschutz und auf industrielle Nutzungen zuverlässig untersuchen zu können, werden Analyseverfahren benötigt, die auch für geringste Probenmengen geeignet sind. Röntgenfluoreszenzanalyse unter streifendem Einfall (GIXRF) bietet bei Nachweisgrenzen im Femtogramm-Bereich die Möglichkeit, quantitative und zerstörungsfreie Elementanalyse an gesammelten Nano- und Ultrafeinpartikelproben durchzuführen. Mit der gut charakterisierten Instrumentierung der PTB bei BESSY II kann dabei auf Referenzstandards verzichtet werden, die für Nanopartikel kaum zur Verfü-

gung stehen. Unter Ausnutzung eines stehenden Röntgenwellenfelds (XSW) ermöglicht es die GIXRF auch, Informationen über Partikelgrößen und Partikelanzahl der auf einer Aerosolprobe zu erhalten. Partikel aus 3d-Übergangsmetallverbindungen sowie aus Natriumchlorid wurden größenselektiert und mengenkontrolliert auf Waferoberflächen abgeschieden. Die Ergebnisse der quantitativen und qualitativen Partikelcharakterisierung werden präsentiert.

UP 7.4 Thu 10:45 HSZ 204

Untersuchungen an freien Nanoaerosolen — ●JAN MEINEN¹, MARKUS ERITT² und THOMAS LEISNER^{1,2} — ¹Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute for Meteorology and Climate Research (IMK-AAF), Karlsruhe, Germany — ²Institute for Environmental Physics (IUP), Ruprecht-Karls-University, Heidelberg

Nanoskopische Materie aus in den oberen Atmosphärenschichten verdampfen Meteoriten dient u.a. als Nukleationskeim für nachleuchtende Wolken (NLC) in der Mesopause. Die Gefrierkeime bestehen dabei primär aus Eisen- bzw. Siliziumoxid im Größenbereich von 2 bis 10nm. Die in der Atmosphäre ablaufenden mikrophysikalischen Prozesse und deren Dynamik sollen unter realistischen Druck- und Temperaturbedingungen an freien Partikeln im zur Zeit im Aufbau befindlichen "Trapped Reactive Atmospheric Particle Spectrometer" (TRAPS) nachgestellt werden. Mit dem mobilen und modularen Aufbau sind neben Untersuchungen mit einem Ultrakurzpulslaser in unserem Labor auch Untersuchungen an Synchrotron- und Freielektronenlaserquellen vorgesehen. Wir präsentieren neben der grundlegenden Funktionsweise der Anlage, die derzeitigen apparativen Möglichkeiten, sowie erste richtungsweisende Ergebnisse aus Extinktionsuntersuchungen mit Cavity-Ringdown Spektroskopie und Eisnukleationsexperimenten an der Partikeloberfläche.

UP 7.5 Thu 11:00 HSZ 204

Experiment zum Wachstum von levitierten Eisparkeln und Tröpfchen aus der Gasphase — ●CHRISTIANE WENDER, DANIEL RZESANKE und THOMAS LEISNER — Institut f. Meteorologie u. Klimaforschung, KIT, Karlsruhe

Eiswolken beeinflussen den Strahlungshaushalt und das Klima in Abhängigkeit von Form und Größe der Eispartikel. In unserem Beitrag möchten wir ein neues Labor- Experiment vorstellen in dem elektrodynamisch levitierte Partikel nun auch in einer Wasser- bzw. Eisübersättigung untersucht werden können. Dafür wurde in einem Levitator ein vertikaler Temperaturgradient erzeugt und damit die Wirkungsweise einer Diffusionskammer mit der Levitation kombiniert. Es ist möglich den Gefrierprozess des Tröpfchens und das Wachstum der Eisphase zu untersuchen. Die Beobachtung der wachsende Partikel erfolgt durch ein Lichtmikroskop und die Überwachung der Partikelmasse nach dem Prinzip der Milikanwaage. Wir zeigen erste Ergebnisse zu diffusiven Eiswachstum aus der Gasphase.

UP 7.6 Thu 11:15 HSZ 204

Beobachtung des Gefrierhaltens unterkühlter Wassertropfchen mit einer Ultrahochgeschwindigkeitskamera — ●THOMAS PANDER, CHRISTIANE WENDER, DANIEL RZESANKE, DENIS DUFT, ALEXEI KISELEV und THOMAS LEISNER — Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Karlsruher Institut für Technologie

Die Interaktion von Aerosolpartikeln mit Wolkentropfchen ist für die Vereisung von Wolken und dadurch für das Entstehen von Niederschlag von zentraler Bedeutung. Neben der Eiskeimfähigkeit der Aerosolpartikel ist dabei die dynamische Entwicklung des Gefrierprozesses von Interesse, da dieser möglicherweise zur Bildung sekundärer Eispartikel und somit zu Eismultiplikation führen kann. Mittels eines elektrodynamischen Levitators ist es möglich, unterkühlte frei schwebende Wolkentropfen einem Aerosolstrom auszusetzen. Der heterogene Gefrierprozess kann mit einer Hochgeschwindigkeitskamera mit einer Zeitauflösung von bis zu 6 μ s verfolgt werden. Dabei ist bei geeignetem Gefrierkeim neben Ausbildung sphärischer Eispartikel ein möglicher Bildungsmechanismus für sekundäre Eispartikel durch Absplitterung zu beobachten. In diesem Beitrag werden Hochgeschwindigkeitsfilme des heterogenen Gefrierprozesses und Ergebnisse einer Messreihe mit verschiedenen Eiskeimen im Hinblick auf die Sekundäreisbildung vorgestellt.

UP 7.7 Thu 11:30 HSZ 204

Laborexperimente zum Verdampfungsverhalten elektrisch geladener Wolkentropfen — ●DANIEL RZESANKE¹, CHRISTOPHER MAUS², JOHANNES NIELSEN³ und THOMAS LEISNER¹ — ¹Institut für Meteorologie und Klimaforschung, KIT Karlsruhe — ²Institut für Physik, TU Ilmenau — ³Dänisches Meteorologisches Institut, Kopenhagen DK

In der unteren Stratosphäre findet man gelegentlich Eispartikel, die trotz eisuntersättigter Umgebung, eine außerordentliche Lebensdauer aufweisen können [1]. Die ständige Neubildung vor Ort ist schwerlich erklärbar und für einen Transport aus der Troposphäre ist ein stabilisierender Mechanismus zwingend notwendig. Zieht man eine elektrische Nettoladung der Eispartikel in Betracht, kann diese der Grund für die nötige, erhöhte Stabilität sein [2].

Im Rahmen des DFG Schwerpunktprogrammes CAWSES wurden unter anderem Laborexperimente zu diesem Thema durchgeführt. Dabei untersuchten wir mittels einer elektrodynamischen Waage das Verdampfungsverhalten geladener Wassertröpfchen kleiner 100µm. Es konnte eine Abhängigkeit des Dampfdruckes von Wolkentropfen als Funktion ihrer Ladung bestätigt und quantifiziert werden [3]. Wir stellen die Methode und die Ergebnisse der Untersuchungen vor.

[1]J.K.Nielsen et al., Solid particles in the tropical lowest stratosphere, APC 7, 2007 [2]J.K.Nielsen et al., Could stratospheric ice particles be stabilized by electrical charge?, GRL subm. Nov. 2009 [3]J.K.Nielsen et al., Charge induced stability of water droplets in subsaturated environment, ACPD 10, 2010

UP 7.8 Thu 11:45 HSZ 204

Retrospektive Bestimmung physiko-chemischer Eigenschaften von radioaktiv markiertem Aerosol — ●OLIVER MEISENBERG¹, EVGENI GARGER² und JOCHEN TSCHIERSCH¹ — ¹Helmholtz Zentrum München, Institut für Strahlenschutz, Neuherberg — ²Institute of Radioecology, Kiev, Ukraine

Die physiko-chemischen Eigenschaften von radioaktiv markiertem Aerosol und luftgetragenen heißen Kernbrennstoff-Teilchen sind wichtige Eingangsgrößen für die Inhalationsdosimetrie. Insbesondere die Größenverteilung der Aktivität und die Löslichkeit der heißen Teilchen in der Lunge spielen dabei eine große Rolle. Während bislang feste Größenverteilungen und Löslichkeitsklassen verwendet werden, kann die

Bestimmung dieser Eigenschaften im Einzelfall die Berechnung der Inhalationsdosis deutlich verbessern. Weil solche Messungen in situ oft nicht möglich sind, wurden Verfahren zur retrospektiven Bestimmung der Aktivitäts-Größenverteilung und der Löslichkeit von auf Filtern gesammeltem Aerosol entwickelt und getestet. Für die Bestimmung der Größenverteilung werden die Teilchen zunächst ultraschallunterstützt in Luft oder in ein Lösemittel extrahiert. Anschließend wird das Aerosol in einem Impaktor größenklassifiziert gesammelt und gamma-spektrometrisch vermessen. Die Effizienz der Extraktionen sowie die Reproduzierbarkeit der originalen Größenverteilungen werden für die beiden Verfahren verglichen. Die Löslichkeit von Radionukliden aus heißen Teilchen in Lungenflüssigkeit wurde mit Aerosol aus der Umgebung von Tschernobyl bestimmt. Unterschiede zwischen den Nukliden sowie der Einfluss der Größe der Teilchen werden vorgestellt.

UP 7.9 Thu 12:00 HSZ 204

Discrete dipole approximation for scattering by cloud ice particles - fast parallel implementation on an ordinary PC graphics card — ●MARCUS HUNTEMANN, GEORG HEYGSTER, and CHRISTIAN MELSHEIMER — Institut für Umweltp Physik, Universität Bremen, Otto-Hahn- Allee 1, 28359 Bremen

The global distribution and climatology of ice clouds are among the main uncertainties in climate modelling and prediction. In order to retrieve ice cloud properties from remote sensing measurements, the scattering properties of all cloud ice particle types must be known.

The Discrete Dipole Approximation (DDA) simulates scattering of radiation by arbitrarily shaped particles and is thus suitable for cloud ice crystals. The DDA models the particle as a collection of equal dipoles on a lattice, and is computationally much more expensive than approximations restricted to more regularly shaped particles.

On a single computer the calculation for an ice particle of a specific size, for a given scattering plane at one specific wavelength can take several days. We have ported core routines of the scattering suite "Amsterdam DDA" (ADDA) to the Open Computing Language (OpenCL), a framework for programming parallel devices like PC graphics cards (Graphics Processing Units, GPUs) or multicore CPUs. In a typical case we can achieve a speed-up on a GPU as compared to a CPU by a factor of 5 in double precision and a factor of 15 in single precision. Spreading the work load over multiple GPUs will allow calculating the scattering properties even of large cloud ice particles.