

## Aerosol- und Wolkeneinfluß auf das Erdklima

### Die Olbers-Gesellschaft veranstaltet 3. Bremer Klimatage

Ulrich von Kusserow

Wie schon in den vergangenen beiden Jahren finden Klimatage auch im März dieses Jahres an drei Abenden (Montag 16., Dienstag 17. und Donnerstag 19. März 1998) im Atelierhof in Bremen statt (siehe Artikel auf Seite 34). *Treibhauseffekt und Ozonproblematik* beziehungsweise *Einfluß der Sonne auf Klimaveränderungen* waren die Themenschwerpunkte der Veranstaltungen in den vergangenen Jahren. In diesem Jahr wird es um den *Einfluß von Aerosolen und Wolken auf das Erdklima* gehen. Wieder erwarten wir als Referenten unter anderem kompetente Wissenschaftler vom Deutschen Klima-Rechenzentrum (DKRZ) beziehungsweise Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPIfM) aus Hamburg, vom Bremer Institut für Umweltphysik (IUP) und in diesem Jahr zusätzlich auch vom Deutschen Luft- und Raumfahrt-Zentrum (DLR) aus Oberpfaffenhofen.



**Abbildung 1:** Diskussionen mit und Nachfragen bei den prominenten Referenten am Rande der Klimatage. Wissenschaft zum „Anfassen“.  
Foto: H. Kruse

Das Interesse an der öffentlichen Diskussion über mögliche Ursachen einer befürchteten weltweiten Klimaveränderung hat in den vergangenen Jahren auch in der Bevölkerung verständlicherweise deutlich zugenommen. Größere und zeitlich länger andauernde Ozonlöcher treten nicht nur regelmäßig in der von uns weit entfernten Antarktis, sondern inzwischen überraschenderweise in den letzten beiden Jahren verstärkt auch in den uns näher gelegenen Polgebieten der Nordhalbkugel auf. Der sehr sicher auch vom Menschen verursachte starke Anstieg der Kohlendioxidkonzentration in diesem Jahrhundert ist ganz offensichtlich für die Zunahme des Treibhauseffektes verantwortlich. Gerade in den letzten Monaten wurden wir in diesem Zusammenhang durch viele bedrohlich klingende Pressemeldun-

gen aufgeschreckt. Welche Auswirkungen werden die unverantwortlichen weltweiten Brandrodungen in den Urwäldern von Entwicklungsländern auf das Klima und die Lebensqualität auf unserem Planeten wohl haben? Sind nicht das verstärkte Abschmelzen der Inlandgletscher und Polareiskappen, die Zunahme extremer Wetterlagen, vor allem auch die fatalen Auswirkungen des immer häufiger und gerade in diesem Jahr so stark einsetzenden El Niño-Phänomens – verheerende Überschwemmungen in einigen Gebieten, Dürrekatastrophen in anderen Gebieten der Erde – möglicherweise schon deutliche Indizien für eine anthropogene globale Klimaveränderung, als deren Folge der Weltmeeresspiegel deutlich steigen könnte? Wie reagieren wir eigentlich auf die häufiger werdenden Meldungen über den gesundheitsschädlichen Ozonsmog in Großstädten, über die Luftverschmutzung mit der Ausbildung von urbanen Mikroklimata überall auf der Welt, nicht nur in den Slums von Mexiko-City oder in der Weltstadt Paris? Warum treffen sich „Fachleute“ auf der Weltklimakonferenz in Kyoto, beteuern gemeinsam ihren dringenden Wunsch nach Reduzierung des Schadstoffausstoßes in die Atmosphäre, um dann aus wirtschaftlichen oder politischen Gründen bei der Realisierung ihrer Vorstellungen doch wieder gewaltige Rückzieher zu machen? Kritiker der vor einem Klimaumschwung durch verstärkten Treibhauseffekt warnenden Wissenschaftler heben hervor, daß die globale Temperaturerhöhung gerade trotz zunehmender Industrialisierung nicht mehr so stark zugenommen habe. Kein Wunder, antworten die so kritisierten, verschleiern doch die in unsere Atmosphäre geschleuderten Teilchen als Kondensationskeime, mit vermehrter Wolkenbildung als Folge, durch Abschattungseffekte den verstärkten Treibhauseffekt gerade nur über den Industrieländern (siehe Berichte Klimatage 1996 in den Olbers-Nachrichten).

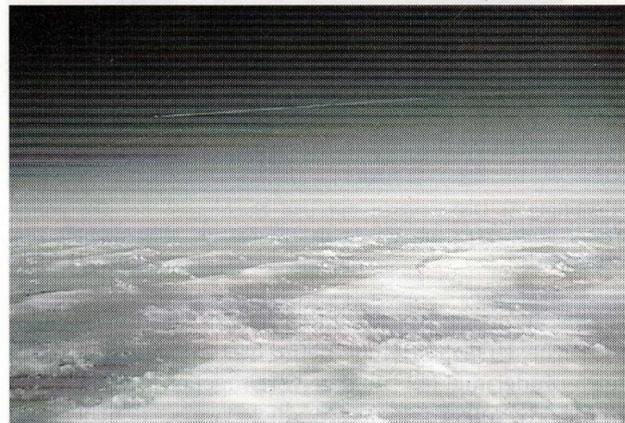
Ein Großteil der Veränderungen in unserem Klima wird sicherlich immer wieder durch natürliche Faktoren bedingt sein. Die letzten Jahre haben gezeigt, wie heftige Eruptionen von Vulkanen oder auch nur die fast unbemerkt bleibenden, kontinuierlichen Ausdünstungen der weltweit etwa 500 tätigen Vulkane das Klima stärker als bisher angenommen beeinflussen. Immer mehr Forscher interessieren sich heute für den offensichtlich doch stärkeren Einfluß der Sonne auf unser Klima. Um den tatsächlich vom Menschen verursachten Einfluß wirklich beurteilen zu können, ist es unbedingt erforderlich, gerade diese natürlichen Klimaeinflüsse beziehungsweise die aus der chaotischen Dynamik des Klimasystems selbst stammenden Fak-

toren abzuschätzen. Dies ist durchaus ein wichtiges gesamtgesellschaftliches Problem. Notfalls müssen wir schon bald einschneidende Gegenmaßnahmen ergreifen, damit unsere Kinder später nicht unter anhaltenden Klimakatastrophen leiden müssen. Aber was hat dieses Problem eigentlich mit der Arbeit unseres amateur-astronomischen Vereins zu tun, dessen Aufgabe laut Satzung ja eigentlich nur die Förderung der Astronomie in Bremen und Umgebung ist. Warum veranstalten wir jährlich Klimatage und laden dazu kompetente Fachleute ein, warum nimmt in den Olbers-Nachrichten die Anzahl der Beiträge zum Thema Meteorologie und Klima in den letzten Jahren zu?

Klar, unsere Sonne hat, betrachtet man größere Zeiträume in ihrer Entwicklung, sicherlich großen Einfluß auf das historische Klima der Erde genommen. Nach der Entstehung der Planeten in unserem Sonnensystem hat sie mit ihrer im Laufe der Zeit zunehmenden Strahlungsintensität auf die oft bei Vulkaneruptionen ausgestoßenen Teilchen eingewirkt und verschiedene Entwicklungsstufen der Planetenatmosphären begleitet. Spätestens wenn die Sonne in den nächsten Milliarden Jahren ihre Entwicklung zum Roten Riesen beginnt und sich dabei zwar abkühlt, sich aber gleichzeitig auch stark ausdehnt, wird nicht nur die Venus verschluckt, sondern auch die Atmosphäre der Erde vermutlich vollständig zerstört sein. Periodische Bahnparameterschwankungen der Erde in bezug auf die Sonne nehmen zudem deutlich Einfluß auf die Eisbedeckung unseres Planeten. Im Rhythmus des von Milankowitch gedeuteten 100 000 Jahres-Zyklus wechseln sich bei uns bekanntlich Eis- und Zwischeneis-(Warm-)zeiten ab. Auf den letzten Klimatagen wurde der beträchtliche Einfluß kurzfristiger solarer Strahlungsschwankungen im Rhythmus der mit der magnetischen Aktivität einhergehenden Sonnenzyklen mit unterschiedlichen Perioden auf unser Wetter ausführlich dargestellt (siehe auch die Beiträge von Theodor Landscheidt zu diesem Thema in den Olbers-Nachrichten Nr. 177 und 178). Um den Einfluß der Sonne auf die klimarelevanten Prozesse in der Erdatmosphäre verstehen zu können, ist es offensichtlich sehr wünschenswert, die Physik der Sonne, eines ganz normalen Sterns, noch besser zu verstehen. Eine größere Zahl von Astronomen untersucht heute schon sonnenähnliche Sterne auf Zusammenhänge zwischen deren Strahlungsschwankungen und den beobachteten Aktivitätszyklen, um bessere Prognosen für mögliche Klimaentwicklungen auf unserem Planeten machen zu können. Offensichtlich schirmen uns in Zeiten großer Aktivität mit hohen Sonnenfleckenrelativzahlen starke magnetische Strukturen auf der Sonne sogar gegen die aus dem entfernten All auf die Erde einströmende kosmische Strahlung ab. In diesen Zeiten reduziert sich anscheinend die globale Wolkenbedeckung, was bei intensiverer ungehinderter Sonneneinstrahlung insgesamt zur Erwärmung führt.

Gesichert ist heute auch der Einfluß der Sonnenaktivität auf die uns schützende Ozonschicht. Offensichtlich gibt es also durchaus eine Vielzahl astronomischer Bezüge zur Klimaproblematik. Inwiefern könnte es aber dann für Astronomen interessant sein, wie in diesem Jahr geplant, auch den Einfluß von Aerosolen und Wolken auf das Erdklima zu betrachten?

Im letzten Jahr verbrachte ich einen Teil meines Urlaubs in der Umgebung des Bodensees. Der Wetterbericht hatte wunderschönes trockenes, warmes und klares Wetter vorhergesagt. Statt eines strahlend blauen Himmels erlebte ich aber eine fast durchgängige Bedeckung des Himmels mit einem dünnen Wolkenschleier. Die Seeing-Bedingungen etwa für die Beobachtungen der Sonne waren in dieser Zeit sicher nicht gut. Was war die Ursache dieser Bewölkung? Offensichtlich waren es die Unmengen an Düsenflugzeugen, die auf der Hauptflugroute in den Süden im Umgebungsbereich so vieler Flughäfen wie München, Stuttgart, Friedrichshafen, Straßburg, Innsbruck, Basel oder Zürich Kondensstreifen über Kondensstreifen über den Himmel verteilen. Zunächst sehr scharf geradlinig und eng begrenzt, nach einiger Zeit mehr oder weniger gleichmäßig sich ausbreitend und schließlich diffus werdend, bildeten diese Kondensstreifen mehrere Tage lang einen fast durchgängigen Wolkenteppich. Gerade in der klaren Luft bedarf es sogenannter Aerosole, den unter anderem auch von Flugzeug ausgestoßenen, in der Gasatmosphäre schwebenden Flüssigkeits- und Feststoffpartikeln, als Kondensationskerne, damit sich überhaupt Wolken ausbilden.



**Abbildung 2:** Klimafaktoren von oben besehen: Bewölkung und Kondensstreifen von Flugzeugen. Foto: R. Tietze

Daß diese Kondensstreifen ein wirklich ernstzunehmendes Problem auch für beobachtende Astronomen sein können, das macht eine vor etwa einem Jahr vom Instituto de Astrofisico de Canarias (IAC) auf Teneriffa unter dem Schlagwort *Gesetz des Himmels* durchgesetzte Verfügung deutlich, wonach es von jetzt ab für Zivilflugzeuge grundsätzlich und für Spezialflugzeuge mit sehr wenigen Ausnahmen verboten ist, in einen

am Boden 10 km breiten, in der Höhe bis zu 50 km zunehmenden Korridor über den europäischen Großsternwarten in Izaña auf Teneriffa und Roque de los Muchachos auf La Palma einzudringen. In der Zeitschrift *Das Himmelsjahr* aus dem Kosmos-Verlag wird als Monatsthema Januar 1997 unter der Überschrift „Droht der Erde eine Zukunft ohne Sternenhimmel“ auf ein mögliches Horrorszenario für Sternfreunde und Astronomen eingegangen: „Häufig stören Dunst, Nebel und Wolken [...] die ungetrübte Sicht ins Weltall“, „Es hat den Anschein, daß die Zahl der wirklich astronomischen Nächte stetig abnimmt“ und „Die Zahl der Kondensationskeime in der Troposphäre sowie in der unteren Stratosphäre nimmt rapide zu.“ „Selbst dem vielzitierten Durchschnittsbürger fällt auf“, schreiben sie, „daß am Tage häufig Kondensstreifen zu sehen sind, die sich rasch verbreitern, bis gegen Mittag die inzwischen höherstehende Sonne durch einen Milchschleier hindurchleuchtet.“ In diesem Artikel wird dargestellt, daß dieser Effekt unter Umständen jedoch nur die Spitze eines gewaltigen Eisberges sein könnte, daß mit dem unkontrollierten Ausstoß von Aerosolen in unsere Atmosphäre und einer einhergehenden globalen Tendenz zur Wolkenbildung auch umwälzende Klimaveränderungen heraufbeschworen werden könnten. Sie gehen auf die Rolle der Plattentektonik und Vulkanitätigkeit als Klimafaktor bei der Ausbildung von Planetenatmosphären ein. So war es noch vor rund einer Milliarde Jahren auf der Venus deutlich kühler als heute, es gab Ozeane und eine durchsichtige Atmosphäre. Als die Venus im Laufe ihrer Entwicklung durch ansteigende Oberflächentemperaturen zunehmend austrocknete, Plattentektonik als effizienter Abführungsmechanismus für die im Innern des Planeten erzeugte Wärme zum Erliegen kam, der entstehende Hitzestau im wesentlichen nur noch durch vermehrte Vulkanitätigkeit mit erheblichem Ausstoß von Kohlendioxid erfolgen konnte, wurde so der Treibhauseffekt auf unserem vergleichbar großen Nachbarplaneten durch einen positiven Rückkopplungsprozeß soweit verstärkt, daß hier Leben heute sicherlich nicht mehr möglich ist. Wegen der nur halb so großen Sonneneinstrahlung auf die Erde wird es bei uns eine ähnlich große Hitze wie auf der Venus sicherlich niemals geben. Die Autoren des hier zitierten Artikels befürchten aber, daß anthropogene Ursachen ein ähnliches Szenario in allerdings wohl abgemilderter Form bei uns durchaus bewirken könnten. „Die Erde ist bewohnt. Die anthropogene, also vom Menschen verursachte Kohlendioxidproduktion führt zu einer rapiden Verstärkung des Treibhauseffektes, der auch hier beginnen könnte, die Plattentektonik zu bremsen, was zu einem Hitzestau führt. Dies bedingt dann eine immer stärker werdende Vulkanitätigkeit. Vulkane stoßen aber in großen Mengen

CO<sub>2</sub> aus, der Treibhauseffekt wird enorm verstärkt.“ Könnte es sein, daß sich in der Erdatmosphäre in fernerer Zukunft auch eine geschlossene, nie mehr aufreißende Wolkendecke bildet, wenn sich die Anzahl der Kondensationskeime aus Industrie und Verkehr, aufgrund von Brandrodungen und durch verstärkte Vulkanausbrüche weiter so stark erhöht?

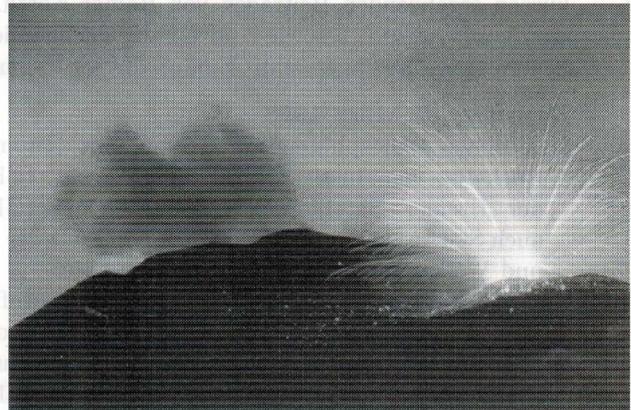


Abbildung 3: Klimafaktor Vulkanismus.

Auch wenn sicherlich nicht jeder von uns, geschweige denn von den Wissenschaftlern, gleich ein solches Horrorszenario, mit dem Menschen als Auslöser, im sensiblen Klimasystem unserer Atmosphäre befürchtet, gibt es doch genügend Gründe, den Einfluß von Aerosol- und Mikroprozessen in Wolkenstrukturen auf das Erdklima einmal ernsthaft unter Berücksichtigung auch astronomischer Gesichtspunkte genauer zu betrachten. Bei den diesjährigen Klimatagen wird es unter anderem um den möglichen Einfluß interplanetarer Materie, um Zusammenhänge der Sonnenaktivität und kosmischer Strahlung mit Wolkenbildungsprozessen, vor allem aber auch um die klimarelevanten Faktoren der uns so faszinierenden vulkanischer Prozesse, um den Einfluß der Verkehrs- und Industrieabgase auf unser Klima gehen. Wie gefährlich wird der Schadstoffausstoß von immer häufiger und höher fliegenden Flugzeugen einer neuen Generation von Überschallflugzeugen etwa für die Ozonschicht sein? Ist wirklich damit zu rechnen, daß in etwa 30 bis 40 Jahren in unseren geographischen Breiten sternklare Nächte extrem selten werden könnten? Wir haben kompetente Wissenschaftler eingeladen, die uns über ihre neuesten Forschungsergebnisse berichten werden (siehe vorläufiges Veranstaltungsprogramm). Wir hoffen auf einen guten Besuch der Veranstaltungen (im letzten Jahr kamen durchschnittlich immerhin mehr als 40 Zuhörer pro Abend) und wünschen uns, daß auch eine Vielzahl von Olbers-Mitgliedern an den Klima-Abenden den autofreien Weg zum Atelierhof finden und Spaß an den Vorträgen haben wird.

## Veranstaltungsprogramm der Klimatage 1998

### Montag 16. März 1998

„Einfluß von Aerosolen und Wolken auf Klimaprozesse auf der Erde“, einleitender Dia- und Video-Vortrag von Ulrich von Kusserow, Olbers-Gesellschaft e.V. Bremen, über die große Vielfalt möglicher Einflußfaktoren von Aerosolteilchen auf das Klima auch unter astronomischen Gesichtspunkten mit kurzen ergänzenden Beiträgen von Rainer Korth, Gymnasium Osterholz-Scharmbeck, über Experimente mit Aerosolen sowie André Paul, Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen, über neuere Modellierungen zum „Einfluß des interplanetaren Staubs auf Vereisungszyklen“.

### Dienstag 17. März 1998

1. „Globale Atmosphärenüberwachung mit ‚Bremer‘ Satelliteninstrumenten“, Vortrag von Michael Buchwitz vom Institut für Umweltphysik (IUP) an der Universität Bremen über die Aufgaben der „Bremer“ Satelliteninstrumente GOME (Global Ozon Monitoring Experiment) und zukünftig auch SCIAMACHY im Zusammenhang mit der Analyse der Verteilung von Spurengasen, Aerosolen und Wolken innerhalb der Erdatmosphäre.
2. „Niederschlagsvorhersage durch Analyse von Infrarotsatellitendaten über Ausdehnung und Oberflächentemperaturen von Wolken“, Kurzvortrag von Norbert Schlüter vom Institut für Umweltphysik (IUP) an der Universität Bremen mit Erläuterungen von Videosequenzen.
3. „Aerosole, Wolken und das Klima“, Vortrag von Johann Feichter vom Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPIfM) Hamburg über die Mikrophysik von Aerosolen und Wolken sowie deren natürliche und anthropogene Einflußmöglichkeiten auf das Erdklima.

### Donnerstag 19. März 1998

1. „Vulkane und Klima“, Vortrag von Hans-F. Graf vom Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPIfM) Hamburg über den Einfluß von Vulkaneruptionen und Aerosolausgasungen auf das Klima.
2. „Auswirkungen des Luftverkehrs auf die Atmosphäre“, Vortrag von Robert Sausen von der Deutschen Luft- und Raumfahrt-Agentur (DLR) aus Oberpfaffenhofen über die Bedeutung klimarelevanter Prozesse beim Ausstoß von Flugzeugabgasen.

Nähere aktuelle Informationen zu den diesjährigen Klimatagen sind über die Homepage-Adresse <http://members.aol.com/vkusserow/klita98.htm>, über die Infostände bei der Olbers-Gesellschaft sowie später aus der aktuellen Tagespresse zu erhalten.

