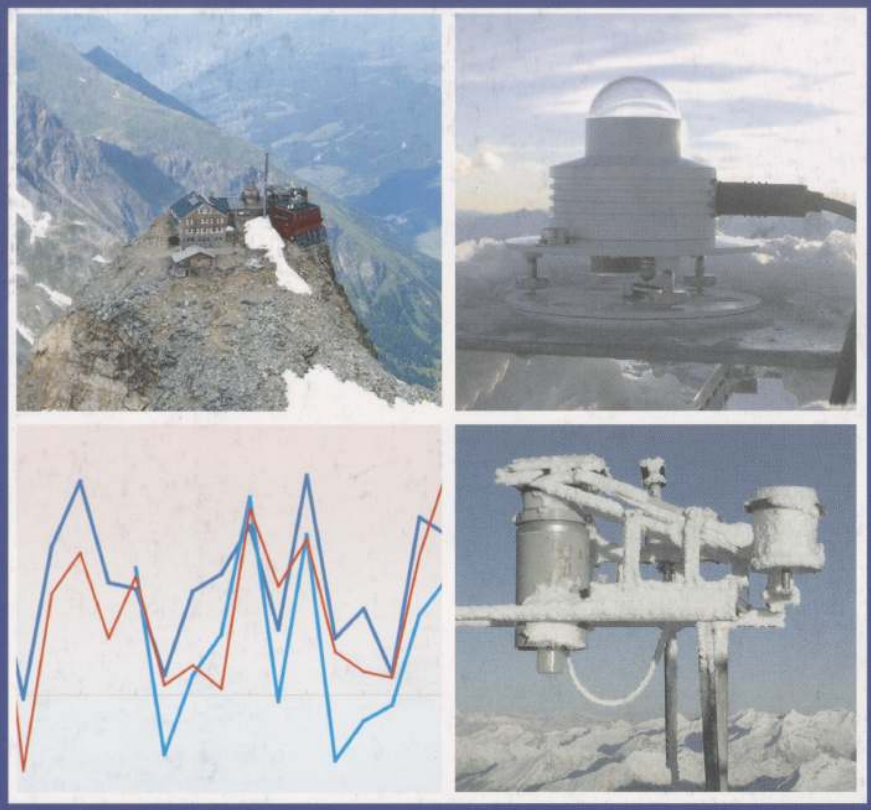


Der Sonnblick

Observatorium über den Wolken

Wissenschaftliche Aktivitäten
März 2003

Herausgeber:
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik / Sonnblickverein
Regionalstelle für Salzburg und Oberösterreich
Freisaalweg 16
A-5020 Salzburg

Redaktion: Lehner, Schauer, Staudinger
Layout: Schauer
Fotos Umschlagblatt: Staudinger, Schauer

Druck: J. Huttegger Ges.m.b.H. & Co. KG., Salzburg

VORWORT

Wie die Ergebnisse der Klimaforschung der letzten 20 Jahre gezeigt haben, sind die heutigen Fragestellungen in den Umweltwissenschaften nur mehr durch ein sehr hohes Maß an gegenseitiger Anregung und Unterstützung zwischen den einzelnen Fachdisziplinen zu lösen.

Am Sonnblickobservatorium, der höchstgelegenen interdisziplinären Forschungsstätte der Europäischen Union, arbeiten derzeit mehr als 20 verschiedene Forschungseinrichtungen auf engstem Raum zusammen. „Interdisziplinarität" ist damit nicht nur ein Schlagwort, sondern wird tatsächlich gelebt. Der wissenschaftliche Austausch und die gemeinsame Nutzung von Infrastrukturen sind am Sonnblick in den letzten Jahren erfolgreich praktiziert worden.

Eine erfolgreiche Wissenschaftspolitik bedeutet heute die Antworten auf die Fragen von morgen vorzubereiten. In der Klimaforschung geht es dabei vor allem um das „Warum" der Klimaänderungen, nachdem am Sonnblick seit mehr als 115 Jahren in einer weltweit einzigartigen Reihe das „Wie" festgestellt wurde. Nur durch ein detailliertes Verständnis der Ursachen können gezielte Gegenmaßnahmen auf einem nationalen und internationalen Niveau getroffen werden. Österreichs Beitrag zur Erfüllung der Kyotoziele findet hier seine wissenschaftliche Basis.

Die Schwierigkeit der Messungen unter den extremen Bedingungen einer hochalpinen Lage und die sehr häufig nicht ganz einfache Logistik mit der Versorgung durch eine Materialseilbahn werden am Sonnblickobservatorium durch europaweit einzigartige Verhältnisse belohntNirgendwo sonst sind Reinluftverhältnisse direkt aus der Mitte der Atmosphäre gegeben und an nur wenigen Orten wird die Luftqualität in so geringer Weise durch lokale Industrie- oder Tourismusemissionen wie hier im Hochgebirge beeinflusst.

Vorbildlich war im abgelaufenen Jahr auch die Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern bei der sehr notwendigen geologischen Sanierung des Gipfelaufbaus. Die gemeinsame Finanzierung der nicht unbeträchtlichen Kosten war Ausdruck der Tatsache, dass das Sonnblickobservatorium eine „nationale Angelegenheit" im besten Sinn des Wortes ist.

Elisabeth Gehrer
Bundesministerin für Bildung, Wissenschaft und Kultur

VORWORT

Wie jedem Besucher des Sonnblickobservatoriums auffällt, vereinigen sich an diesem Ort Tradition und Moderne in idealer Weise. Die Idee und der Bau des ursprünglichen Observatoriums stammen aus dem 19. Jahrhundert. Obwohl der Goldbergbau immer schwieriger wurde, ermöglichte der Bergwerkbetreiber Ignaz Rojacher der Wissenschaft 1886 den Bau und Betrieb des Observatoriums, was damals mit den technischen Herausforderungen eines kontinuierlichen Betriebs der heutigen Raumfahrt durchaus vergleichbar war.

Hauptziel der Messungen zu Beginn des Observatoriumsbetriebs war es, Informationen aus den höheren Schichten der Atmosphäre zu bekommen. Zu dieser Zeit waren Messungen aus den mittleren Schichten der Atmosphäre nicht vorhanden und für die Wissenschaft ungewöhnlich wertvoll. Getragen wurden Kosten und Organisation seit den ersten Jahrzehnten durch den Sonnblickverein als private Initiative und durch die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik als staatliche Institution.

In der Zwischenzeit hat sich vieles geändert. Obwohl nunmehr auch andere Möglichkeiten zur Erkundung der mittleren und höheren Schichten der Atmosphäre bestehen, wird die über 110 Jahre andauernde Reihe der Klimaelemente aus unbeeinflußter Gipfellage aber im Zuge der Erforschung der Klimaänderungen immer wertvoller, da sie eine wichtige Ergänzung der Klimareihen aus tiefen Lagen bedeutet.

Das Observatorium hat daher durch die Modernisierung der letzten Jahre und durch den idealen Standpunkt inmitten der Alpen einen enormen Aufschwung gewonnen. Die Klimaänderungen forderten aber auch in dieser Höhenlage ihren Tribut; in der Höhenlage des Observatoriums wird der Untergrund des Hauses immer mehr durch die Erwärmung und den Frostwechselzyklus in Mitleidenschaft gezogen.

Zwei große Schwierigkeiten und Herausforderungen für das Observatorium konnten im letzten Jahr aber nur durch eine intensive Zusammenarbeit zwischen den Bundesländern, dem Bund und privaten Sponsoren gemeistert werden: Die Sanierung der Seilbahn als Lebensader des Observatoriumsbetriebs erfolgte durch eine enge und großzügige Sponsokooperation mit der Firma Siemens Austria. Die nunmehr in Angriff genommene geologische Sanierung des Gipfelaufbaus konnte nur durch eine gemeinsame Aktion aller Bundesländer und des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur mit der notwendigen Raschheit umgesetzt werden.

Diese Broschüre sollte einen Überblick über die vielfältigen Aktivitäten am Observatorium geben und zeigen, welche aufwändigen Methoden notwendig sind, um auf die komplexen Fragestellungen von Klimaänderung und den entsprechenden Hintergründen in der Atmosphärenforschung adequate Antworten zu finden.

.

Landeshauptmann
Dr. Franz Schausberger
Vorsitzender des Sonnblickvereins

Univ Prof. Dr. Peter Steinhauser
Direktor der ZAMG

Dr. Michael Staudinger
Leiter des Sonnblickobservatoriums

"Die fortschreitende Entwicklung der Meteorologie als Wissenschaft hat die Erforschung der Vorgänge in den höheren Luftschichten zu einer unabweisbaren Nothwendigkeit gemacht."

Mit diesen Zeilen beginnt der erste Präsident des Sonnblickvereines, Albert von Obermayer, seine Beschreibung über die Errichtung der meteorologischen Beobachtungsstation auf dem Sonnblick im ersten Jahresbericht des Sonnblick-Vereines. Julius Hann - Direktor der K.K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus - war einer der Pioniere dieser Forschungsrichtung und ein Initiator für den Bau des Observatoriums. Ohne den Tatendrang des Rauriser Bergwerksbesitzer Ignaz Rojacher wären die wissenschaftlichen Ideen aber nie in Realität umgesetzt worden. Rojacher und seine Knappen waren es auch, die in diesen Jahren den Betrieb des Observatoriums sicherstellten.

Die Erhaltung des Observatoriums wurde anfangs von der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie wahrgenommen. Durch den plötzlichen Tod Rojachers im Jahre 1891 war jedoch die weitere Erhaltung durch finanzielle Probleme gefährdet. Um die Zukunft des Observatoriums auf eine sicherere Basis zu stellen wurde 1892 der Sonnblick-Verein gegründet. Damals wurde die Österreichische Gesellschaft für Meteorologie in der Erhaltung der Station auf dem Sonnblick unterstützt, später hat der Sonnblick-Verein diese Aufgabe alleine übernommen und zudem die wissenschaftliche Forschung im Hochgebirge in der Fachrichtung Meteorologie und Geophysik allgemein gefördert.

Zu Beginn der 80er Jahre wurde dann das Observatorium in einen modernen Zustand gebracht. Energie wird ausschließlich mit Strom bereitgestellt, die Seilbahn wurde modernisiert und die Räumlichkeiten für Beobachter und Wissenschaftler vergrößert. Damit wurde der Grundstein für eine moderne, in Europa einzigartige hochalpine Umweltmeßstation ohne lokale Störungsquellen in der Umgebung gelegt, die von internationalen Forschergruppen genützt werden kann. Die finanziellen Mittel für den Betrieb des Observatoriums werden vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, der Österreichischen Akademie der Wissenschaft, der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, den Bundesländern Salzburg und Kärnten sowie durch Vereinsbeiträge und Spenden bereitgestellt.

Foto: Staudinger

Wissenschaftler aller Richtungen haben die einmaligen Vorzüge des Observatoriums genützt, stellvertretend für viele sei hier der Entdecker der kosmischen Strahlung, Nobelpreisträger Viktor Franz Hess genannt. In schwierigeren Zeiten war die Erhaltung des Observatoriums oft gefährdet und konnte nur durch den persönlichen Einsatz Einzelner gesichert werden.

Ansprechpartner:
Dr. Wolfgang Schöner
Generalsekretär Sonnblickverein
Hohe Warte 19
A-1191 Wien
+43(1)36026-2203
Wolfgang.Schoener@zamg.ac.at

Dr. Michael Staudinger
Observatoriumsleiter Sonnblickverein
Freisaalweg 16
A-5020 Salzburg
+43(662)626301
Michael.Staudinger@zamg.ac.at

"Abwechslungsreiches" Wettergeschehen auf dem Gipfel des Sonnblick

Als höchste Beobachtungsstation Österreichs liefert der Sonnblick natürlich auch einige der extremsten Wetterwerte. Vieles ist aber nicht aus den reinen Zahlen abzulesen, da zum Beispiel die Kombination einer typischen Herbsttemperatur von -10°C mit einem Herbstwind von 70km/h einen chill-Faktor von ca. -30°C ergibt. Wer hier länger als 15 Minuten im Freien ist, riskiert schwere Erfrierungen ohne entsprechender Ausrüstung.

Ältestes Bergobservatorium Europas: erbaut 1886

Höchste dauernd besetzte Arbeitsstelle Österreichs
4 Wetterbeobachter
(15 Tage Dienst, 10 Tage frei, immer mind. 2 im Dienst)

Meteorologische Rekorde am Sonnblick

Temperatur :

Absolutes Maximum	+15,0 °C	(27.07.1983)
Absolutes Minimum	-37,4 °C	(02.01.1905)

Monatsmitteltemperatur :

Maximum	+5,6 °C	(07/1983, 08/1992)
Minimum	-21,1 °C	(02/1956)

Jahresmitteltemperatur :

Maximum	-4,2 °C	(2002)
Minimum	-7,8 °C	(1909)

Schneedecke : Maximum 1190 cm (05/1944)

Wind :

Böen	242,6 km/h	(14.12.1998)

Tagesmittel

123,1 km/h (34,2 m/s)	(17.01.1920)
117,4 km/h (32,6 m/s)	(26.04.1948, 16.04.1970)

Saharastaub: ca. 2 bis 4 mal pro Jahr

Raureif mit Saharasand Foto: Rasser

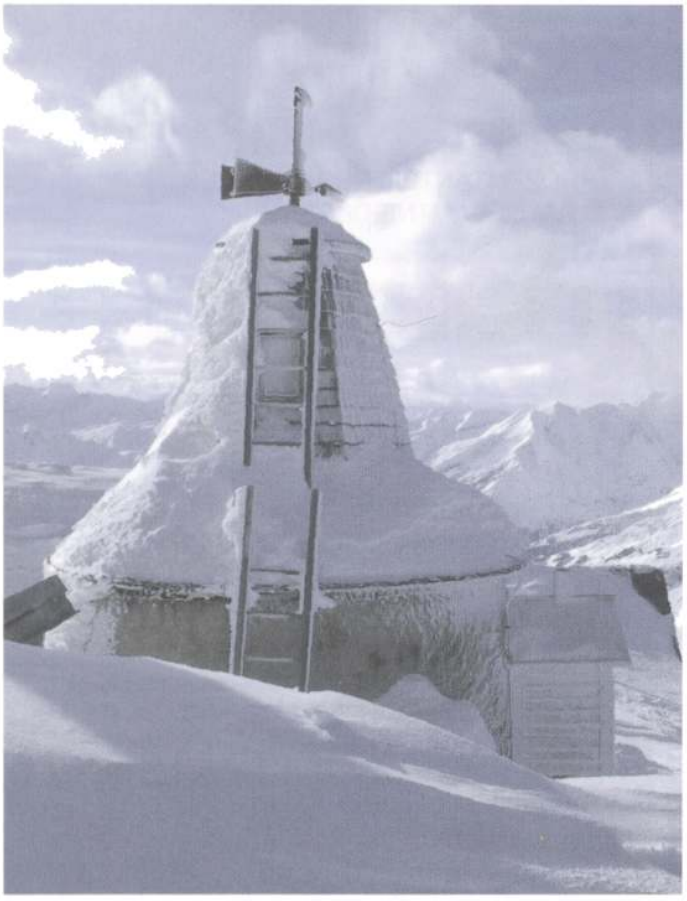
Das Observatorium am 20. November 2002 Foto: Rasser

Ansprechpartner:
Dr. Michael Staudinger
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Freisaalweg 16
A-5020 Salzburg
+43(662)626301
michael.staudinger@zamg.ac.at

Der Sonnblick zwischen Tradition, Moderne und digitaler Zukunft

Durch die Digitalisierung der Messtechnik hat sich in den letzten Jahren auch auf dem Sonnblick sehr viel getan. Modernste Ausrüstung und lange Tradition ergeben eine brisante Mischung, die dem Observatorium zu einer weltweit beachteten Sonderstellung verhilft. Es gibt weltweit keine andere Institution, die auf so lange ununterbrochene Datenreihen stolz sein kann.

Schon seit 1886 - mehr als 116 Jahre - machen Wetterbeobachter auf dem Sonnblick ihre meteorologischen Aufzeichnungen. Dazu kommt als Vorteil, dass dieses Observatorium in



Der alte Messturm mit Fensterhütte Foto: Schauer

einer von zivilisatorischen Einflüssen fast unberührten Umgebung steht - ein großer Vorteil für effektive Klimaforschung, die sich auch mit großräumigen Wirkungen industrieller Verbrennungsprozesse auseinandersetzt.

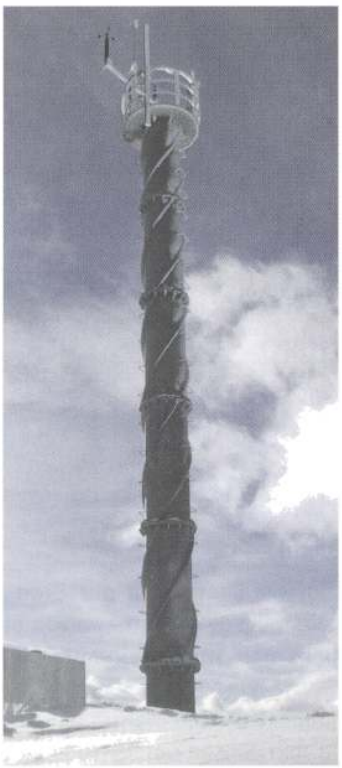
Von mechanisch zu digital

Die Erfassung der Windrichtung und seiner Geschwindigkeiten erfolgte noch bis in die achtziger Jahre des letzten Jahrhunderts auf mechanische Art über eine Trommel. Dann wurde - zusätzlich zur mechanischen Registrierungen - auf elektronische Messung und entsprechende digitale Sensoren umgestellt.

Das Observatorium bekam zwar einige Neubauten, hat in den Grundzügen jedoch noch jenen Grundriss, wie er zur Zeit des Pioniers Ignaz Rojacher konzipiert worden ist. An der Nordseite des Turmes ist die sogenannte „Fensterhütte" angebracht. Hier werden in unveränderter Aufstellung seit Beginn der Messungen vor mehr als 100 Jahren die Temperatur und Luftfeuchtigkeit aufgezeichnet. Den Niederschlag von Schnee und Regen erfassen automatische Waagensysteme nord- und südseitig des Gipfels.

Sonnenscheindauer und Globalstrahlung

Die Plattform an der Südseite des Neubaues beherbergt seit den achtziger Jahren jene Vorrichtungen, die Sonnenscheindauer und Globalstrahlung messen. Diese Daten werden automatisch registriert sowie nach Wien und Salzburg übertragen.



moderner Messturm Foto: Schauer

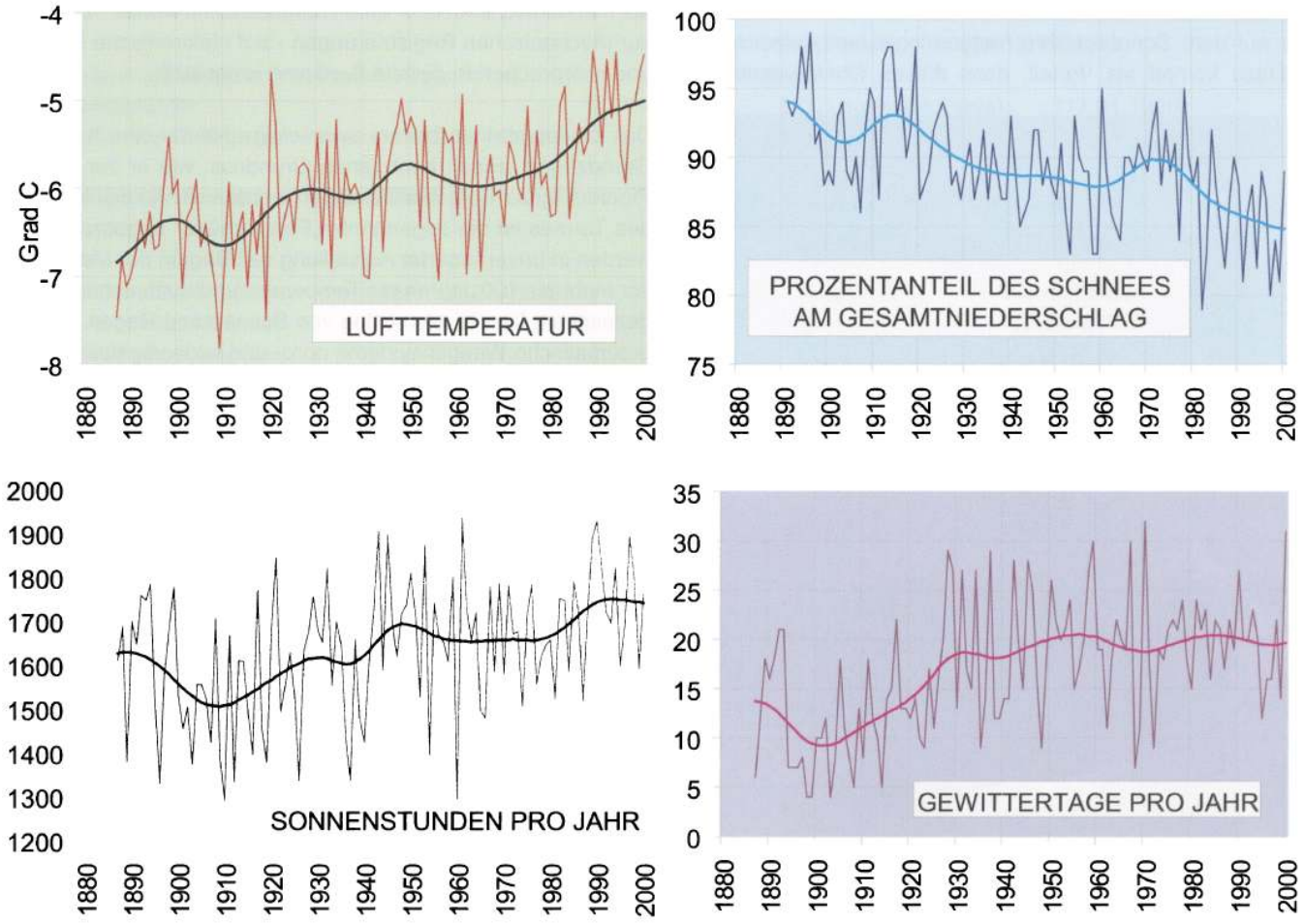
Neuer Messturm garantiert ungestörte Windströmung

Durch die Gebäude auf dem Sonnblickgipfel entstehen in Bodennähe aerodynamische Turbulenzen. Deshalb ist 1995 der 20 Meter hohe Messturm dazu gekommen und die Windmessinstrumente (Anemometer) sind auf den Turm „gewandert". In 20 Metern Höhe strömt das Windfeld ungestört, Windgeschwindigkeit und Windrichtung können somit unbeeinflußt von bodennahen Effekten erfaßt werden.

Ansprechpartner:
Dr. Michael Staudinger
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Freisaalweg 16
A-5020 Salzburg
+43(662)626301
michael.staudinger@zamg.ac.at

Sonnblick hält Weltrekord bei Messungen

Es gibt weltweit keine andere Forschungsstation auf einem mehr als 3000m hohen Berggipfel, die seit so langer Zeit das Klima dokumentiert und aufzeichnet. Seit 1886 dient das Observatorium auf dem Sonnblick der Klimaforschung. Das ist einsamer Weltrekord - noch dazu in einer Seehöhe von 3.100 Metern abseits von Städten, Strassen und Fabriken, wo in der (noch relativ) ungestörten Hochgebirgsluft auf Messwerte besonderer Verlass ist.



Entwicklung der Klimaparameter seit1886

Grafik: ZAMG

So wie überall auf der Erde ist es auch auf dem Sonnblick „wärmer" geworden - so von etwa -6.5 Grad in einem typischen Jahr des 19.Jahrhunderts auf derzeit etwa -5 Grad C. Diese Erwärmung war begleitet von (und zum Teil verursacht durch) immer mehr Sonnenschein. 1500 Stunden Sonnenschein gab es in den Jahren um 1910, jetzt sind es im Schnitt mehr als 1700. Diese für den Bergsteiger durchaus angenehme „Begleiterscheinung" des Klimawandels muss allerdings mit einer Verdoppelung der gefährlichen Hochgebirgsgewitter „bezahlt" werden. Dass außerdem der Schneeanteil in der 3000er Region von 95% auf 85% zurückgegangen ist, wird die Schitourengeher hier noch nicht beunruhigen - von großem Einfluss ist der entsprechende Rückgang allerdings in den tiefer gelegenen Schigebieten der Alpen.

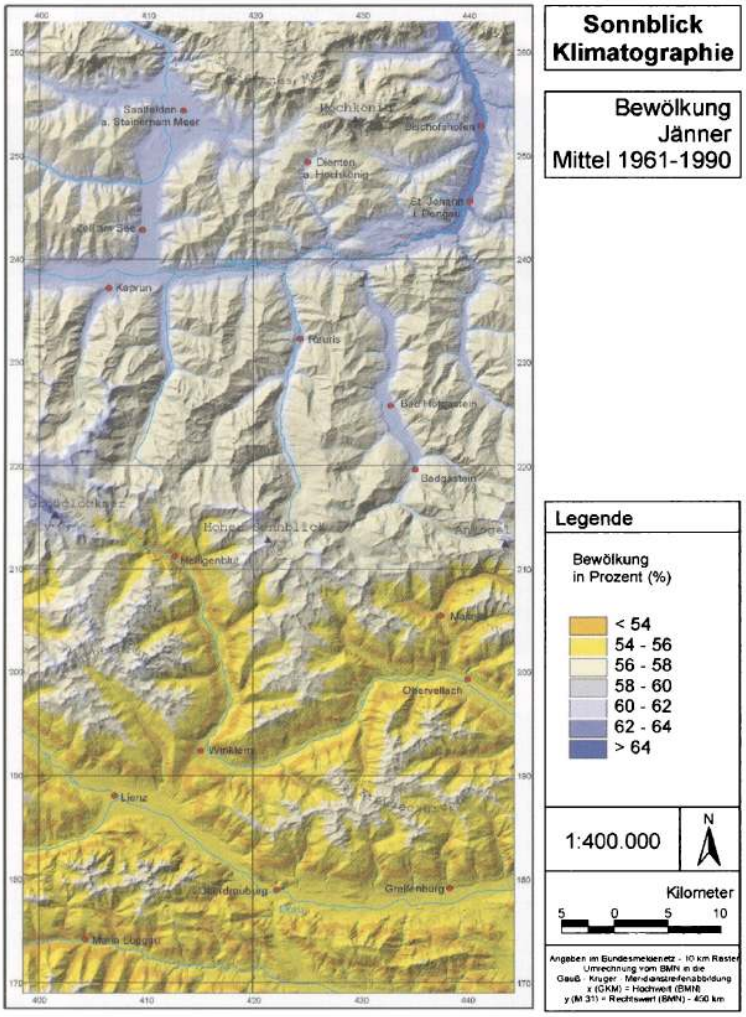
Neben den vier hier gezeigten Beispielen gibt es eine Vielzahl anderer „Sonnblick-Klimakurven", die alle in der neuen Sonnblick-Klimatographie nachgeschlagen werden können.

Ansprechpartner:
Dr. Ingeborg Auer, Dr. Reinhard Böhm
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Abteilung Klimatologie
Hohe Warte 38
A-1190 Wien
+43(1)36026-2206, +43(1)36026-2203
ingeborg.auer@zamg.ac.at, reinhard.boehm@zamg.ac.at

Das neue Klimabuch vom Sonnblick

Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik hat einen neuen Klima-Atlas herausgebracht, der die Ergebnisse von mehr als 100 Jahren Wetterforschung im Hochgebirge sehr anschaulich darstellt. Das Sonnblick-Gebiet steht bei diesem bisher einzigartigen Projekt im Zentrum. Experten durchforsteten dafür ihre Archive und verarbeiteten Unmengen von Mess- und Beobachtungsdaten. Diese wurden seit 1886 unter extremen Bedingungen im Gebiet des traditionsreichen Hochgebirgsobservatoriums gesammelt.

Konkretes Beispiel: Interessiert Sie die typische Bewölkung der Hohen Tauern im Hochwinter? Wie sieht dazu ein durchschnittlicher Jänner im Salzachtal, im hinteren Rauriser Tal - wo der Sonnblick steht - oder im Kärntner Mölltal aus? Für die Erstellung der entsprechenden Karte im neuen Atlas haben die Fachleute alle Bewölkungsdaten eines dreißigjährigen Zeitraums zu einem mittleren Bild nach Prozent-Bereichen zusammengerechnet und diese auf die Karte des Sonnblickgebietes in verschiedenen Farben aufgetragen. Man sieht, dass der Himmel im Jänner im Süden weniger stark bewölkt ist, als im Norden, und dass hier vor allem die Täler weniger schönes Wetter haben, als die Berggipfel.



Grafik: ZAMG

Das Sonnblick-Observatorium dokumentiert seit Jahrzehnten millionenfache Daten über Wind, Sonne, Temperatur und andere Größen, die das Wetter ausmachen. Damit diese nicht in Archiven als graue Theorie in Vergessenheit geraten, wurde dieses Projekt gestartet. Der neue Wetter-Atlas vom Sonnblick bietet einen schnellen Überblick über den Sinn mittel- und langfristiger Wetterforschung.

Viele Parameter erstmals übersichtlich dargestellt

Ähnliche Karten wie die gezeigte, sowie Texte, Grafiken, und Tabellen gibt es für Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Niederschlag, Schnee, Sonnenscheindauer, Strahlung, Luftdichte und Luftdruck - je nach Monat und/oder Jahr - errechnet aus dem Durchschnitt von jeweils 30 Jahren Beobachtung. Neben den 30-jährigen Klimanormalwerten ist auch den Klimaschwankungen breiterer Raum gewidmet, sowie den daraus resultierenden Gletscherschwankungen. Ein eigenes Kapitel ist dabei den „verrückten 1990er Jahren" gewidmet, die mit dem Klima früherer Jahrzehnte verglichen worden sind.

Für Spezialisten und Computerfreaks ist dem Buch eine CD beigelegt, die alle nur erdenklichen Klima-Zahlenwerte enthält und auch eine einzigartige Zusammenstellung von mehreren 100 Gletscherfotos vom 19.Jahrhundert bis heute.

Nicht vergessen haben die Autoren die Mühe und die Gefahr, unter der die Sonnblick-Wetterwarte die Basisdaten für die Klimatographie gesammelt haben. Eine kurze Darstellung der Geschichte der Wetterwarte erzählt, was es heißt, jahraus-jahrein in Österreichs „Arktis" zu leben und zu arbeiten.

Ansprechpartner:
Dr. Ingeborg Auer, Dr. Reinhard Böhm, Dr. Wolfgang Schöner
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Abteilung Klimatologie
Hohe Warte 38
A-1190 Wien
+43(1)36026-2206, 2203, 2290
ingeborg.auer@zamg.ac.at., reinhard.boehm@zamg.ac.at, wolfgang.schoener@zamg.ac.at

Eispanzerung der Tauern wird immer dünner

In den 1980er und 1990er Jahren verloren die Gletscher der Ostalpen besonders viel Eis. Diese Periode hinterlässt nicht nur im Hochgebirge deutliche Spuren sondern auch in Messkurven und Statistiken. Im Gebiet des Sonnblick-Observatoriums untersuchen Wissenschaftler die Massenbilanz von drei großen Gletschern: Wurtenkees auf dem Schareck (seit 1982), Goldbergkees (seit 1987) und das Kleine Fleißkees (seit 1999) - beide auf dem Sonnblick.

Gletscherkundler (Glaziologen) unterscheiden - grob gesprochen - zwei Hauptzonen bei einem Gletscher. Im oberen Bereich liegt das sogenannte Nährgebiet, wo vorwiegend Schnee und kaum

Foto: Böhm

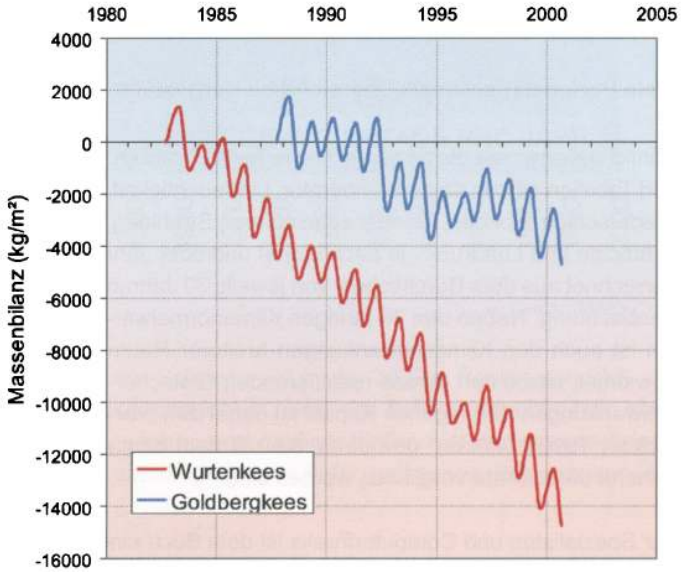
Regen fällt. Schmelzen und Wiedergefrieren sowie der Druck der darüber lagernden Schneeschichten verwandeln den Schnee in Firn und letztlich in Gletschereis. Der untere Bereich ist das sogenannte Zehrgebiet, also der Bereich wo der Gletscher durch Schmelzen „aufgezehrt" wird und schließlich in oft reißenden Schmelzwasserströmen mündet. Durch die Bewegung des Gletschers in Richtung Tal wird fortwährend Nachschub an Masse vom Nährgebiet zum Zehrgebiet geliefert.

Was ist Massenbilanz?

Es wird untersucht, ob die Gesamtmasse eines Gletschers während eines Jahres abnimmt, zunimmt oder gleich bleibt. Während im Winter, der für die Gletscher der Alpen ungefähr von Anfang Oktober bis Ende April des Folgejahres dauert, Gletschermasse vorwiegend durch Schneefall dazu kommt, bestimmt dann die sommerliche Abnahme ob von diesem Winterzuwachs etwas übrig bleibt oder ob ältere Reserven aufgebraucht werden. Die Abnahme wird von 2 Hauptfaktoren bestimmt, der Schmelzenergie durch die Sonnenstrahlung einerseits und durch die Lufttemperatur andererseits. Auf die vom Gletscher aufgenommene Strahlung hat aber wiederum auch der Niederschlag einen starken Einfluss. Fällt nämlich während des Sommers mehrmals Schnee bis weit hinab zur Gletscherzunge, so wird auf Grund der dadurch erhöhten Strahlungsreflexion die zur Verfügung stehende Schmelzenergie und damit der Massenverlust drastisch reduziert.

Gletscher bilanzieren stark negativ

Damit eine Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Gletschern möglich ist, wird die in der Abbildung dargestellte spezifische Massenbilanz errechnet, die auf die Flächeneinheit bezogen ist. Es zeigt sich, dass im Sonnblickgebiet alle untersuchten Gletscher stark negativ bilanzieren, sich also stark zurückziehen. Dieser Trend wird den gesamten Alpen beobachtet. Die Massenbilanzmessungen im Sonnblickgebiet sind Teil eines weltweiten Umwelt- und Klimamonitoringprogrammes das von der Universität Zürich in der Schweiz geleitet wird.



Grafik: Schöner

Ansprechpartner:
Dr. Wolfgang Schöner
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Abteilung Klimatologie
Hohe Warte 38
A-1190 Wien
+43(1)36026-2290
wolfgang.schoener@zamg.ac.at

ENVINET (European Network for Arctic-Alpine Environmental Research)

Dieses von der EU-Kommission finanzierte Projekt im Rahmen des Human Potential Programs vereinigt 17 Observatorien, die sich mit biologischen, atmosphärischen und marinen Fragestellungen beschäftigen und mit entsprechender Größe einen multidisziplinären Ansatz zwischen Biologie und Physik verfolgen.

Hauptfragestellungen sind Klimaänderungen und ihre Auswirkungen auf Lebewesen im Wasser und der Luft, sowie Fragen der Umweltbeeinträchtigungen in polaren und hochalpinen Gebieten.

Beteiligte Stationen Quelle: envinet.npolar.no

Die Formel "high altitude and high latitude" zeigt auch, worum es bei der Meßproblematik der Projektteilnehmer geht:

In beiden Fällen kann mit Standardmeßgeräten kaum oder überhaupt nicht gearbeitet werden, da bei -30° und einer Windgeschwindigkeit von 80 km/h wie sie für den Sonnnblick oder Spitzbergen typisch sind, normale Meßgeräte auf der Strecke bleiben. Der Austausch von Erfahrungen und der Einsatz von Meßtechniken, die z.B. von Spitzbergen auf den Sonnblick übertragen wurden, bildet eine enorme Bereicherung für die einzelnen Institute, da auf diese Weise das Rad nicht zwei mal erfunden werden muß.

Die Harmonisierung von Datenbeständen schafft dabei eine Grundlage für die Vergleichbarkeit von Daten aus sehr unterschiedlicher Herkunft aus den einzelnen Fachdisziplinen und teilnehmenden Ländern.

Durch die Zusammenarbeit der Stationen konnten Online-Datenbanken geschaffen werden, die eine Übersicht sämtlicher laufender Projekte an allen Stationen geben. Gleichzeitig wurden gemeinsame Forschungsnotwendigkeiten formuliert um im Rahmen von EU-Projekten eine Realisierung von Forschungsvorhaben in polaren und hochalpinen Ökosystemen realisieren zu können.

Zu diesem Stationsnetzwerk gehören neben dem Sonnblick unter anderen so berühmte und histrische Einrichtungen wie das Jungfraujoch in der Schweiz, Lautaret in Frankreich, Dunstaffnage in Schottland, Mace Head in Irland, Zackenberg in Grönland, Kiruna in Schweden, Sverdrup in Spitzbergen und Alomar in Norwegen.

Zeppelin Air Monitoring Station Quelle: www.nilu.no

Ansprechpartner:
Prof. Hans Puxbaum
Institut für Chemische Technologien und Analytik
Technische Universität Wien
Getreidemarkt 9/151
A-1060 Wien
hpuxbaum@mail.zserv.tuwien.ac.at

Dr. Michael Staudinger
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Freisaalweg 16
A-5020 Salzburg
+43(662)626301
michael.staudinger@zamg.ac.at

Internationale Kooperationen zum Schutz der Atmosphäre

Österreich, Deutschland und die Schweiz sind in einem globalen Netzwerk zur Erforschung und Beobachtung der Erdatmosphäre eingebunden. Beitragende Stationen sind: das Observatorium auf dem Sonnblick, die Zugspitze und der Hohenpeissenberg in Deutschland und das Jungfraujoch in der Schweiz. Sie sind im GAW-System (Global Atmosphere Watch) der World Meteorological Organization (WMO) eingebunden. Es geht um die langfristige Messung meteorologischer und luftchemischer Parameter an so genannten "Hintergrundstationen" - das heißt: fernab von menschlichen und industriellen Einflüssen.

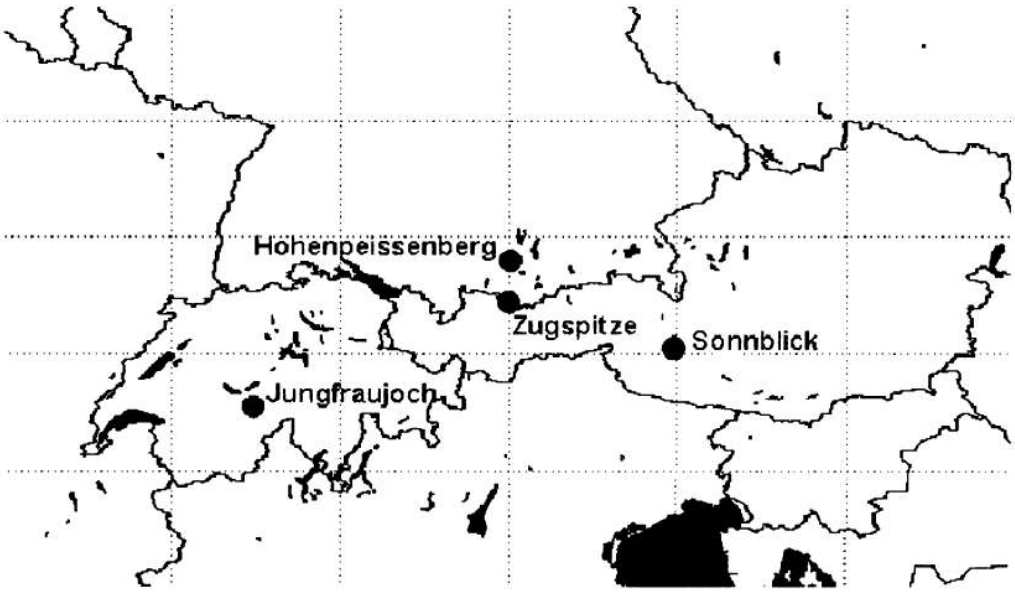
Die internationale Zusammenarbeit der drei Länder ist nach den Auto-Kurzkennzeichen der Beteiligten benannt: DACH (D, A, CH). Ein Hauptziel der DACH-Forschung ist die Erkennung von "Trends" wie Veränderungen der Ozonschicht und der daraus folgenden Änderung der UV-B-Strahlung auf der Erdoberfläche. Weiters sollen mittel- und langfristige Klimaveränderungen dokumentiert und aufgespürt sowie Luftschadstoffe festgestellt und analysiert werden. Die Ergebnisse ermöglichen den Betrieb von Frühwarnsystemen.

Breite Palette von Messungen bei Luft und Strahlung

Auf dem Sonnblick werden neben allen meteorologischen Messgrößen vom Umweltbundesamt in Wien die Konzentrationen von bodennahem Ozon, Kohlenstoffmonoxid und Kohlenstoffdioxid gemessen. Das Institut für Meteorologie und Physik der Universität für Bodenkultur misst den gesamten Ozongehalt der Erdatmosphäre (Gesamtozon bzw. Ozonsäule) und die UV-B-Strahlung. Das Institut für Chemische Technologien und Analytik der TU Wien untersucht mit dem Amt der Salzburger Landesregierung die Niederschlagschemie und betreut das im Herbst 2002 gestartete Projekt „Backgroundmessung Sonnblick". Das Bundeskanzleramt finanziert Forschungen mit Beryllium-7.

Luft hat kein Etikett - Forschung kann helfen

Besonderes Augenmerk legen Forscher auf die Herkunft bestimmter Luftmassen. Bodennahe Luftschichten weisen demnach einen deutlich höheren Anteil an Verschmutzungen auf, die von Mensch und Industrie verursacht sind - die also "anthropogen" sind. Bei der Analyse muss diese Luft von Luft in größeren Höhen streng unterschieden werden. Genauer untersucht wird, ob sich bodennahe Luft mit ihren Schadstoffen in jüngster Zeit stärker geografisch verlagert oder ob veränderte Messwerte dem allgemeinen Wetter zugeschrieben werden können? Außerdem sind die Konzentrationen der Bestandteile in der Luft an bestimmten Standorten ein wichtiges Thema. Verändern sich die Emissionen über Europa generell? Oder ändert sich die Atmosphäre großräumig und von sich aus? Fragen über Fragen.



Grafik: DWD

Ansprechpartner:
Dr. August Kaiser
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Hohe Warte 38
A-1190 Wien
+43(1)36026-2407
kaiser@zamg.ac.at

Dr. Ruth Baumann
Umweltbundesamt
Spittelauer Lände 5
A-1090 Wien
+43(1)31304-5852
baumann@ubavie.gv.at

Höhentaugliche Geräte checken mit Infrarot- und UV-Licht die Bergluft

Seit 1988 misst das Umweltbundesamt Österreichs auf dem Sonnblick verschiedene Schadstoffe der Luft. Erfasst werden Ozon, Kohlenstoffmonoxid sowie Kohlenstoffdioxid. Lachgas soll ab 2003 ebenfalls kontinuierlich gemessen und überwacht werden. Zur Erweiterung der Messungen um Stickstoffoxide werden Geräte auf ihre „Sonnblicktauglichkeit" geprüft.

Die Anlage saugt Außenluft über einen beheizten Stutzen an, der am nördlichen Teil des Daches der meteorologischen Station montiert ist. Die Beheizung muss wegen der Höhenlage und den vorherrschenden Wetterbedingungen ganzjährig erfolgen. Anschließend wird die Luft zu den Messgeräten über spezielle Teflonschläuche möglichst unverändert weitergeleitet.

Zentrale Ansaugung der Außenluft Foto: Staudinger

Ozon

Die Ozonmessung läuft mit einem - für die Höhenlage modifizierten - Thermo Electron-Gerät (TE 49C). Das Prinzip beruht auf Absorption von ultraviolettem Licht bei 254 nm durch Ozon: Die Abschwächung der Strahlung ist direkt proportional zur Konzentration von Ozon. Eine automatische Funktionskontrolle des Gerätes ist durch den eingebauten Ozon-Generator sichergestellt. Dabei werden alle 23 Stunden Messungen an einer sogenannten Nullluft (ozonfrei) und an Luft mit einer definierten Ozonkonzentration durchgeführt.

Kohlenstoffmonoxid (CO)

Diese Messung läuft ebenso über ein Gerät mit Temperatur- und Druckkompensation (Horiba APMA360). Das Messprinzip beruht auf der "nichtdispersiven Infrarotabsorption" von CO, wie es in der Fachsprache heißt. Über ein Magnetventil wird abwechselnd Meß- bzw. Referenzgas in die Meßküvette zwischen Infrarot (IR)-Quelle und Detektor geleitet. Abhängig von der CO Konzentration erfolgt eine Abschwächung des IR Strahles und folglich gelangt weniger IR Energie in den Detektor. Die unterschiedliche Energieaufnahme führt nun innerhalb des Detektors zur Auslenkung einer dünnen Metallmembrane. Diese Auslenkung wird registriert und in eine Konzentration umgerechnet.

Kohlenstoffdioxid (CO_2)

Kohlendioxid, das bedeutendste Treibhausgas, wird auf dem Sonnblick nach einem "Zwei-Kammer-Verfahren" gemessen. Prinzip: Eine Kammer ist gefüllt mit Probenluft, die andere mit einem Prüfgas, dessen Kohlenstoffdioxidkonzentration bekannt ist. Durch beide Kammern wird Infrarot-Licht (IR) gestrahlt und von einem Detektor am anderen Ende erfaßt. Abhängig von der CO2-Konzentration erfolgt eine Abschwächung der Lichtleistung, somit ist die detektierte Lichtstärke indirekt proportional zur Kohlenstoffdioxidkonzentration. Die Kalibrierung des Mess-Gerätes läuft über Prüfgase in der Mitte und am unteren bzw. oberen Ende des Mess-Bereiches, weil es keine kohlendioxid-freie Außenluft gibt Zusätzlich wird wöchentlich ein Check mit bekannter Referenzkonzentration gemacht..

Die Meßwerte zeichnet der Stationsrechner auf und überträgt sie via Telefonleitung in die UBA-Messnetz-Zentrale nach Wien.

Ansprechpartner:
Dr. Ruth Baumann
Umweltbundesamt
Abt. f. Lufthygiene
Spittelauer Lände 5
A-1090 Wien
+43(1)31304-5852
baumann@ubavie.gv.at

DI Gerhard Schauer
GAW Meßtechnik Sonnblick
Zentralanstalt f. Meteorologie und Geodynamik
Freisaalweg 16
A-5020 Salzburg
+43(662)626301-31
gerhard.schauer@zamg.ac.at

Backgroundmessungen Sonnblick

Ein erfolgreiches Projekt, das in den Jahren 1991 bis 1993 durchgeführt wurde, fand im Herbst 2002 seine Fortsetzung. Mit moderner Gerätschaft werden Spurengase und Aerosolkomponenten gesammelt und im Labor ausgewertet. Ziel ist einerseits das Monitoring der genannten Luftbestandteile als auch eine Erweiterung der theoretischen Kenntnisse über die chemischen Prozesse in der Atmosphäre.

Das internationale Forschungsprogramm „Global Atmosphere Watch" (GAW) dokumentiert seit 1992 chemische Vorgänge in der Erdatmosphäre weltweit. Im Rahmen des Projektes „Back-

Foto: Kasper-Giebl

groundmessungen Sonnblick", das Teil der GAW-Aktivitäten ist, werden atmosphärische Spurengase (Schwefledioxid, Salpetersäure und Ammoniak) und ionische Aerosolkomponenten (Nitrat, Sulfat, Oxalat und Ammonium sowie Chlorid, Natrium, Kalium, Calzium und Magnesium) erfaßt. Die Probenahme wird mit Filterpacks durchgeführt, um eine simultane Bestimmung teilchenförmiger und gasförmiger Luftinhaltsstoffe zu erhalten. Die Messungen stellen eine Weiterführung des Projektes „Saisonalität Anorganischer Aerosolkomponenten und Spurengase", das in den Jahren 1991 bis 1993 am Sonnblick Observatorium durchgeführt wurde, dar. Die Backgroundmessungen Sonnblick wurden im Herbst 2002 begonnen und werden für den Zeitraum von 18 Monaten durchgeführt. Es werden Tagesproben erfasst.

Kenntnis der Chemie der Atmosphäre entscheidet über die Qualität von Klimamodellen

Die Bestimmung der Hintergrundbelastung durch teilchenförmige und gasförmige Luftinhaltsstoffe stellt eine wesentliche Grundlage für die Erstellung und Überprüfung von Klimamodellen oder Depositionsmodellen dar. Während es über die Luftqualität in Städten, Siedlungsgebieten oder in der Umgebung von Industriegebieten noch verhältnismäßig viele Informationen gibt, liegen für höhere Luftschichten kaum Messdaten vor. Dies gilt ganz besonders für die „nicht-konventionellen" Luftschadstoffe, die in den Immissionsmeßnetzen schon aus praktischen Gründen noch kaum Berücksichtigung finden. Modelle berechnen die horizontale und vertikale Verteilung der Konzentrationswerte der Aerosole (Schwebstoffe) und Gase aufgrund von Emmissionsdaten und meteorologischen Größen. Diese Werte müssen zumindest punktweise mit Messdaten überprüft werden - der Sonnblick stellt so einen Messpunkt in 3 km Höhe dar. Während Flugmessungen nur Momantaufnahme bieten könnten, ist der Sonnblick das ganze Jahr über verfügbar.

Wie entsteht der „Saure Regen"?

In der Zusammenschau der Filtermessungen und der Bestimmung der nassen Deposition, die am Sonnblick seit 1987 erfolgt, ist es auch möglich Aussagen über die Entstehung des „sauren Regens" zu treffen. Auch diese Ergebnisse werden für Modellrechnungen benötigt. Die Konzentration, der in Schnee und Regen gelösten Stoffe kann aus der Konzentration der Spurengase und Aerosolkomponenten abgeleitet werden. Dabei ist es wichtig, dass die Messungen in Wolkenhöhe durchgeführt werden, das heißt dort wo sich der Niederschlag bildet. Der Sonnblick bildet dafür eine ideale Meßplattform in den Wolken.

„Gerber PVM-100" mißt den Flüssigwassergehalt in Wolken Foto: Schauer

Ansprechpartner:
DI Dr. Anne Kasper-Giebl
Institut für Chemische Technologien und Analytik
Technische Universität Wien
Getreidemarkt 9/164-AC
A-1060 Wien
+43(1)58801-15130
akasper@mail.zserv.tuwien.ac.at

Warum gibt es weit abseits von Städten besonders viel Ozon?

Lange glaubte man, Ozon und seine Vorläufer-Substanzen würden fast ausschließlich aus Abgasen des Straßenverkehrs stammen. Neueste Messungen auf dem Sonnblick zeigen deutlich, dass auch Pflanzen große Mengen an flüchtigen Substanzen emittieren, die zu extremer Ozonbildung führen können.

Auf dem Sonnblick läuft ein Forschungsprojekt, das die tages- und jahreszeitlichen Schwankungen bei der Entstehung von bodennahem Ozon untersucht. Es werden vielerlei Daten gesammelt, damit Grundlagenmodelle zum Verständnis dieser "troposphären Ozonchemie" erstellt werden können. Das Institut für Ionen-Physik der Universität Innsbruck arbeitet eng mit dem Max-Planck-Institut in Mainz (BRD) zusammen.

Doppelnatur des dreifachen Sauerstoffs: Was ist Ozon?

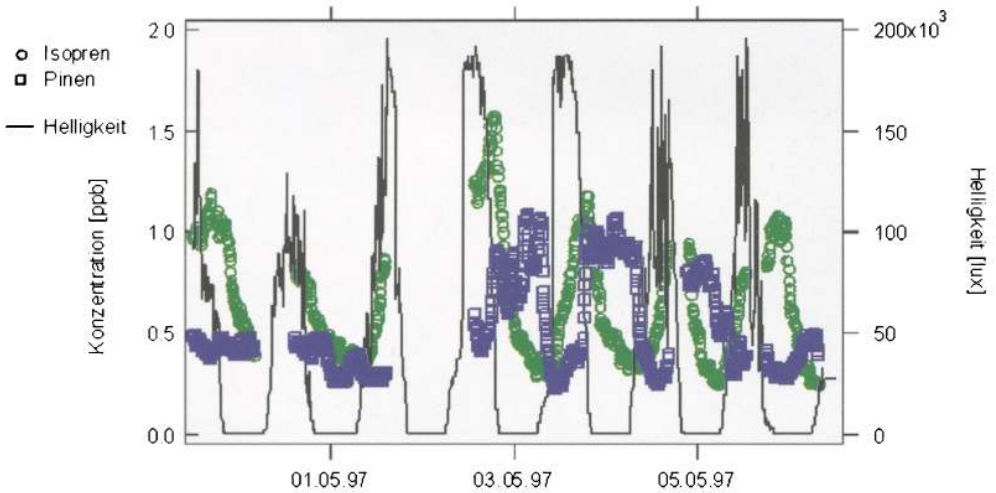
Ozon besteht aus Molekülen, von denen jedes aus drei Atomen Sauerstoff zusammengesetzt ist. Während Ozon in den obersten Schichten der Atmosphäre (viele Kilometer über Grund) einen wirksamen Schutz gegen gefährliche Strahlung aus dem Weltall bietet, kann es bei hoher Konzentration in Bodennähe als Umweltgift wirken sowie Atemwege von Mensch und Tier reizen. Das dritte Sauerstoffatom im Ozon-Molekül stammt von Kohlenmonoxid bzw. Stickoxiden, die bei Sonnenlicht mit dem normalen Sauerstoff der Luft (2 Atome) reagieren. Beim Ozon, das sich in Städten konzentriert, gibt es daneben noch zahlreiche unverbrannte Komponenten aus Abgasen, die ebenfalls Ozonbildung verstärken können: Benzol, Toluol, Aldehyde, Azeton, Isopren ...

Wohin der Wind weht ...

Mittlerweile wissen Experten, dass Stickoxide und Kohlenmonoxid von Ballungsgebieten und Verkehrswegen über sehr große Entfernungen verfrachtet werden. Wind und Sturm wehen Schadstoffe in einsamere Gegenden mit dichter Bewaldung - zum Beispiel von München oder dem Salzburger Zentralraum an den Alpenhauptkamm ins Rauriser Tal. Hier reagieren solche Stoffe mit Gasen, die von Pflanzen in die Atmosphäre emittiert werden, darunter auch Methan und andere. Fachleute sprechen dabei von "flüchtigen organischen Komponenten", die bei starker Sonneneinstrahlung viele Sauerstoff-Wasserstoff-Radikale bilden. Das sind dann ideale Voraussetzungen für die Bildung von besonders viel Ozon in Bodennähe.

Vielerlei Einflüsse

Die genauen Fachbegriffe klingen für Laien seltsam: Biogene Isoprene, Monoterpene und andere "volatile Komponenten", wie Chemiker schnell verdampfenden Luftbestandteile bezeichnen, weisen starke tages- und jahreszeitliche Schwankungen auf. Emissionen und Windverfrachtungen hängen von allgemeinen klimatischen Bedingungen, Temperaturen und Sonneneinstrahlung stark ab. Die natürlichen Gesetze ihres Zusammenwirkens sind Gegenstand der Untersuchungen auf dem Sonnblick.



Grafik: Hansel

Nobelpreisträger hilft bei Auswertung

Die Auswertung und Interpretation der gewonnenen Daten läuft gerade. Mit Ergebnissen ist im nächsten Forschungsbericht zu rechnen. Für die Interpretation wurde übrigens ein Nobelpreisträger für Chemie gewonnen: Prof. Dr. P. J. Crutzen vom Max-Plank-Institut in Mainz (BRD). Weitere Messungen im Sonnblickgebiet sind für 2003 geplant - unter der Leitung von Prof. Dr. Armin Hansel.

Ansprechpartner:
Dr. Armin Hansel, Dr. Alfons Jordan
Institut für Ionenphysik
Technikerstr. 25
A-6020 Innsbruck
+43(512)507-6245/, +43(512)507-6257
armin.hansel@uibk.ac.at, alfons.jordan@uibk.ac.at

Den Killern der schützenden Ozonschicht auf der Spur

"Freie Radikale" sind aggressive Substanzen in der Erdatmosphäre, die chemisch nicht sehr stabil sind und auf schnelle Reaktionen mit anderen Stoffen angelegt sind. Radikale vernichten auch jenes Ozon, das in hohen Luftschichten die Erde vor schädlicher Strahlung schützt. Sie sind schwierig zu messen. Deshalb tastet sich die Wissenschaft über das äußerst seltene Kohlenstoff-Isotop ^{14}C der Luft heran, dessen Monoxid mit freien Radikalen reagiert.

Fotochemische oder thermische Energie spalten verschiedene Verbindungen zu Radikalen auf. Sie entstehen auch bei jeder Art von Verbrennung. Diese Reste von früher stabilen Molekülen sind laut neuesten Erkenntnissen auch an der Vernichtung des Ozons beteiligt, das in der Stratosphäre die Erdoberfläche vor schädlicher Strahlung aus dem Weltraum schützt. Radikale kommen auch im menschlichen Körper vor, können Krebs, Erbschäden und genetische Defekte hervorrufen. So genannte "Anti-Oxidantien" gelten als Radikalfänger, mit denen solche Stoffe entschärft werden können.

Foto: Mandl

OH ist eines der aggressivsten Radikale

Als eines der aggressivsten Radikale gilt die Verbindung von einem Atom Sauerstoff mit einem Atom Wasserstoff (OH). Es gilt nicht nur als schädlich. Für Experten ist es auch ein "Waschmittel der Erdatmosphäre", weil sich OH bevorzugt auf andere Substanzen stürzt, mit ihnen reagiert und sie bindet. OH reagiert daneben besonders gern mit Kohlenmonoxid (CO) und dem Treibhausgas Methan. Außerdem führt OH zahlreiche unlösliche Spurenstoffe in wasserlösliche Verbindungen über, die dann mit dem Regen ausgewaschen werden können.

Aufspaltung von Ozon in höchsten Luftschichten

OH entsteht durch Einstrahlung von kurzwelligem Sonnenlicht auf Ozon (O_3). Die drei Atome Sauerstoffe im Ozon-Molekül spalten sich in reinen Sauerstoff (O_2) und ein "angeregtes" Sauerstoffatom auf, das sich aus dem Wasserdampf der Luft ein Atom Wasserstoff holt, um zum Radikal OH zu werden.

OH hat zu kurze Lebensdauer

Ein Problem für die Wissenschaft ist die extrem kurze Lebensdauer des Radikals OH. Dadurch lässt sich seine Verbreitung kaum messen. Das Radikal besteht normalerweise nur etwa eine Sekunde, ehe es mit anderen Stoffen reagiert. Das Sammeln entsprechender Luft mit anschließender Messung im Labor ist fast ausgeschlossen. Deshalb weicht die Wissenschaft auf das relativ langlebige Kohlenmonoxid-Isotop ^{14}CO aus, um indirekt auf Konzentrationen von OH zu kommen.

Doppelte Oxidation: Alles beginnt mit reinem Kohlenstoff (^{14}C)

^{14}CO besteht als Kohlenmonoxid-Isotop im Durchschnitt einige Monate, ehe es durch OH nahezu vollständig abgebaut wird. Doch der Reihe nach: Alles beginnt mit reinem Kohlenstoff. Das Kohlenstoff-Isotop ^{14}C findet sich in der Erdatmosphäre äußerst selten. Es kann in Aerosolen und den Spurengasen CO_2, CO, CH_4 und anderen Kohlenwasserstoffen enthalten sein. ^{14}C entsteht in zehn bis 15 Kilometern Höhe über Grund durch Sekundärteilchen der kosmischen Höhenstrahlung aus dem Weltraum. Es dauert nicht lange, ehe ^{14}C in diesen Höhen eine Verbindung mit Sauerstoff eingeht (oxidiert). Es bildet sich das oben schon erwähnte Kohlenmonoxid-Isotop ^{14}CO. Mehr als 90 Prozent davon werden in den folgenden Tagen und Wochen durch freie Radikale (OH) zum Kohlendioxid-Isotopen ($^{14}CO_2$) abgebaut bzw. oxidiert - alles in allem eine doppelte Oxidation von ^{14}C-Kohlenstoff, deren zweite Phase mit OH viel länger dauert und deshalb auch ausgenützt wird.

Methodik auf dem Sonnblick

Forscher des Vienna Environmental Research Accelerators (VERA) und des MPI Mainz (Atmosphärenchemie) haben spezielle Verfahren entwickelt, um über diese Vorgänge auf Kon-

Institut für Radiumforschung und Kernphysik der Universität Wien festgestellt - mit einem so genannten Beschleuniger-Massen-Spektrometer, das den Nachweis einiger weniger ^{14}C-Atome in einer Billiarde Kohlenstoffatome möglich macht.

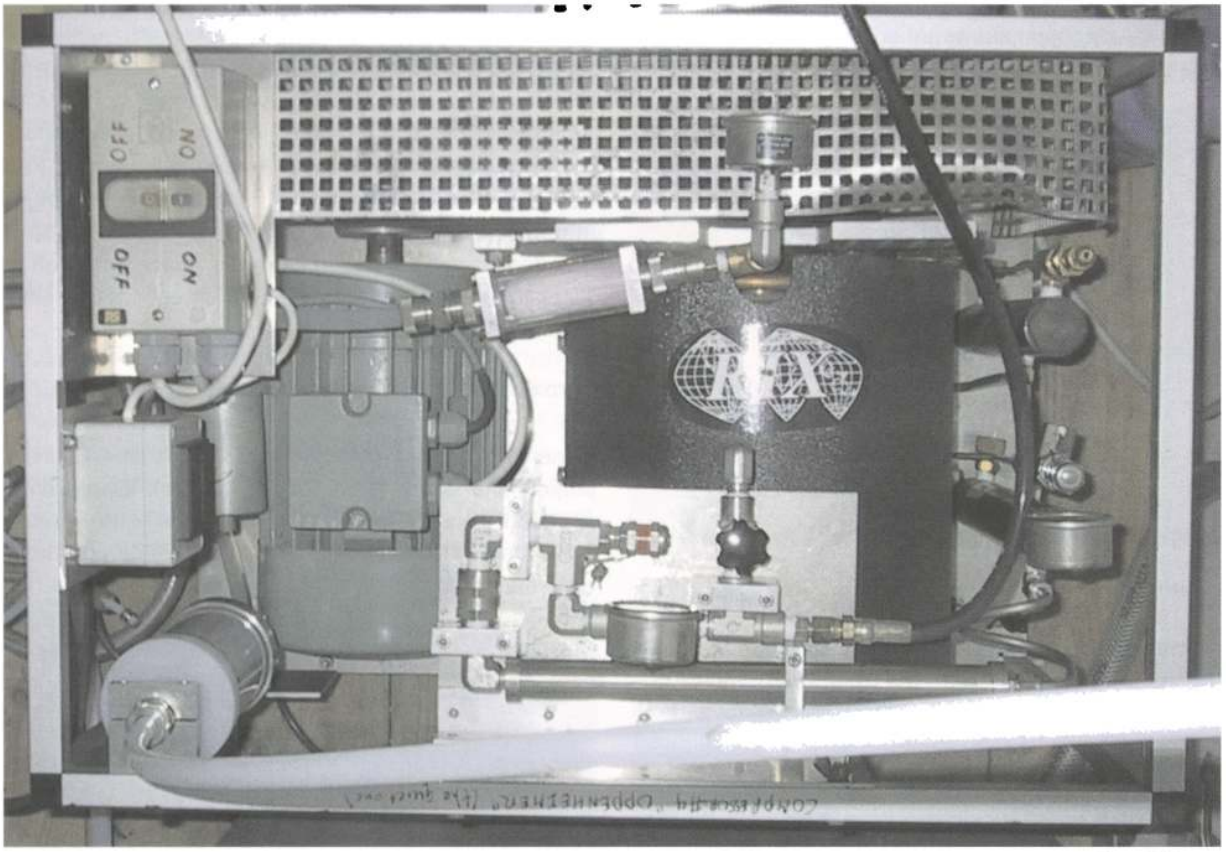


Foto: Schauer

zentrationen des aggressiven Radikals OH zu schließen. Dazu werden alle zwei Wochen etwa 600 Liter Außenluft auf dem Rauriser Sonnblick mit einem dreistufigen Kompressor verdichtet und in Stahlflaschen abgefüllt - ähnlich wie bei Geräten, die im Tauchsport verwendet werden. Das Max-Planck-Institut Mainz (MPI) zerlegt diese Luft in ihre Bestandteile. Kohlenmonoxid (CO) ist in Gebirgsluft nur in äußerst geringen Spuren vorhanden und wird exakt abgetrennt.

Dem extrem seltenen ^{14}C auf der Spur

Mit einem komplizierten Verfahren folgt die genaue Analyse der Kohlenstoff- und Sauerstoff-Isotope. Der Anteil von ^{14}C wird am

Nur fünf Stationen in Europa

Das Sonnblick-Observatorium ist eine von fünf Messstationen in Europa: Deutschland, Niederlande, Spitzbergen und Spanien sind Partner der Österreicher. Das Projekt läuft im Rahmen der von der Europäischen Union geförderten Forschung "CO-OH Europe". Die Datenreihen werden auf dem Sonnblick schon seit September 1996 erstellt und bieten die meisten wissenschaftlichen Details über Bildung freier Radikale auf der Nordhalbkugel.

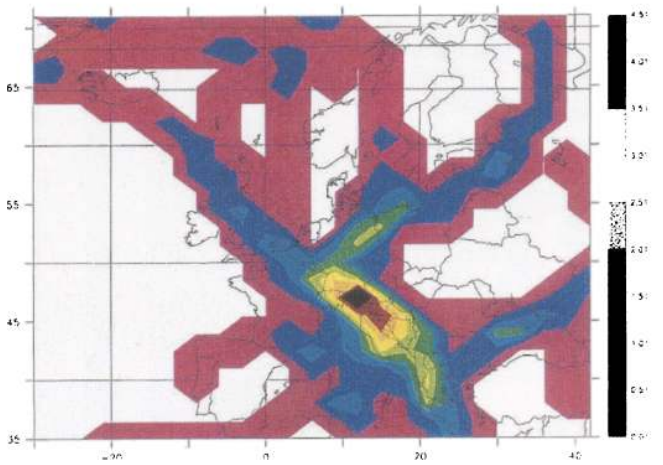
Ansprechpartner:
Mag. Werner Rom, Univ.Prof. Dr. Walter Kutschera
Vienna Enviromental Research Accelerator
Währingerstr.17
A-1090 Wien
+43(1)4277-51-712
rom@pap.univie.ac.at

Dr. C.A.M. Brenninkmeijer
MPI Mainz Atmosphärenchemie
University Campus, J. Becher Weg 29
D-55128 Mainz, Deutschland
+49(6131)305-453
carlb@mpch-mainz.mpg.de

Westeuropa trug kaum zum Sauren Regen bei

In Luftmassen aus Westeuropa fanden sich bei dieser Studie kaum erhöhte Werte von Schwefeldioxid. Weil in den Hohen Tauern die Nordwest-Wetterlage vorherrscht, ist diese Belastung geringer als in Gegenden, die klimatisch stärker von Osteuropa beeinflusst sind. Die Messungen wurden vom Institut für Analytische Chemie der Technischen Universität Wien, dem Labor für Umweltanalytik und dem Institut für Meteorologie und Physik der Universität für Bodenkultur durchgeführt.

Laut Experten sei "Saurer Regen" im Alpenraum heute keine akute Gefahr mehr. Aufgeschreckt durch Bilder ruinierter Wälder Tschechiens und Polens begannen Forscher auf dem Sonnblick



Statistik über Herkunft angereicherter Luftmassen Grafik: Tscherwenka

mit entsprechenden Analysen der Luft. In Osteuropa waren im Untersuchungszeitraum (Juni 1995 bis April 1996) viele Kraftwerke in Betrieb, die minderwertige und sehr schwefelhaltige Brennstoffe verheizten. Die Studie brachte große jahreszeitliche Unterschiede.

Einerseits Mittelwerte von 0,11 bis 0,17 Mikrogramm/Kubikmeter: Im Sommer und im Herbst wurden nur diese geringen Konzentrationen Schwefeldioxid auf dem Sonnblick gemessen. SO_2 verwandelt sich bei Regen in schwefelige Säure, geht als "Saurer Regen" nieder und kann die Bodenvegetation massiv schädigen.

Schlimmste Zeit im Frühling

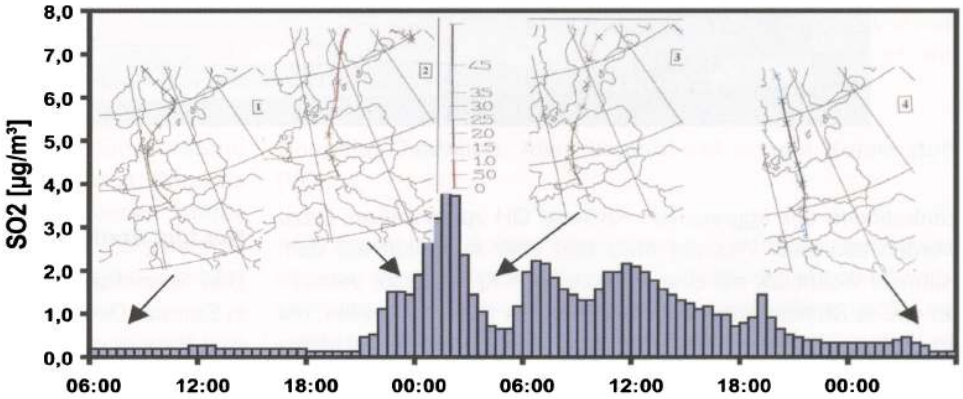
Andererseits war die Konzentration im Frühjahr mit 0,70 Mikrogramm/Kubikmeter bis fast zum Siebenfachen der Sommerwerte erhöht. Damit schlugen sich, mit Zeitverzögerung, auf dem Sonnblick die im Winter stark erhöhten SO_2-Emissionen Osteuropas zu Buche.

Wind aus Ost

Daneben beobachteten die Forscher so genannten "SO_2-Episoden". Das heißt: In Zeiten mit normalerweise niedrigen Werten traten jeweils erhöhte Konzentrationen auf, die von mehreren Stunden bis zu zwei Tagen dauerten. Diese Episoden hatten mit Wind zu tun, der von West bzw. Nordwest auf Ost, Nordost oder Südost drehte.

Peroxide entschärfen das Problem

Generell gilt: Schwefeldioxid wird von Wolkenmassen mittransportiert und ist als Gemisch mit Luft und Wasserdampf in der mittleren Troposphäre eingelagert, also in Mitteleuropa zwischen 5.000 und 8.000 Metern über Grund. Wehte nun der Wind das Schwefeldioxid bei Westwetterlage an, dann reichten die in der Atmosphäre auf natürliche Art vorhandenen Peroxide (zum Beispiel das "Bleichmittel" Wasserstoffsuperoxid H_2O_2) aus, um mit dem Schadstoff zu reagieren und ihn zu neutralisieren.



Die „Spur" der Luftpakete gibt Auskunft über die Herkunft von Schadstoffen Grafik: Tscherwenka

Viel seltener trat Wolkentransport aus Osteuropa auf. Dann jedoch erhöhten sich die Schwefeldioxidmengen in der Luft ganz beträchtlich. Dabei reichten die in der Luft vorhandenen Peroxide jedoch nicht mehr zur Umsetzung der Schadstoffe aus.

Ansprechpartner:
DI Dr. Werner Tscherwenka
Laboratorium für Umweltanalytik
Cottagegasse 5
A-1180 Wien
+43(1)4705504-14
lua.ellinger@aon.at

Dr. Petra Seibert
Universität für Bodenkultur
Inst. f. Meteorologie und Physik
Türkenschanzstr. 18
A-1180 Wien
+43(1)4705820-20
seibert@mail.boku.ac.at

Wie wirken Aerosole auf das Klima seit 1850?

Schwebstoffe in der Luft haben Einfluss auf die Strahlungsbilanz der Erde - je nach Zusammensetzung und Auftreten der Schwebstoffe kann der bekannte Treibhauseffekt deutlich verringert oder aber auch verstärkt werden. Mit dem Projekt CARBOSOL der Europäischen Union analysieren Fachleute die Zusammensetzung und die Auswirkungen von Schwebstoffe in der Luft.

Aerosole in der Atmosphäre bestehen aus organischen und anorganischen Stoffen. Besonders über den organischen Aerosolanteil, der gewichtsmäßig etwa die Hälfte des Aerosols ausmacht, ist derzeit wenig bekannt. Daher gilt den organischen Verbindungen derzeit das besondere Interesse der Wissenschafter. CARBOSOL wird auf dem Sonnblick vom Institut für Chemische Techologien und Analytik der Technischen Universität Wien betreut und gilt als sehr aktuelles Programm der EU.

Start im Herbst 2002

Mit CARBOSOL fördert die Europäische Union die Erforschung der Klima-Geschichte und des Ist-Zustandes zwischen Azoren (Spanien) und Ungarischer Tiefebene. Dazu wurden fünf spezielle Messstellen eingerichtet - eine davon befindet sich seit Herbst 2002 auf dem Hohen Sonnblick in 3105 Metern Seehöhe. Wöchentlich werden auf der so genannten „Hintergrund-Messstelle" Aerosolproben aus der Höhenluft gezogen.

Grafik: Kasper-Giebl

Historisches ist nur über Gletscher zu analysieren

Gewünschte Rückschlüsse auf die historische Situation seit 1850 sind nur über altes Gletschereis möglich. Dazu werden Bohrungen auf kalten Gletschern durchgeführt. Diese Eiskerne liefern in Labor-Untersuchungen Information über Schwebstoffe früherer Jahrhunderte. Auf Basis dieser historischen und aktuellen Messdaten errechnen Experten Emissions-Inventuren und Klimamodelle, die mögliche Veränderungen der Aerosolkonzentration sichtbar machen.

Foto: Kasper-Giebl

Ruß und Bioaerosole

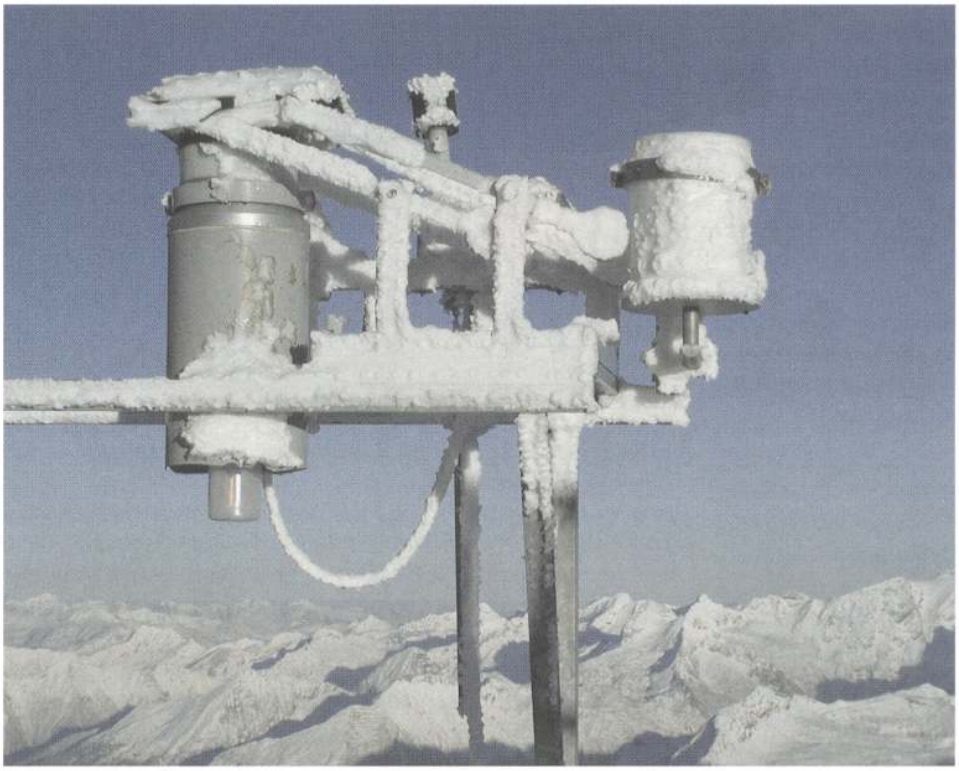
Die Enstehung von Schwebstoffen und deren Transport kann sehr unterschiedlich sein. So gab es in den letzten Jahren - besonders im Frühjahr - immer wieder extrem warme Tage und Wochen, bei denen Schwebstoffe aus Nordafrika in die schneebedeckten Alpen geweht wurden. Im Unterschied zur menschlich verursachten Luftverschmutzung, die sich besonders deutlich durch erhöhte Rußkonzentrationswerte niederschlägt, ist Flugsand eines von vielen Aerosolen, die in der Erdatmosphäre ganz „natürlich" vorhanden sind: wie auch Vulkan-Aschen, Bakterien und Pollen. Winzige Celluloseteilchen und Anhydrozucker sind weitere Boten für Bioaerosole, da sie entweder direkt, zum Beispiel durch Pflanzenabrieb, in die Atmosphäre eingebracht werden, oder bei der Verbrennung von Biomasse entstehen. Die Frage der relativen Bedeutung dieser natürlichen und menschgemachten Schwebstoffe auf das Klima ist ein weiteres Forschungsziel von CARBOSOL.

Ansprechpartner:
DI Dr. Anne Kasper-Giebl, Prof. Hans Puxbaum
Institut für Chemische Technologien und Analytik
Technische Universität Wien
Getreidemarkt 9/164-AC
A-1060 Wien
+43(1)58801-15130, +43(1)58801-15177
akasper@mail.zserv.tuwien.ac.at, hpuxbaum@mail.zserv.tuwien.ac.at

Somewhere over the rainbow ...

Auf dem Sonnblick läuft dieses Projekt zum Umweltschutz schon seit 1984: Schwefeldioxid (SO_2) erzeugt "Sauren Regen", bedroht Wälder und entsteht aus Verbrennung minderwertiger fossiler Energieträger. Kohle, Heizöle, Dieselöle, Kraftwerksfilter und Katalysatoren scheinen in den letzten zehn Jahren qualitativ stark verbessert worden zu sein. Mittlerweile stellen Forscher stark reduzierte Werte von SO_2 fest. Wer die "Niederschlagschemie" misst - bestimmte Inhaltsstoffe von Regen und Schnee - kommt Saurem Regen direkt auf die Spur.

Niederschlag besteht nicht nur aus Regen-, Eis- oder Schneewasser. Zahlreiche Feststoffe, Gase und andere chemische Verbindungen gehen ebenso auf die Erdoberfläche nieder - nass oder in trockenem Zustand, mit und ohne direkten Einfluss durch den Menschen. Feuchte und trockene Niederschläge werden auf dem Sonnblick nach chemischen und physikalischen Kriterien untersucht.



„WADOS" Meßgerät Foto: Staudinger

Leitfähigkeit und ph-Wert wird gemessen

Forscher des Institutes für Chemische Technologien und Analytik der Technischen Universität Wien trennen die Substanzen für Analysen fein säuberlich. Leitfähigkeit und ph-Werte (Säure-Gehalt) stehen mit im Mittelpunkt des Interesses.

Womit wird der Niederschlag gesammelt?

Zum Auffangen der Substanzen verwenden die Forscher zwei gleichartige zylindrische Gefäße, die über einen Regensensor gesteuert werden. Der Behälter für nassen Niederschlag ist beheizt, um falsche Werte bei festen Bestandteilen in Regen oder Schnee auszuschließen, wie es im Manual des Projektes heißt.

Ionen als Warnsignale

Jeden Tag um 7.00 Uhr früh werden die Proben gewechselt. Die Analyse erfolgt zeitversetzt an der Technischen Universität Wien. Mittels Ionen-Chromatografie werden die Ionen (Anionen und Kationen) im Niederschlag registriert, die Schwermetalle mit einem Atom-Absorbtionsspektrometer (AAS). Diese Daten publiziert das Amt der Salzburger Landesregierung seit 1984 in jährlichem Rhythmus.

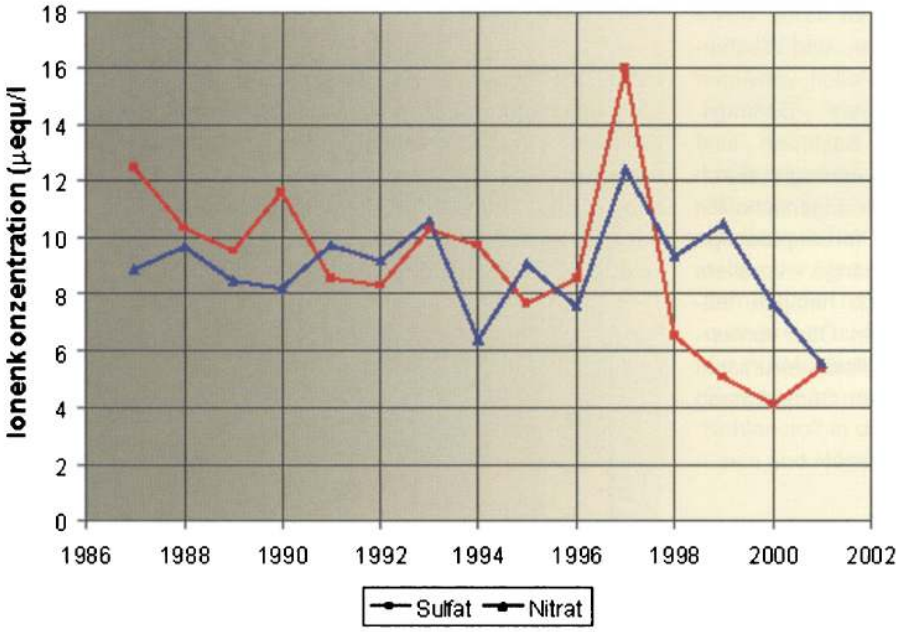
Ansprechpartner:
Dr. Andreas Falkensteiner
Amt der Salzburger Landesregierung
Abt. 16/02 Immissionsschutz
Ulrich Schreier Str. 18
A-5020 Salzburg
+43(662)8042-4576
andreas.falkensteiner@land-sbg.gv.at

DI Dr. Michael F. Kalinka
Institut für Chemische Technologien und Analytik
Technische Universität Wien
Getreidemarkt 9
A-1060 Wien
+43(1)58801-151-77
mkalina@mail.zserv.tuwien.ac.at

Saurer Regen wird weniger, Stickoxide bleiben gleich

Die winterliche Schneedecke dient bei diesem Forschungsprojekt seit 20 Jahren als eine Art Journal für Umweltbelastungen. Auf dem Sonnblick und dem benachbarten Schareck untersuchen Experten die Schneeschichten nach bestimmten Ionen und zeichnen jährliche Veränderungen auf. Es geht um das Aufspüren von Sulfaten, Nitraten, ihre Leitfähigkeit und die ph-Werte. Letzere zeigen den Säuregehalt im Schnee an.

Alle diese Messgrößen lassen auf den Gehalt von Schwefeldioxid (SO_2) und Stickoxiden (NO_x) in Luft und winterlichem Niederschlag schließen. Die Messungen finden alljährlich im Mai statt, wenn die Schneedecke ihre maximale Höhe erreicht. Diese konserviert bis ins Frühjahr die Belastungen des Winters, der als Erfassungszeitraum besonders wichtig ist. Bei Kälte werden die meisten fossilen Brennstoffe verfeuert. Vor noch nicht allzu langer Zeit dominierten Schlagworte wie „Sauerer Regen" und „Waldsterben" die öffentliche Diskussion. Umweltschützer und Medien warnten vor grauenvoller Zukunft ohne Bergwälder. Mit saurem Regen war der erhöhte Gehalt von schwefeliger Säure in Regenwasser und Schnee gemeint, eine direkte Folge von zu viel Schwefelgasen in der Erdatmosphäre.



Grafik: Schöner

Was wurde aus dem Waldsterben?

Kaum jemand redet heute noch darüber. Ein Grund mag sein, dass immer weniger Schwefeldioxid die Luft belastet. 1983 wurde dieses Projekt der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik sowie des Institutes für Chemische Technologien und Analytik an der Technischen Universität Wien gestartet. Damals wurde Mitteleuropa von gewaltigen Mengen sauren Regens fast flächendeckend heimgesucht. Seine Ursache lag in veralteten kalorischen Kraftwerken, in denen schwefelreiche und minderwertige Kohle verfeuert wurde und die zum Großteil in Osteuropa lagen.

Bessere Brennstoffe setzen sich durch

Ein weiterer Faktor waren erhöhte Schwefelmengen in Heiz- und Dieselöl, die auch in Westeuropa weit verbreitet waren. Mittlerweile scheinen sich technische Standards und Umweltfreundlichkeit stark verbessert zu haben. Seit Mitte der 1980er Jahre verzeichnen Forscher auf Sonnblick und Schareck sinkende Mengen von Sulfat in der Schneedecke. Das lässt direkt den Schluss zu: In Atemluft, Regen und Schnee befindet sich immer weniger Schwefeldioxid.

Stickoxide bleiben gleich

Es geht bei diesen Messreihen auch um zeitliche Einordnung von erhöhten oder erniedrigten Werten innerhalb eines Jahres. Die Forscher versuchen, ihre Ergebnisse in den zeithistorischen Rahmen jeweils aktueller technischer Standards bei der Energieverwertung zu stellen. Sie fragen auch, woher verschiedene Schadstoffe stammen, die mit Wind, Regen und Scheefall in die Hochregion der Tauern kommen? Bei den Nitraten - direkten Abkömmlingen der Stickoxide - sind seit Jahren kaum Veränderungen festzustellen. Das stimmt laut Experten mit den allgemeinen Daten über Emissionen überein, wonach über den Schnitt vieler Jahre gleich viele Stickoxide in die Atmosphäre geblasen werden - aus der Sicht des Umweltschutzes laut Experten ein negatives Faktum.

Ansprechpartner:
Dr. Wolfgang Schöner
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Abteilung Klimatologie
Hohe Warte 38
A-1190 Wien
+43(1)36026-2290
wolfgang.schoener@zamg.ac.at

DI Dr. Anne Kasper-Giebl
Institut für Chemische Technologien und Analytik
Technische Universität Wien
Getreidemarkt 9
A-1060 Wien
+43(1)58801-15130
akasper@mail.zserv.tuwien.ac.at

Laserstrahl misst Aerosole

Wüstensand, Pollen, Bakterien und Asche ...
Mit einem Laser-Verfahren wird im Sonnblickgebiet die Verteilung von Aerosolen in der Luft gemessen. Wie sieht die Tagesverteilung dieser fein zerstäubten Luftinhaltsstoffe mit ihren kleinen, flüssigen und festen Teilchen aus?

Foto: Staudinger

Luft ist von Natur aus immer "verunreinigt" - mit Aerosolen. In einem Kubikzentimeter Luft schweben selbst über offenen Ozeanen bis zu 1.000 kleine Partikel: Vulkan- und Wüstenstaub, Salze, Pollen, von Algen ausgeschiedenes Dimethylsulfit sowie Bakterien sind Aerosole. Sie erzeugen durch ihre optischen Eigenschaften besonders farbenprächtige Sonnenuntergänge - vorallem in Zeiten nach heftigen Vulkanausbrüchen. Öfter vorherrschend sind Effekte verursacht durch Sand aus der Nordsahara, der bei starker Südströmung bis in die Hohen Tauern gelangen kann.

Was ist LIDAR?

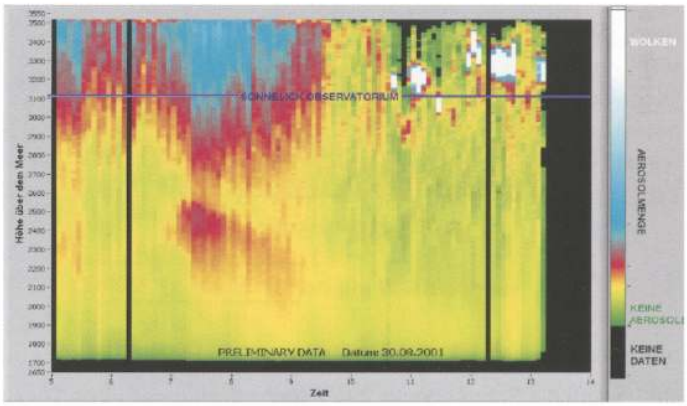
Nun interessiert Wissenschafter, ob die Verteilung von Aerosolen an tageszeitliche Abläufe gebunden ist. Immerhin steigen bei Erwärmung im Laufe des Tages gigantische Luftmassen vom Tal auf. Um den Aerosolen dabei auf die Spur zu kommen, setzt das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung im Sonnblickgebiet einen sogenanntes LIDAR-Verfahren ein: "**L**ight **D**etection **a**nd **R**anging". LASER ist die Abkürzung für konzentriertes rotes Licht, das über weite Strecken mit wenig Verlusten "geschossen" werden kann: **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation.

Trägermedium zum Messen aufmoduliert

LIDAR arbeitet mit einem Laserstrahl. Dieser "rast" nun konstant mit ca. 300.000 km pro Sekunde von Kolm Saigurn Richtung Sonnblickgipfel bzw. in einer zweiten Messstrecke zum Niedersachsenhaus weiter östlich. Auf dieses künstliche Licht ist ein sehr schnelles Speichermedium (Transient) elektromagnetisch aufmoduliert. Während der Strecke Richtung Sonnblickgipfel durchquert oder "durchschneidet" der Laser optisch die Luftschichten des Hochgebirges und wird durch die Inhaltsstoffe (Aerosole) minimal verändert bzw. gebrochen, abgeschwächt, abgelenkt und reflektiert. Das reflektierte Licht ist meßbar und läßt Rückschlüsse auf die Anwesenheit und tageszeitlich abhänginge Verteilung von Aerosolen in verschiedenen Höhenstufen zu.

Technische Daten

Der LIDAR-Laser von Kolm Saigurn hat eine Wellenlänge von 532 Nanometern (1nm = ein Milliardstel eines Meters oder das Millionstel eines Millimeters). Leistung: 60 Milliwatt. Die Wissenschaftler messen damit im Sonnblickgebiet auf Messstrecken von bis zu 3.700 Metern. Entfernungsauflösung: 7,5 Meter. Auf der Messachse von Kolm zum Sonnblickgipfel: Die Abbildung zeigt die Entwicklung des Aerosolgehalts von 5.00 Uhr bis 13.00



Grafik: Neuber

Uhr am 30. August 2001. Der Aerosolgehalt nimmt entsprechend der Farbskala von grün (keine Aerosole) bis weiß (Wolken) zu.

Noch in Erprobung

Alle Instrumente sowie die Auswertungsverfahren sind noch in Entwicklung. Daher ist eine genaue Interpretation dieser Daten noch nicht möglich. Das Bild zeige nach Angaben der Experten jedoch die gute räumliche und zeitliche Auflösung, mit der die Verändungen im Aerosolgehalt der Luft erfasst werden können.

Ansprechpartner:
Dr. Roland Neuber, David Kaiser, Günther Wehrle
Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
Telegrafenberg A43
D-14473 Potsdam
+49(331)288-2129
neuber@awi-potsdam.de

Wie wird das "Mascherl" von Kohlendioxid (CO_2) sichtbar?

Immer mehr Industrie-Abgase oder "natürliche" Ursachen? Die Herkunft des Treibhausgases kann über den enthaltenen Kohlenstoff ermittelt werden. Dazu nehmen Fachleute das CO_2 unter die Lupe - mit der aus Archäologie und Altertumsforschung bekannten Radiocarbon-Methode (^{14}C). Springender Punkt: Erdgas, Kohle und Erdöl enthalten keine schweren Kohlenstoff-Isotope ^{14}C und ^{12}C - und ihre Abgase auch nicht. Das identifiziert die Entstehung von Kohlendioxid.

Meßaufbau Foto: Levin

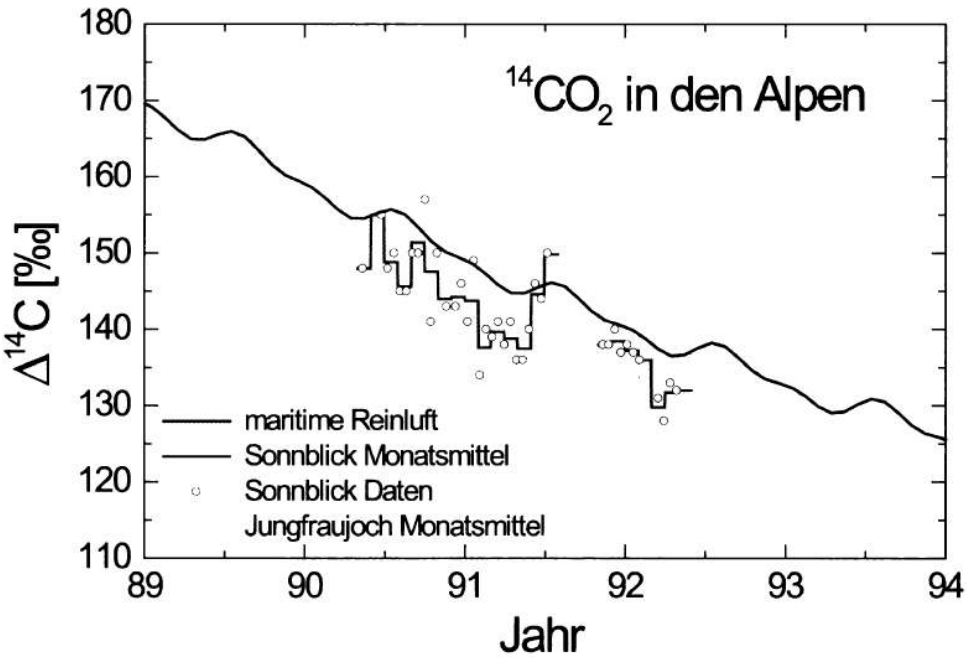
Seit Jahren sinkt der Anteil von ^{14}C und ^{12}C in der Erdatmosphäre. Das klingt gut, ist es aber nicht. Solche Ergebnisse zeigen zahlreiche Messungen zwischen Izana (Insel Teneriffa), dem Jungfraujoch in der Schweiz und dem Sonnblickgipfel im Land Salzburg. Das hat - laut Experten - mit stetigem Anstieg von CO_2 zu tun, das aus Verbrennung bei modernen industriellen Prozessen stamme und kein ^{14}C enthält.

^{14}C entsteht durch Reaktion organischer Substanzen bei kosmischer Strahlung

Weitere Ursache: Immer mehr schwere Kohlenstoff-Isotope in der Luft verschwinden und zerfallen, die bei Atombomben-Versuchen der 1950er und 60er in die Atmosphäre kamen. ^{14}C entsteht durch Reaktionen kosmischer Strahlung aus dem Weltraum bzw. radioaktiver Strahlung in der Natur mit organischen Substanzen In der Archäologie und Altertumsforschung wird dieser Effekt zur Altersbestimmung von Bauhölzern, organischen Überresten, Knochen und Schädeln genützt.

Wenig ^{14}C bedeutet viel künstliches Abgas

Im Vergleich zu Küstengegenden wird in den Alpen weit weniger ^{14}C oder ^{12}C gemessen. Hier ist also die Belastung mit Industrie-Abgasen höher als in windgepeitschten Meeresregionen. Zwischen der Messstation auf dem Jungfraujoch in der Schweiz und dem 400 km östlich gelegenen Sonnblick bestehen jedoch kaum quantitative und qualitative Unterschiede. Laut UIP seien deshalb die ^{14}C-Messungen auf dem Sonnblick wieder eingestellt worden. Eine bahnbrechende Studie zu globalen Zusammenhängen mit Kohlenstoff in der Luft stammt übrigens aus dem Jahr 2000 von Levin und Hessheimer (USA).



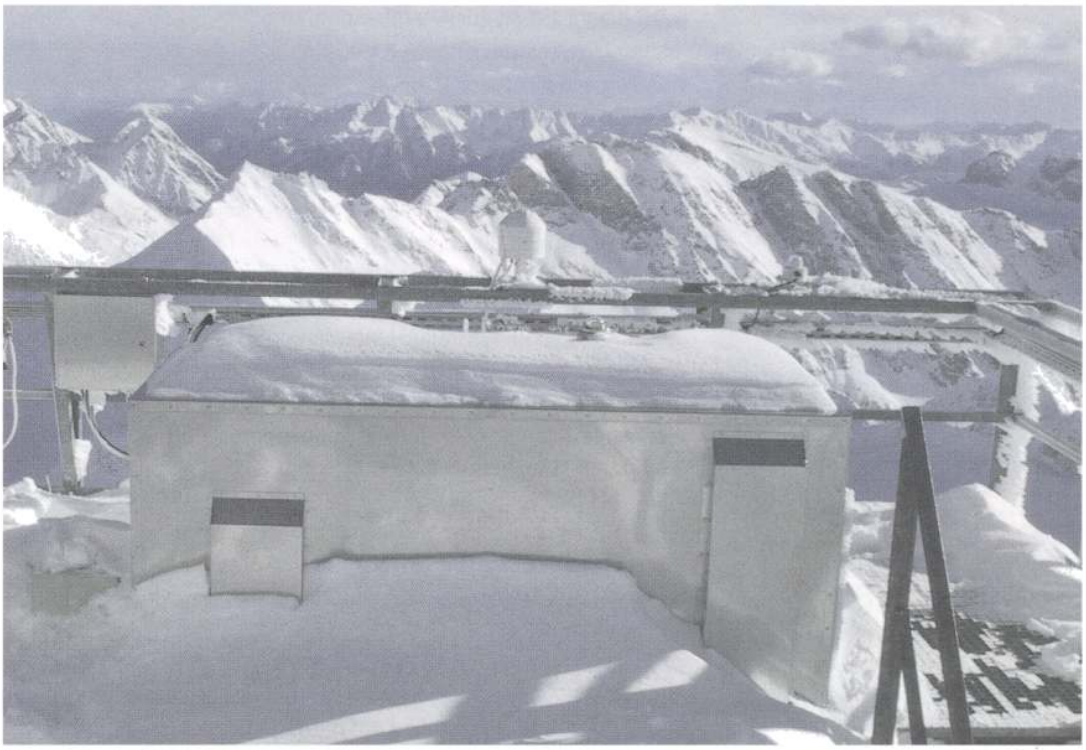
Gegenüberstellung Anteile ^{14}C in Maritimer Reinluft, Sonnblick und Jungfraujoch Grafik: Levin

Ansprechpartner:
Ingeborg Levin, Bernd Kromer
Institut für Umweltphysik (IUP) der Universität Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 229
D-69120 Heidelberg
+49(6221)546-330
ingeborg.levin@iup.uni-heidelberg.de

Erhöhte UV-Strahlung - Gefahr für Mensch und Umwelt?

Gibt es Langzeitveränderungen der UV-Strahlung? Um solche Fragen zu beantworten, müssen Wissenschaftler UV-Messungen mit langzeitstabilen Messgeräten durchführen. Aus diesem Grund werden seit 1996 am Hohen Sonnblick UV-Messungen mit Bentham- Spektralradiometer im Auftrag des BMLFUW durchgeführt. Hohe Datenqualität ist wegen der Empfindlichkeit und Komplexität des Spektralradiometers nur von Betreuern mit ausreichender Erfahrung erzielbar.

Die biologischen und ökologischen Wirkungen von UV-Strahlung zeigen starke Wellenlängenabhängigkeit. Sowohl für die Biosphäre als auch für luftchemische Vorgänge ist die Strahlung unterhalb 300 nm hoch wirksam und musst präzise erfasst werden, wie die Experten des Institutes für Meteorologie der Universität für Bodenkultur in Wien sagen. Deswegen sind die Untersuchungen biologischer Auswirkungen nur mit spektral hochauflösenden Geräten möglich. Mit den erfaßten Messzeitreihen können unter Anwendung verschiedener Wirkungsspektren die verschiedenen biologischen und ökologischen Wirkungen quantitativ bestimmt werden. Aktueller Hintergrund ist die in manchen Erdteilen beobachtete schleichende Zerstörung jener Ozonschicht, die in höchsten Bereichen der Erdatmosphäre einen Schutz gegen Strahlung bietet. Mit Vergrößerung des sogenannten „Ozonloches" gelangt immer mehr schädliche UV-B-Strahlung zur Erdoberfläche.



Bentham-Spektralradiometer Foto: Schauer

Genaue UV-Messungen erst seit kurzem

Wegen der biologischen Wirkung der UV-B-Strahlung und unter dem Eindruck einer abnehmenden stratosphärischen Ozonkonzentration wurden verstärkt in den letzten Jahren zahlreiche Messungen der UV-Strahlung durchgeführt. Da im Gegensatz zu Ozonmessungen keine langjährigen Datenreihen über die UV-Strahlung existieren, sind Aussagen über Änderungen in der Vergangenheit nicht möglich und können experimentell nicht überprüft werden. Wegen der hohen natürlichen Variabilität der UV-B-Strahlung lässt sich jedoch ein Trend der UV-Strahlung erst nach jahrzehntelangen Messreihen verlässlich erkennen, so die Experten. Während die hoch liegende Ozonschicht schon frühzeitig näher untersucht wurde, begann man erst in den 1990er Jahren mit kontinuierlichen spektral aufgelösten Messungen der UV-Strahlung.

Methodik

In der Fachsprache liest sich das so: „Das Bentham- Spektralradiometer ist ein Gitterspektroskop und besteht aus einem Doppelmonochromator und einem Photomultiplier. Der Doppelmonochromator besitzt ein Beugungsgitter mit 2400 Linien pro mm. Die solare UV-Strahlung fällt auf einen Diffuser und gelangt über einen Lichtleiter in den Monochromator. Am Austrittsschlitz werden die Photonen von einem Photomultiplier aufgenommen".

Ansprechpartner:
Mag. Stana Simic
Institut für Meteorologie und Physik
Universität für Bodenkultur
Türkenschanzstraße 18
A-1180 Wien
+43(1)47058208-30
stana.simic@boku.ac.at
http://www.boku.ac.at/imp/

OZON - ein Schutz vor UV-Strahlung. Ozonloch?

Die Ozonschicht in etwa 20-30 km Höhe ist ein wichtiger Schutzschild für alles Leben auf der Erde. Ozon verhindert, dass der größte Teil der gefährlichen Sonnenstrahlung den Erdboden erreicht. In den letzten Jahrzehnten wurde allerdings beobachtet, dass die Dicke der Ozonschicht über vielen Gebieten der Erde, vor allem der Antarktis, zeitweise stark zurückgegangen ist („Ozonloch"). Der Verlust von stratosphärischem Ozon über dem Sonnblick beträgt im Vergleich zum langjährigen Mittel - gemessen im schweizerischen Arosa - gemittelt über die Winter der Jahre 1994 bis 2001 neun Prozent.

Nach 9 Jahren kontinuierlicher Ozon- und UV-Messung am Hohen Sonnblick können nun von Wissenschaftlern des Institutes für Meteorologie und Physik an der Universität für Bodenkultur

Brewer-Spektralradiometer Foto: Schauer

klimatologische Untersuchungen durchgeführt und Schlussfolgerungen aufgestellt werden. Als Messgerät dient ein so genanntes Brewer Spektralradiometer, das bereits seit August 1993 im Einsatz steht und sich laut Experten bestens bewährt. Das Gerät misst vollautomatisch die Dicke der Ozonschicht über den Hohen Tauern. Durch ein sehr wetterfestes Gehäuse ist das Messgerät für Einsätze in klimatisch extremen Gegenden wie auf dem Sonnblick bestens geeignet.

Vielerlei Anwendungen

Neben der quantitativen Messung der Ozonkonzentration in 20-30 km Höhe eignet sich der „Brewer" für genaue Daten über die Dicke von Schwefeldioxid-Schichten, außerdem können Stickoxide und die genaue Höhenverteilung des Ozons ins Visier genommen werden. Daneben erhalten die Experten auch spektrale Messungen von schädlicher UV-B-Strahlung.

Vollautomatisch immer der Sonne nach

Das Messgerät befindet sich auf einem Suntracker, welcher durch einen Kontrollrechner gesteuert die Sonne azimuthal verfolgt. Das Spektralradiometer besteht aus einem Monochromatorteil, einem Photomultiplier, einem Diffuser und zwei Eichlampen. Der Monochromator besitzt ein Beugungsgitter mit 1200 Linien pro mm und sechs Schlitzen, die die sechs gewählten Wellenlängen ausblenden. Zur Bestimmung des stratosphärischen Gesamtozons wird die absolute Strahlungsintensität bei fünf verschiedenen Wellenlängen (306.3 nm, 310.1 nm, 313.5 nm, 316.8 nm, 320.1 nm) ab einer Sonnenhöhe von 15° gemessen. Die Bestrahlungsstärken werden von einem Photomultiplier mit anschließendem Photonenpulszählsystem registriert.

Ansprechpartner:
Mag. Stana Simic
Institut für Meteorologie und Physik
Universität für Bodenkultur
Türkenschanzstraße 18
A-1180 Wien
+43(1)4705820
stana.simic@boku.ac.at
http://www.boku.ac.at/imp/

Strahlenbelastung durch Ultraviolette Strahlung. Nimmt die Sonnenbrandgefahr zu?

Auf den Menschen bezogen, ist vor allem die in den letzten Jahrzehnten zu beobachtende sehr hohe Zunahme der Hautkrebserkrankungen besorgniserregend. Um das Risiko, an Hautkrebs zu erkranken, möglichst gering zu halten, ist daher ein vernünftiger Umgang mit der Sonne geboten. Dazu ist es notwendig, der Bevölkerung Information über tagesaktuelle und zukünftige UV-Belastung zur Verfügung zu stellen. Das Observatorium auf dem Sonnblick ist seit Jahren in ein österreichweites Messnetz integriert, das die Bevölkerung vor UV-Strahlung warnen soll.

UV-Biometer Foto: Schauer

Die entsprechenden Geräte heißen „UV-Biometer". Damit messen Experten der Universität für Bodenkultur in Wien, der Universität Innsbruck und der Tiroler Firma Schreder den „biologisch wirksamen Anteil der UV-Strahlungen", wie es in der Fachsprache heißt. Zur Information über die UV-Strahlungsintensität wird durch Filtern eine Gewichtung entsprechend der Wirkungskurve für die Rötung der Haut (Erythembildung) vorgenommen. Die gemessene Strahlungsintensität wird als UV-Index angegeben.

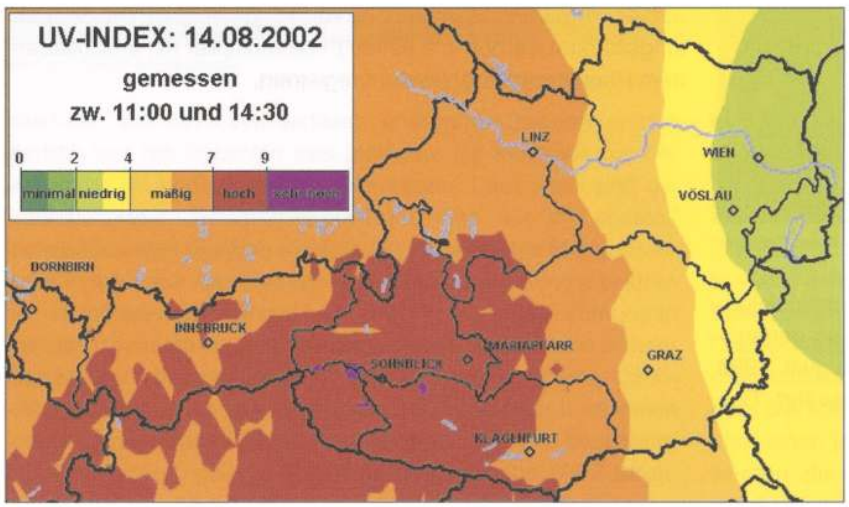
Durch „Ozonloch" immer mehr gefährliches UV?

UV-Biometer liefern ein Maß für die hautschädigende Wirkung von UV-Bestrahlung. Die gemessene Intensität wird als „UV-Index" angegeben und veröffentlicht. Diese Einheit ist weltweit genormt und soll die Bevölkerung einheitlich informieren. Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft: hat sich mit den Ämtern der Landesregierungen vor einigen Jahren entschlossen, auf lange Sicht in ganz Österreich ein entsprechendes Netz mit Messstationen zu betreiben. Diese Entwicklung wurde umso aktueller, je mehr bekannt wurde, dass die vor schädlichen UV-Strahlen schützende Ozonschicht immer dünner werde. Diese hat nichts mit dem in Bodennähe zunehmenden Ozon zu tun, das als gesundheitsschädigendes Reizgas wirken kann.

Höchstgelegene von neun Messstationen Österreichs

Auf dem Gipfel des Sonnblick befindet sich dazu eine von insgesamt neun Messstationen in ganz Österreich. Weitere Standorte: Bad Vöslau, Dornbirn, Graz, Klagenfurt, Linz, Mariapfarr, Innsbruck und Wien. Die absolute Zunahme der UV-Strahlung in den Bergen bei reduziertem Ozon ist höher als im Flachland. Von größter Bedeutung sind Reflexionsprozesse an der Schneedecke. Die hohe Albedo am Sonnblick führt zu einer vermehrten Rückstreuung in die Atmosphäre und damit zu einer Erhöhung der UV-Strahlung.

Frühwarnung und Beratung der Bevölkerung



Grafik: http://www.uibk.ac.at/projects/uv-index/

Hauptziel der Forschungen ist verlässliche Frühwarnung der Bevölkerung. Demnach ist die hohe Qualität ermittelter Daten von entscheidender Bedeutung. Die im österreichischen Netz verwendeten Messgeräte müssen regelmäßig geprüft und kalibriert werden. Aktuelle Werte des UV-Index aus ganz Österreich werden via Teletext des ORF (Seite 644) publiziert. Außerdem bietet die Website des Umweltministeriums aktuelle Informationen über die UV-Strahlenbelastung nach Tageszeit und Regionen Österreichs.

Information im Internet:
http://www.lebensministerium.at/umwelt/
http://www.uibk.ac.at/projects/uv-index/index.html

Ansprechpartner:
Mag. Stana Simic
Inst. f. Meteorologie und Physik
stana.simic@boku.ac.at

Mag. Martin Kriech
BM.f. Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Mag. Ing. Josef Schreder
Fa. Schreder CMS
josef.schreder@uibk.ac.at

A.Univ.Prof. Dr. Mario Blumthaler
Institut für medizinische Physik der Universität Innsbruck
mario.blumthaler@uibk.ac.at

Vielerlei Wellen aus den Weiten des Weltraumes

Je höher man hinaufkommt, umso stärker werden elektromagnetische Strahlungen. Diese sind natürlich und können bis zu Radioaktivität aus den Tiefen des Universums reichen. Besatzungen von Flugzeugen verbringen in bis zu 12.000 Metern Höhe einen Teil ihres Lebens bei solchen Bedingungen. Ein Forschungsprojekt des Atominstitutes der Österreichischen Universitäten, der Gesellschaft für Weltraummedizin und des Bundeskanzleramtes erkundet auf dem Sonnblick die kosmische Höhenstrahlung. Auf hohen Bergen ist die kosmische Strahlung bereits weit stärker als in Tälern.

Höhenstrahlung besteht laut Physikern aus komplexem Gemisch unterschiedlicher Arten von Strahlen wie hochenergetischer Protonen, Neutronen, Elektronen und Gamma-Quanten. Fachleute

Foto: ATI

sagen, ein großer Teil dieser Strahlung zeichne sich "durch hohe lineare Übertragung von Energie und biologische Wirksamkeit" aus. Das bedeutet: Sie können für den menschlichen Körper gesundheitsschädlich sein.

Langzeitmessungen nur auf Bergen möglich

In großen Höhen - zum Beispiel in Verkehrsflugzeugen - trägt der natürliche Neutronenbeschuss der Erde aus dem Weltraum bis zu 50 Prozent zu jener Dosis bei, die für menschliche Körper gerade noch zu tolerieren ist. Diese Neutronen durchdringen alle Materialien, also auch die Außenhaut der Jets und die Menschen, die reisen oder dort oben arbeiten. Das Problem ist, dass im Flugverkehr kaum über längere Zeit gemessen werden kann - damit sind Wochen, Monate und Jahre gemeint.

Methodik

Auch deshalb finden auf dem Sonnblick dazu Langzeitmessungen statt. Es werden dazu aktive und passive Messgeräte eingesetzt. Ziel ist die Erfassung des gesamten Neutronenspektrums, das hier aus dem Weltraum heranstrahlt als auch dessen Dosis. Außerdem wird die so genannte "gesamte äquivalente Dosis" ermittelt, also jene, die auf den menschlichen Körper direkt wirkt. Dazu ist ein so genannter Bonner Spektrometer im Einsatz. Der besteht aus neun kugelförmigen passiven Detektoren. Diese werden für jeweils mehrere Wochen auf dem Sonnblick dem offenen Himmel ausgesetzt. Aktive Systeme dienen zu vergleichenden Messungen - wie der "Extended Sievert Counter oder das LET-Spektrometer. Dieses arbeitet mit einem spezieller Zähler, der menschliches Gewebe simuliert und den Einfluss der Strahlung.

Dreifach höhere Strahlung als in Wien

Auf dem Sonnblick wurde mit solchen Messungen bisher ein natürlicher Neutronenbeschuss festgestellt, der sich in einem Energiebereich von bis zu 100 MeV bewegt. Die gesamte Äquivalentdosisleistung beträgt rund 240 nSv pro Stunde. Zum Vergleich: In Wien liegen die Werte bei rund 80 bis 90 nSV pro Stunde, also einen Drittel.

Ansprechpartner:
Dr. Wolfgang Schöner, DI Thomas Berger, DI Michael Hajek
Institut für Technischen Strahlenschutz, Dosimetrie und Strahlenphysikalische Archäometrie
Atominstitut der Österreichischen Universitäten
Stadionalle 2
A-1020 Wien
+43(1)58801-14193
schoener@ati.ac.at , tberger@ati.ac.at , mhajek@ati.ac.at

Wie wirkt Kernfusion auf die Erdatmosphäre?

Tritium ist hier das Zauberwort. Dieses Wasserstoff-Isotop kommt in freier Natur kaum vor, ist nur schwach radioaktiv und selbst nicht wirklich gefährlich. Auf dem Sonnblick wird seine Konzentration in der Luft dennoch gemessen. Sollten sich die Werte erhöhen, dann weisen sie auf Lecks in Kernfusions-Reaktoren hin. Diese stehen hunderte oder tausende Kilometer vom Sonnblick entfernt.

Diese Projekt betreibt die Arbeitsgruppe Isotopen-Geophysik beim Österreichischen Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal in Wien. Sie messen auf dem Sonnblick mit einem Spezialverfahren, ob sich die Mengen von Tritium in der freien Atmosphäre erhöhen, verringern oder ob sie gleich bleiben.

Was ist Kernfusion?

Physiker vieler Länder sehen künstlich erzeugte Kernfusion als mögliche und nahezu unerschöpfliche Energiequelle der mittleren bis fernen Zukunft. Fusion ist als "Kernverschmelzung" das physikalische Gegenteil von Kernspaltung. Es geht um "Sonnen-Energie" im Wortsinn: Die menschliche Anwesenheit auf dem Planeten Erde ist nämlich ausschließlich der Kernfusion zu verdanken. Denn unsere Sonne funktioniert wie die meisten Sterne einzig und allein auf dieser Basis: "Schwerer Wasserstoff" oder 3H, wie Experten sagen, verschmilzt bei Kernfusion unter gigantischen Temperaturen und extremen Drücken zu Helium.

Bisher nur Versuche möglich

Bei Kernfusion auf größeren Volumen werden gigantische Energiemengen freigesetzt - in Wärme und Strahlung auf verschiedensten elektromagnetischen Frequenzen. Es gibt in Europa und Übersee einige Versuchsreaktoren, in denen solche Bedingungen kurzzeitig und auf kleinstem Raum künstlich zustande gebracht werden können - jedoch noch nicht über längere Zeiträume, die für eine wirtschaftlich nutzbare Ausbeute freiwerdender Energie nötig wäre. Die Fusionstechnologie steckt weltweit noch in den Kinderschuhen. Sie gilt insgesamt und - rein theoretisch - als eher "saubere" Energieform.

Tritium im Hochgebirge messbar

Im Gegensatz zur Kernspaltung entstehen bei Kernfusion wesentlich weniger bedenkliche Substanzen. Dennoch sind Physiker auf der Hut, damit Versuchsreaktoren keine Lecks haben und keine neu entstehenden Substanzen in die Erdatmospähre entweichen. Um unbemerkten möglichen Lecks auf die Spur zu kommen, gibt es in Österreich zwei spezielle Messstellen für Tritium: in Wien und auf dem Sonnblick. Laut Dipl. Ing. Roland Tesch vom Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal, der beide Anlagen betreut, stehen in ganz Europa nur sehr wenige solcher Vorrichtungen.

Hinweise auf defekte Reaktoren

Tesch betont, Trititum müsse für Versuche der Kernfusion stets künstlich erzeugt werden. Für jeden kleinen Reaktor sei nämlich mehr Trititium nötig, als in natürlicher Form auf der gesamten Erde vorhanden ist. So gesehen ist jede Erhöhung der Werte in freier Luft ein Alarmzeichen und Hinweis auf defekte Reaktoren. Auf dem Sonnblick wäre es möglich, selbst geringe Spuren von Tritium zu registrieren, die möglicherweise Wochen, Monate oder Jahre zuvor aus amerikanischen Reaktoren entwichen sein könnten. Allerdings ist die genaue Herkunftsbestimmung der Substanz bisher nicht möglich.

Europäische Perspektiven

Die Anlage des Forschungszentrums Arsenal nimmt seit Oktober 1999 auf dem Sonnblick jede Woche gezielte Luftproben und untersucht Luftfeuchtigkeit und enthaltenden Wasserstoff. Es wird ein so genannter "Sammler" verwendet, der aus zwei Einheiten für die Aufnahme der Proben sowie einer zusätzlichen Einheit für Elektrolyse besteht. Im ersten Schritt erfolgt die Analyse der Luftfeuchtigkeit. Dann wird mit einem Spezialverfahren die Probemenge für exaktere Messung des Tritiums künstlich vergrößert. Projektleiter Roland Tesch betont, Fachkollegen in der Schweiz und Deutschland hätten bereits Interesse an dem in Österreich entwickelten "Sammler" bekundet. Laut Tesch sei ein Netz mehrerer Stationen wünschenswert. Für das Schweizer Bundesamt für Gesundheit wurde im Wiener Arsenal bereits eine neue Sammelvorrichtung zur Tritium-Messung angefertigt. Diese soll zunächst im Raum Bern und später auf dem Jungfraujoch zum Einsatz kommen.

Tritium - Meßapparatur Foto: Tesch

Ansprechpartner:
DI. Roland Tesch
Arbeitsgruppe Isotopengeophysik, Bereich Umwelt
Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Ges.m.b.H
Faradayg. 3
A-1030 Wien
+43(1)79747-516
tesch.r@arsenal.ac.at

Seit Tschernobyl ist alles anders ...

Seit 1986 die Kernschmelze im ukrainischen Atomreaktor Tschernobyl ganz Europa in Angst und Schrecken stürzte, wurde die Frühwarnung in Österreich aufgerüstet, schneller und effizienter. Das Grundgerüst für das automatische Strahlenmessnetz Österreichs besteht schon seit Ende der 1970er Jahre. Der Sonnblick spielt bei diesen Vorkehrungen des Umweltministeriums wegen seiner exponierten Lage eine wichtige Rolle.

Foto: Mandl

Auf dem Sonnblick steht die höchstgelegene "Gamma-Messstation" Mitteleuropas. Der Gipfel des Dreitausenders ist massiven Luftströmungen und Stürmen ausgesetzt. Dieser ständige Wechsel macht den Standort besonders wertvoll, weil mögliche radioaktive Belastung von durchziehenden Luftmassen besonders früh erkannt werden kann.

Flächendeckendes Warnsystem

336 so genannte Gamma-Messgeräte und neun "Luftmonitore" in ganz Österreich überwachen die Atmosphäre, ob sie durch Alpha-, Beta oder Jodstrahlung belastet ist und wie stark. Die automatischen Gammastationen sind flächendeckend in Abständen von 15 Kilometern installiert. Die Monitore untersuchen die Luft nach radioaktiven Partikeln in direkter Grenznähe.

Vollautomatische Übertragung

Alle Systeme sind aufeinander abgestimmt und laufen vollautomatisch. Daten werden über gesicherte Postleitungen zu Einsatz- und Alarmeinheiten weitergeleitet - unter anderem auch an den Strahlenschutzbereich des Bundeskanzleramtes und zu den Warnzentralen der Bundesländer.

Methodik

Zur Erfassung möglicher Gammastrahlung - dem gefährlichsten Wellenlängen-Bereich bei Radioaktivität - dient ein "Proportional-Zählrohr", das in einer Umhüllung aus Aluminium auf der höchstgelegenen Freiterrasse des Observatoriums installiert ist. Das System funktioniert ähnlich wie ein herkömmlicher Geigerzähler, ist jedoch in der Erfassung stark verfeinert. Es deckt einen weiten Messbereich ab - von normaler Hintergrundstrahlung aus dem Weltraum bis zu einer extremen Belastung von 10 Sievert pro Stunde. Die Daten werden von einem speziellen Computer im Messraum des Observatoriums bearbeitet und digital weitergeleitet.

Zeitvorsprung bei Katastrophen

Während und nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl lieferte der Sonnblick wertvolle Daten mit Zeitvorsprung gegenüber vielen anderen Messstationen, die tiefer liegen. Die jeweils aktuellen Messwerte der insgesamt 336 österreichischen Gamma-Stationen veröffentlicht der ORF im Teletext auf Seite 784.

Ansprechpartner:
DI Wolfgang Haider
BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abt. V/7
Radetzkystr.2
A-1031 Wien
+43(1)71100-4212
wolfgang.haider@bmlfuw.gv.at

"Mitbringsel" der Luft nach atomaren Unfällen

In offenen Luftmassen werden große Mengen Staub und andere Partikel über weite Distanzen transportiert und zum Teil auf der Erdoberfläche abgelagert. Bei Versuchen mit Atombomben oder Unfällen in Kernkraftwerken sind gefährlich strahlende Partikel aus der Kernspaltung bei den fein zerstäubten Trümmerteilen. Experten des Umweltministeriums und der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) messen auf dem Sonnblick solche "Radio-Nuklide, die an Aerosolen angelagert" sind, wie es in der Fachsprache heißt.

Gammaspektrometer Foto: Mandl

Auf dem Sonnblick steht eine moderne Messanlage, die Aerosole (Schwebstoffe in der Luft) sehr schnell auf Radioaktivität untersuchen kann. Wenn gefährliche Partikel noch als Schwebstoffe in der Luft sind, kann mit Hilfe dieser Anlage bereits abgeschätzt werden, welche Dosis und Belastung für die Bevölkerung zu erwarten sind, sollten sich die Partikel auf Österreichs Territorium ablagern. Dadurch können Schutzmaßnahmen wesentlich früher und effizienter in Angriff genommen werden.

Betrieb mit Fernsteuerung möglich

Die Messstation wird primär von den Wetterbeobachtern auf dem Sonnblick überwacht, betrieben und betreut. Sie lässt sich auch von verschiedenen Fachstellen im Tal fernsteuern: Das Strahlenschutzlabor der AGES in Linz sowie die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Salzburg verfügen über so genannte Remote Control Software, über die sich online die Anlage steuern und abfragen lässt.

Gamma-Spektrometrie liefert genaue Konzentrationen

Ein Bestandteil der Anlage ist ein so genannter High Volume Sampler, mit dem Schwebstoffe der Luft speziell ausgefiltert werden. Mit dem hochauflösenden Gammaspektrometer kann dann die genaue Konzentration von radioaktiven Teilchen in der Luft bestimmt werden. Zur genauen Berechnung der Aktivitätskonzentrationen wird automatisch mit Sammelende das temperatur- und druckkorrigierte Normvolumen berechnet. Der Filterwechsel beim High Volume Sampler ist frei programmierbar und kann so situationsbezogen festgelegt werden.

Vielerlei Nebennutzen

Neben der Früherkennung strahlender Luftteilchen liefern die Messungen auch zahlreiche Informationen über verschiedene Prozesse in der Atmosphäre - zum Beispiel mit Verwendung von Beryllium-7 als so genannter "Tracer" für Untersuchungen über Ozonverfrachtung.

High Volume Sampler Foto: Schauer

Ansprechpartner:
DI Wolfgang Haider
BM für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft
Radetzkystr. 2
A-1031 Wien
+43(1)71100-4212
wolfgang.haider@bmlfuw.gv.at

DI M.Sc. Dr. Wolfgang Ringer
AGES - Agrarbiologie Linz
Derfflingerstr. 2
A-4017 Linz
+43(732)775092-0
wringer@balulinz.gv.at

Geräte gegen Atomwaffen-Tests auf dem Prüfstand

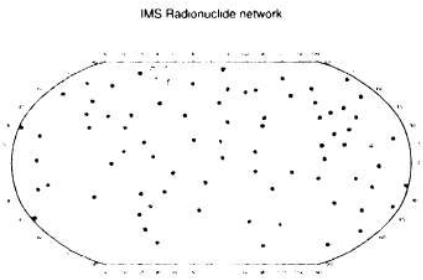
Auf dem Sonnblick stehen künftig Instrumente im Dauertest, die für die globale Rüstungskontrolle und Überwachung eine wichtige Rolle spielen. Es geht um die Erprobung neuer Überwachungssysteme für Stationen in der Antarktis und im Bereich des Nordpols. Dort können illegale Versuche mit Kernwaffen physikalisch besonders früh erkannt und durch genaue Datensammlungen aufgedeckt werden.

Diese High-Tech-Spurensicherung sucht nach radioaktiven Partikeln, die bei atomaren Explosionen in die Atmosphäre geschleudert werden. Allerdings machen Schnee, Eis, Wind und Wetter solchen Messgeräten oft schwer zu schaffen. Die Tests auf dem Sonnblick sollen diese Hochtechnologie härtesten Bedingungen aussetzen, bevor das Material in entlegensten Gebieten endgültig zum Einsatz kommt.

Foto: Schauer

Weltweite Überwachung mit 321 Stationen

Dieses Projekt läuft im Rahmen des internationalen Überwachungssystems zum Schutz des umfassenden Verbotes von Nuklearversuchen. Der entsprechende Vertrag laut Völkerrecht heißt "Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty" (CTBT). Die Überwachung wird weltweit von 321 Messstationen, darunter 80 die nach speziellen Radio-Nukliden "fahnden". Dabei handelt es sich um kleinste Partikel, die bei Kernexplosionen entstehen und sich durch Wind und Wetter über extreme Distanzen auf der Erde verteilen.



Quelle: CTBTO

Die Polargebiete zählen zu den ökologisch sensibelsten Klimazonen, wo geringe Veränderungen der Atmosphäre sofort spürbar werden. Wer hier hochempfindliche Messgeräte aufstellt, hat jedoch mit großen technischen Problemen zu kämpfen, die mit der extremen Natur zusammenhängen.

Kaltes Klima behindert Messungen

Oft werden die Einsaugstutzen für die Luft durch Schnee oder Eis verstopft. Dadurch verringert sich der Durchsatz an Luft je Zeitintervall. Somit werden möglicherweise zu wenig Inhaltsstoffe der Luft (Aerosole) am Filter abgeschieden was eine negativen Einfluß auf die Detektionsqualität hätte. Eine Mindestanforderung pro Station wäre beispielsweise ein Frischluft-Durchfluss von 500 Kubikmetern pro Stunde. Es dringen Eis bzw. unterkühlter Nebel, Schnee und Regen durch das System bis zum Filter vor, wo die sich die Luftpartikel möglichst unbeeinflußt ablagern sollten. Das führt zu Schäden, zur Reduktion des Durchflusses und zu einem Auswaschen von Aerosolen, was die Messwerte verfälscht. Weiters stellen hohe Windgeschwindigkeiten ein großes Problem für die Stabilität der Geräte dar.

Sonnblick als Simulator für Polargebiete

Um Risiko-Faktoren auf ein Minimum zu beschränken, wurde ein spezielles "Aerosol-Sampling-System" entwickelt. Zum Beispiel findet dabei der Wechsel der Filter in einem geschlossenen Raum statt. Und die Filter werden über eine Infrarot-Heizung funktionsfähig gehalten, um Nässe, extreme Kälte und die Vereisung abzuhalten. Nach Tests im Windkanal sollen diese neuen Messgeräte nun auf dem Sonnblick unter realen Bedingungen arbeiten und getestet werden. Das Klima der Region sei laut Experten vergleichbar mit subpolaren Gegenden: Niederschlagsmengen von jährlich bis zu 2.000 mm und extreme Temperaturgegensätze, deshalb sei der Sonnblick "ein ideales Testgebiet", wie es heißt.

Ansprechpartner:
Mag. Herbert Gohla
CTBTO IMS - Radionuclide Monitoring Section
Vienna International Centre
P.O. Box 1200
A-1040 Wien
+43(1)26030-6404
herbert.gohla@ctbto.org

Sensationsfund aus der Blütezeit des Goldbergbaues

Diese Mine stammt aus der Zeit, als Columbus nach Amerika segelte: Ein vollständiges Goldbergwerk auf dem Sonnblick hält Geologen, Bergbau-Experten, Metallurgen, Chemiker und Historiker in Atem. Die "Untere Goldzeche" war schon in den 1930er Jahren entdeckt worden, geriet jedoch wieder in Vergessenheit.

Neben anderen Fachleuten erforscht der Salzburger Georg Zagler, Student der Mineralogie und Geologie, nun diese alte Goldmine im Rahmen seiner Diplomarbeit. Die Anlage stammt - laut neuen Gutachten - aus der Zeit zwischen 1480 und 1650. Im Gegensatz zu den meisten Goldbergwerken der Renaissance in den Tauern ist dieses noch nicht eingestürzt. Wahrscheinlich ist, dass es einst "über Nacht" aufgegeben werden musste - oder von einem Jahr auf das andere. Vorstellbar ist z.B. eine große Lawine, die den Eingang verschüttete und für jede weitere Verwendung unauffindbar machte.

Werkzeuge von Knappen gefunden

Das Bergwerk ist laut Montanhistorikern in hervorragendem Zustand: Es sind zahlreiche zeitgenössische Werkzeuge der Knappen vorhanden. Förderkörbe und frisch erscheinende Schleifspuren an Stollenwänden vermitteln einprägsame Bilder damaliger Methoden. Es wurde mechanisch mit der Hand gearbeitet - keine Spuren von Sprengungen: Schwarzpulver wurde demnach nicht verwendet.

Hoher Goldgehalt

Den Salzburger Mineralogie-Studenten Zagler interessiert der hohe Goldgehalt von 30 Gramm pro Tonne Erz. Die alten Stollen befinden sich auf Kärntner Seite des Sonnblick-Massivs. Ihre Lage wird geheimgehalten, weil Plünderer und unbefugte Steinsucher ferngehalten werden sollen, wie auch Grundbesitzer betonen, eine Almgenossenschaft. Der Eingang befindet sich in hochalpinem Steilgelände, eine gefährliche Umgebung, die - ohne technische Hilfsmittel - nur Felskletterern zugänglich wäre.

Datierung: Radiocarbon und Jahresringe im Holz

"Bühnhölzer" nennen Bergbau-Experten die Balken in Stollen, die ein Bergwerk vor dem Einstürzen bewahren. Im Fall der "Unteren Goldzeche" sind diese in einem außergewöhnlich guten Zustand. Da das Bergwerk über Jahrhunderte von Frischluft abgeschlossen war, konnte das Stützwerk nicht vermodern. Im Bergwerk befindet sich auch ein altes, 13 Meter langes und senkrechtes

Foto: Zagler

Wasserpumpwerk aus Lärchenholz. Datierung mittels Radiocarbon-Methode (Uni Wien): Das verwendete Holz wurde zwischen 1480 und 1650 gefällt. Um es mehr einzugrenzen, folgen weitere Messungen: Ein dendro-chronologisches Verfahren nutzt die Jahresringe im Holz.

Metallurgische Analysen der Werkzeuge

Schnitte von Balken auf dem Sonnblick werden mit Material aus früheren Jahrhunderten verglichen, das bereits sicher datiert ist. So können genaue Rückschlüsse auf das Alter von Baumstämmen gezogen werden. Parallel sind weitere Analysen geplant: Experten der Uni Innsbruck sowie der TU Wien untersuchen die chemische Zusammensetzung der Grubenwässer. Eisen bzw. den Stahl der Werkzeuge nehmen Metallurgen und Chemiker unter die Lupe. Von besonderem Interesse sind Kristallgefüge und Kohlenstoffgehalt im Metall, die auf möglichen Warenaustausch mit anderen Regionen schließen lassen. Die historische Dokumentation läuft über das Landesmuseum von Kärnten.

Ansprechpartner:
Univ. Prof. Dr. Werner Paar, Georg Zagler
Institut für Mineralogie
Universität Salzburg
Hellbrunnerstraße 34
A-5020 Salzburg,
+43(662)8044-5404
werner.paar@sbg.ac.at, georg.zagler@sbg.ac.at

Woher nehmen Flechten als Hungerkünstler ihre Power?

Es gibt kaum Lebewesen, die so langsam wachsen, so genügsam und so widerstandsfähig sind gegen Wind und Wetter. Ob tagsüber heiß oder extrem kalt: Flechten sind Überlebenskünstler. Wie kommen sie im arktischen Hochgebirge mit ihrer Energieversorgung zurecht? Wie und wann funktioniert ihre Photosynthese zum Aufbau des Flechtenlagers?

Das Forschungsprojekt des Instituts für Pflanzenphysiologie der Universität Salzburg sucht Antworten auf solche Fragen. Es geht um die so genannte "nivale" Vegetationszone, die mit den kürzesten Sommern und längsten Wintern. Sie ist die kälteste Geländestufe der Alpen und hat klimatische Bedingungen, die mit dem hohen Norden Skandinaviens, Grönlands, Kanadas oder Alaskas vergleichbar sind. Gegensätze wechseln sich ab - von enormer Sonnenstrahlung und heißem Mikroklima im Windschatten zu tiefsten Temperaturen und Winterstürmen mit hohen Windgeschwindigkeiten.
In der baumlosen Umgebung der Gipfel- und Gletscherregion bilden Flechten - eine Symbiose aus Pilz und Alge - bis zu 60 Prozent der Bodenvegetation. Über drei Jahre wird im Bereich des Sonnblick-Observatoriums die Fotosynthese von Flechten untersucht.

Was ist Fotosynthese?

Fotosynthese ist "Kohlenstoff-Assimiliation" - die Fähigkeit von Pflanzen mit Hilfe von Sonnenlicht und Chlorophyll aus Kohlendioxid neue Kohlenstoffverbindungen zu erzeugen, die ihnen als Energieversorgung bzw. Baustoffe dienen. Wie stark die Fotosynthese läuft, hängt von Licht, Temperatur und Luftfeuchtigkeit ab. Bei Flechten kommt noch der Wassergehalt als entscheidender Faktor dazu.

Aktiv bei minus 24 Grad

Mit Langzeituntersuchungen im hochalpinen Freiland auf dem Sonnblick sollen exakte Erkenntnisse über Lebensrythmen von Flechten im Wandel der Jahreszeiten ermittelt werden. Besondere Ergebnisse erwarten sich Experten vom "Winterdreivierteljahr", da einige Arten selbst im gefrorenen Zustand Wasser aufnehmen und fotosynthetisch aktiv sind. In extremen Fällen wurde eine Kohlendioxid-Verarbeitung aus der Umgebungsluft bei minus 24 Grad Celsius nachgewiesen. Deshalb sei es denkbar, so die Fachleute, dass Flechten auch unter Schneedecken wesentliche Teile ihres Kohlenstoff-Bedarfs decken. Weiteres Forschungsziel: Wie weit verschieben die Niederschlagsmengen von jährlich etwa 2.000 mm die günstigste Zeit des Wachstums in den Sommer hinein?

"Kohlenstoff-Bilanzmodell" als umfassendes Ziel

Um Vergleichsdaten aus dem Hochgebirge zu erhalten, werden verschiedene Flechtenarten zuerst im Labor unter kontrollierten Bedingungen auf ihre Fähigkeiten und Eigenschaften der Fotosynthese untersucht: Licht-Intensität, Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Wassergehalt im Flechtengewebe. Die Labortests laufen mehrmals während des Jahres, um jahreszeitlich programmierte Abweichungen aufzuspüren. Übergordnetes Ziel ist ein Kohlenstoff-Bilanzmodell für verschiedene Flechtenarten. Mit Hilfe eines sogenannten Chlorophyll-Fluorometers wir die Aktivität der Flechten während des ganzen Jahres gemessen und aufgezeichnet. Zentrale Forschungsfrage: Wann ist für Flechten die günstigste Zeit, um über Fotosynthese ihr Wachstum bzw. ihre Energieversorgung zu ermöglichen?

Foto: Reiter

Ansprechpartner:
Univ.Prof. Dr. Roman Türk, Mag. Robert Reiter
Inst. für Pflanzenphysiologie
Universität Salzburg
Hellbrunnerstraße 34
A-5020 Salzburg,
+43(662)8844-5588
roman.tuerk@sbg.ac.at, robert.reiter@sbg.ac.at

Bakterien sind Trittbrettfahrer der Wolken

Lange dachte man, die Wolkengebirge seien nichts als feuchte, kalte oder wärmere Luft. Kaum jemand hätte vermutet, dass sie auch als Brutstätten und Transportmedium für hochaktive Organismen wirken. Diese Bakterien schweben mit vollem Stoffwechsel und wacher Vermehrung durch die Lüfte. Also doch viel Sex im Himmel? Diese Schlagzeile wäre nun doch die maßlose Übertreibung. Allerdings sprechen Biologen bei ihren Erkenntnissen über die winzigen Reisenden schon von einer Sensation.

Dieses Forschungsprojekt auf dem Sonnblick initiierte Prof. Hans Puxbaum vom Institut für Analystische Chemie der Universität Wien. Haupterkenntnis bisheriger Forschungen: Wolken sind

Foto: Sattler

ernstzunehmender mikobakterieller Lebensraum und nicht nur - über weite geografische Entfernungen - ein Transportmedium für Organismen. Letzteres wusste man schon seit langer Zeit.

Genügend "Futter" in den Wolken

Auf dem Sonnblick wurde ein "Wolkenwassersammler" installiert, der die Entnahme von Proben ermöglicht. Zur Bestimmung der bakteriellen DNA- und Protein-Synthese in schwebenden Bakterien wurden radiochemische Methoden verwendet. Die Ergebnisse zeigen, dass Wolken über Hochgebirge ähnliche Lebensräume bilden wie Gletschereis oder ganzjährig zugefrorene Seen der Antarktis. Im aufgefangenen Wasser konnten die Experten verschiedene organische Verbindungen nachweisen, die Bakterien als Lebensgrundlage dienen und in genügend großen Mengen vorliegen, damit sie unter so extremen klimatischen Bedingungen ihren Stoffwechsel aufrecht erhalten können.

Haben Bakterien Einfluss auf Ozonbildung?

Die Bedeutung lebender Bakterien in Wolken liegt weniger in deren körperlichem Wachstum (Kohlenstoffproduktion) - diese ist global gesehen verschwindend klein. Neu ist die Erkenntnis, dass Mikro-Organismen mit Hilfe von Wolken und Wind effizient und in hochaktivem Zustand von einem in den anderen Lebensraum verfrachtet werden und zudem auch als so genannte "Eiskeime" fungieren können. Am interessantesten erscheint die Frage, die der Atmosphärenchemiker Daniel Jacobs von der Harvard University (USA) zu beantworten versucht. Er vermutet, dass Wolkenbakterien durch Produktion von Cabonylen in die Bildung von freien Radikalen und Ozon eingreifen können.

Mikroskopische Aufnahme von Wolkenwasserbakterien Foto: Sattler

Ansprechpartner:
Dr. Birgit Sattler, Prof. Roland Psenner
Institut für Zoologie und Limnologie
Universität Innsbruck
Technikerstraße 25
A-6020 Innsbruck
birgit.sattler@uibk.ac.at, roland.psenner@uibk.ac.at

Prof. Hans Puxbaum
Institut für Chemische Technologien und Analytik
Technische Universität Wien
Getreidemarkt 9/151
A-1060 Wien
hpuxbaum@mail.zserv.tuwien.ac.at

Hochalpine Völkerwanderung der Schwebfliegen ...

Sie fliegen gern gegen den Wind, suchen den warmen Südföhn und gelten aus der Sicht des Menschen als "Nützlinge", weil sie Blattläuse gerne fressen. Sonnentage steigern ihre Reiselust, und die zunehmende Erwärmung des Klimas lässt Biologen vermuten, dass künftig immer mehr Schwebfliegen vom Norden der Alpen nach Südeuropa auf Wanderschaft gehen. Die Gewohnheiten dieser Insekten beleuchtet ein Forschungsprojekt von Zoologen der Universität Graz auf dem Sonnblick.

Schon jetzt überqueren Milliarden von Schwebfliegen alljährlich im Sommer den Alpenhauptkamm zwischen den französischen Seealpen und dem Wienerwald. Erste Studien liegen dazu bereits aus der Schweiz und Österreich vor. Dennoch gibt es hier noch viel zu erforschen.

Foto: Gepp

Navigieren sie mit Gipfeln?

Ob die Insekten ausschließlich Alpenpässe als Routen benützen oder auch über hohen Gipfeln von Nord nach Süd unterwegs sind, sollen diese Studien klären. Es wird von einigen Forschern angenommen, dass ihnen markante Gebirgszüge auch zur Orientierung dienen könnten.

Mehr als 100 Arten von Schwebfliegen

Die großen Wanderungen stehen in direktem Zusammenhang mit Sonnentagen und Tageserwärmung, so viel ist laut Experten sicher. Sie weisen auf die insgesamt mehr als 100 verschiedenen Arten von Schwebfliegen hin. Die Forschungen auf dem Sonnblick sind demnach "ein erster Anriss" dieser Fragestellungen. 2003 ist das erste Jahr intensiver Schwebfliegen-Beobachtungen auf dem Sonnblick.

Foto: Gepp

Ansprechpartner:
Univ.Doz.Dr. Johannes Gepp
Institut für Naturschutz und Landschaftsökologie Graz
Heinrichstraße 5/III
A-8010 Graz
+43(316)326068-0
gepp.inl@magnet.at

Was wäre, wenn der Berg stürzt?

Geologen hatten schon vor Jahren erstmals Alarm geschlagen: Der 3.105 Meter hohe Gipfel des Rauriser Sonnblicks, wo das Observatorium und das Zittelhaus stehen, drohe zu bersten, hieß es. Die Sanierung lief nun über den kurzen Bergsommer 2002 auf Hochtouren. Viele atmen auf, und der Sonnblick-Verein bekommt auch die Kosten in den Griff ...

Guter Rat war im Falle Sonnblick lange teuer. Es schien von Anfang an klar zu sein, dass hier nur finanziell und technisch sehr aufwändige Maßnahmen helfen würden. Es geht darum, dass Teile des Gipfels und der Gebäude darauf nicht in die Nordwand abrutschen. Nur durch massive Felssicherung kann der Standort gehalten werden. Jetzt sind diese Arbeiten weit gediehen.

Foto: Staudinger

Wissenschaftlicher Chef der Station ist der Salzburger Meteorologe Dr. Michael Staudinger, der auch die Wetterdienststelle in der Landeshauptstadt leitet. Er bemüht sich mit Fachleuten und Politikern seit Jahren um eine Boden-Sanierung unter dem Sonnblick-Observatorium, das bereits vor etwa 20 Jahren einen modernen Anbau mit guter Wohnmöglichkeit für die Wetterbeobachter erhielt.

500 Tonnen Baumaterial im Spiel

Der Sonnblick-Gipfel machte kürzlich bei Dreharbeiten für die regionale ORF-Fernsehsendung SALZBURG HEUTE seinem Namen keine Ehre. Umhüllt von dichtem Nebel präsentierte sich Europas höchstgelegene Baustelle in 3.100 Metern Seehöhe. Für die Mitarbeiter einer Spezialfirma ist es ein Arbeitstag wie jeder andere, sagt Polier Georg Granitzer. Sein Job hat mit schöner Aussicht nichts zu tun - mehr mit handfesten Beton-Ankern tief im Untergrund des geologisch labilen Gipfels.

Enorme Kosten föderalistisch gedrittelt

Die auf Höhenbaustellen spezialisierte Firma stabilisiert mit insgesamt 500 Tonnen Stahl und Beton den brüchigen Gipfel. Kosten: 450.000 Euro, knapp sechs Millionen Schilling. Ein enormer Aufwand, der durch Zusammenarbeit von Bundesregierung, Bundesländern und dem Sonnblick-Verein als Forschungs-Institution gemeinsam aufgebracht wird. Die Gesamtsumme wird zwischen diesen Partner zu je einem Drittel aufgeteilt.

Höhenluft für Ministerin Gehrer

Ohne aufwändige Sicherungsarbeiten wäre das seit mehr als 100 Jahren durchgehend betriebene Observatorium ernsthaft in Gefahr gewesen.
Wer von Sommer bis Herbst 2002 mehrfach auf den Sonnblick kam, konnte gut das schnelle Fortschreiten der Sanierungsmaßnahmen beobachten: Zehn Meter tief eingebohrte Felsanker und Betonstreben sollen sicherstellen, dass

Foto: Staudinger

das Observatorium seine wichtigen Aufgaben auch in Zukunft fortführen kann.

Das Sonnblick Observatorium ist eine der ältesten wissenschaftlichen Institutionen der Alpen. Das betonte auch Bundesministerin Gehrer, die im Sommer 2002 zu Fuß zusammen mit Landeshauptmann Schausberger den Gipfel bestieg um sich vom Fortschritt der Bauarbeiten zu überzeugen und den Ministeriumsanteil der Finanzierungskosten zu überreichen. Daß nunmehr auch der Bogen zu satellitengestützten Messungen gespannt wird, sei ein deutliches Zeichen für die Lebendigkeit und Innovationskraft der österreichischen Forschungslandschaft.

Ansprechpartner:
Dr. Michael Staudinger
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Freisaalweg 16
A-5020 Salzburg,
+43(662)626301
michael.staudinger@zamg.ac.at

Geologie eines brüchigen Giganten ...

Ganz oben ist dieser 3.105 Meter hohe Tauerngipfel alles andere als für die Ewigkeit gebaut. Wenn Geologen von "lokalen Auflockerungen" auf dem Sonnblick sprechen, dann klingt das noch harmlos. Gemeint sind massive Gefahren: Große Bergstürze und mögliche Verluste von Menschenleben drohen, würden nicht teure Betonspritzen und künstliche Anker neuerdings zum Einsatz kommen.

Foto: Schober

Wie eine frei stehende Säule ragt der abschließende Gipfelaufbau mit Observatorium und dem Zittelhaus aus der Nordwand. Das ist von Norden, Nordwesten und Nordosten her gesehen das typische Markenzeichen des Rauriser Sonnblicks. Gegen Süden hin liegt zwar etwas flacheres Gletschergelände. Exponierte Sturmlage, Eisbildung und extreme klimatische Gegensätze verringern jedoch die Festigkeit des gesamten Untergrundes. Deshalb entschlossen sich der Sonnblickverein und Österreichs Bundesländer gemeinsam zu massiven und sehr teuren Sicherungen.

Physikalische Verwitterung

Bei sommerlicher Höhenstrahlung extreme Hitze, im Winter bei Sturm oft Temperaturen bis weit unter 30 Grad jenseits des Gefrierpunktes, dann wieder nass, wenig später tonnenweise Eis mit entsprechenden Sprengwirkungen im Fels: Unter solchen Bedingungen splittert und bricht der Sonnblickgipfel schon seit vielen Jahrzehnten. Geologen sprechen dabei von "physikalischer Verwitterung". Im Jahr 2002 musste nun aus Sicherheitsgründen die Sanierung in Angriff genommen werden: Zahlreiche Anker und betonierte Sicherungen wurden während des Sommers mit Millionenaufwand eingebaut.

Abrutschen der Gebäude drohte

Zu den Verwitterungen kamen natürliche Klüfte und Spalten im Gipfelbereich, die durch Schieferung und tektonisch angelegte Platten seit der natürlichen Auffaltung des Gebirges vor Jahrmillionen vorhanden sind. Jeweils mehrere verlaufen in jeweils gleichen Richtungen, die Experten sprechen dabei von "Kluftscharen". Einige verlaufen nach Norden hin abfallend und einige nach Osten. Sie sind die Hauptgefahr für ein mögliches Abrutschen der Gebäude auf dem Gipfel - und zwar in die Nordwand, wo es hunderte Meter fast in freiem Fall hinuntergeht.

Ausbruch von Blöcken und neue Überhänge

Die Schieferung des Gipfels sei demnach etwas flacher gegen Südwest hin, also in den massiven Bergkörper, was als weniger gefährlich angesehen wird. Der Geologe Christian Schober sagt, es drohe durch

Foto: Schober

die vielen Verschneidungen und Trennflächen im Gipfelfels des Sonnblick der Ausbruch großer Blöcke und die Bildung von neuen Überhängen.

Ansprechpartner:
Dr. Christian Schober
A-5221 Lochen
Tel. +43(664)413 3941
schoberrocks@Eunet.at

Der Untergrund des Gipfels muss trockener werden

Im obersten Abschnitt des Gipfelaufbaues muss der Sonnblick trockener werden, damit er das Observatorium und das Zittelhaus des Alpenvereins sicher tragen kann. Das ist ein Hauptziel bei der Sanierung, die im Sommer 2002 in Angriff genommen wurde. Insgesamt soll die Topografie kaum verändert werden. Es sollen durch Betonanker und andere Maßnahmen lediglich Spannungen im Boden umgelagert werden - damit nicht einzelne Blöcke oder ganze Abschnitte der Felswände ausbrechen, was zur Bildung weiterer gefährlicher Überhänge im Nordwandbereich führen könnte.

Sonnblick Nordflanke Foto: Schober

Bevor die Sanierungsarbeiten begannen, entfernten Arbeiten viele Felsen und Blöcke, die bereits labil an der Grenze zum Absturz auf dem Sonnblick lagen. Insgesamt waren vier Hauptbereiche zu sanieren:

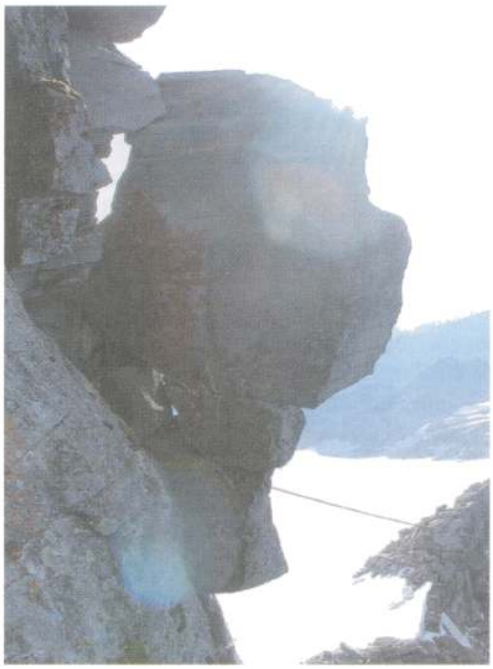
1. Dach-, Traufen-, Regen- und Schmelzwasser muss verlässlich abgeleitet werden. Die Terrassen wurden versiegelt, um Versickern im Stationsbereich zu verhindern.

2. Felsen mussten "vernagelt" werden. Das heißt: Wo sich bereits Klüfte gebildet haben, wurden so genannte SN-Anker eingezogen. Diese stabilisieren die Wände in Klüften und verhindern das Ausbrechen einzelner Blöcke, was wiederum für die Gesamtstabilität verheerende Folgen haben könnte. Die Bildung von gefährlichen Überhängen entfällt damit ebenso.

3. Geologen nennen Ansammlungen gefährlicher Stellen "lokal offenstehende Kluftgassen. Hier wurden bewehrte Versiegelung mit massivem Spritzbeton angebracht.

4. Einzelne Wandabschnitte im Gipfelbereich des Sonnblicks wurden mit Dauer-Ankern abgesichert. Über Stahlbetonbalken liegen sie auf festem Grund auf.

Bei den derzeitigen Produktqualitäten der verwendeten Materialien kann man annehmen, daß die Sanierungsarbeiten Sicherheit für die nächsten 50 - 70 Jahre bringen. Sicher noch kein „geologischer Zeitraum", aber doch nachhaltige Absicherung für die gesamte Forschungseinrichtung.



Nordwestgrat Foto: Schober

Ansprechpartner:
Firma Felbermayr GmbH
Machstr. 7
A-4600 Wels
+43(7242)695 - 0
www.felbermayr.cc

Sonnblick kommuniziert verstärkt mit Navigationssatelliten

Auf dem Sonnblick wird demnächst eine so genannte "permanente Referenz-Funkstation" eingerichtet, die mit Satelliten-Daten aus dem Weltraum arbeitet und deren "Fehler" ausgleicht. Die Basis sind Navigationsdaten amerikanischer (GPS) sowie russischer Satelliten-Systeme (GLONASS). Neben genaueren Daten für die Landvermessung bringt die permanente Positions-Funkstation auf dem Sonnblick verbesserte Klimastudien und Nutzen für die Meteorologie.

Über satellitengestützte Navigation (GPS & GLONASS) lässt sich neben Standortbestimmungen auch die Ionisierung der höheren Atmosphäre ermitteln - ebenso die Luftfeuchtigkeit der unteren Troposphäre - vom Boden bis in eine Höhe von rund 10 Kilometern. Das ist für Wettervorhersage und Klimastudien von Bedeutung. Bisher war die Messung der Luftfeuchtigkeit mit großer Unsicherheit und Messfehlern behaftet.

Genauigkeit von GPS auf 15 Meter verbessert

Das auf Mikrowellenmessungen basierende amerikanische Satellitennavigationssystem GPS (Global Navigation System) erlaubt genaue Positionierung von Personen und Fahrzeugen mit kostengünstigen und einfachen Handempfängern. Genauigkeit: rund 100 Meter. Seit Mai 2002 wurde diese Genauigkeit für zivile Nutzer auf 15 Meter gesteigert. Für genaue Vermessungsarbeiten wäre dieser relativ geringe Fehler noch immer zu groß. Den von den 27 aktiven GPS-Satelliten ausgesandten beiden Grundfrequenzen bei 1.2 und 1.6 GHz werden Codes aufmoduliert, die mit dem Empfänger des Nutzers kommunizieren. So ermittelt man die Zeitspanne zwischen Aussendung und Empfang des Signals und ermöglicht neben der geografischen Position auch die Berechnung der Distanz zum Satelliten.

Europäische Union will bis 2008 eigenes System haben

Bei gleichzeitigem Empfang von vier Satelliten lässt sich damit neben dem Standort des Empfängers auch der Fehler des Gerätes berechnen. Russland betreibt mit GLONASS ein ähnliches Satellitensystem wie das amerikanische GPS. GLONASS verfügt allerdings derzeit nur über neun aktive Satelliten. Die Europäische Union wird bis 2008 ein eigenes System unter der Bezeichnung GALILEO aufbauen.

Wie funktionieren GPS und GLONASS bei der Wetterkunde?

Die elektromagnetischen Wellen der Satelliten durchlaufen zwischen Aussendung und Empfang die Schichten der Erdatmosphäre und werden sowohl in der Ionosphäre als auch der Troposphäre verzögert. Bei genauen Vermessungsarbeiten im Bereich von Zentimetern werden Relativmessungen zu permanenten Referenzstationen gemacht - das reduziert die atmosphärischen Verzögerungen und andere Fehler. Außerdem kann aus den Abweichungen auf meteorologische Bedingungen der Luft zurückgerechnet werden.

Projekt von TU und KELAG

Die geplante Permanentstation am Sonnblick soll in das GPS/GLONASS Netzwerk der KELAG eingebunden werden. Die Station wird somit in Echtzeit relevante Basisdaten für alle Satellitenvermessungsarbeiten im Bereich des Sonnblick und Umgebung liefern. Die Endauswertung zur Berechnung des troposphärischen Feuchte-Gehalts wird täglich durchgeführt. Dazu nehmen Messgeräte die meteorologischen Parameter an der Bergstation Sonnblick und einer Talstation in Kolm Saigurn auf. Auswertung: Institut für Geodäsie u. Geophysik der TU-Wien.

Ansprechpartner:
Doz.Dr. R.Weber, DI Elisabeth Fragner
Institut für Geodäsie und Geophysik
Technische Universität Wien

Ing. Jakob Frank
KELAG
Kanzlweg 19
A-9523 Landskron
jakob.frank@kelag.at

Auf den Sonnblick führt eine der "wildesten" Seilbahnen Europas

Die steilsten Eisrinnen bei klassischen Klettereien in den Hohen Tauern erreichen Steilheiten um die 50 Grad. Die kleine Material- und Personenseilbahn auf den Rauriser Sonnblick ist im Gipfelbereich der Nordwand stolze 47 Grad gegenüber der Horizontalen geneigt. Ohne sie wären Betrieb des Observatoriums sowie die gastronomische Bewirtschaftung des Zittelhauses kaum möglich - zumindest nicht so kostengünstig. Mittlerweile ist die Materialseilbahn modernisiert und für eingeschränkten Personenverkehr offiziell zugelassen. Sie wartet mit einigen Extremen auf.

Die Anlage ist alles andere als komfortabel, weil sie wegen der Steilheit der Trassenführung kaum ebene Sitzflächen bietet. Für viele Fahrgäste ist die Seilbahn sogar "spartanisch". Wenn Höhenwinde zu stark sind, dann geht mit dem liebevoll "Kisterl" genannten System nichts mehr. Bei Notfällen heißt es dann zu Fuß gehen, die Ski zu benützen oder einen Hubschraubereinsatz in Erwägung zu ziehen. Es gibt in Europa nur wenig Materialseilbahnen, die so extrem sind wie jene auf den Sonnblick. Sehr ausgesetzt und mit bergwärts nur einer Stütze hängt das insgesamt 3.300 Meter lange Tragseil in der Nordwand bzw. Nordostwand. Es hat 18 Millimeter Durchmesser, ist in der Bergstation fix verankert und im Tal mit 13 Tonnen flexibel auf Zug gehalten. Das Zugseil hat einen Durchmesser von 11 Millimetern.

In 20 Minuten auf den Gipfel

Ein Limit für die kleine Sonnblick-Seilbahn sind Windgeschwindigkeiten 30 bis 40 km/h je nach Richtung, und solche werden im Hochgebirge oft erreicht. Die Talstation liegt 1.484 Höhenmeter tiefer beim Ammererhof in Kolm Saigurn. Kaum zu glauben, dass ein Elektromotor in der Bergstation mit 39KW vollauf genügt, um das voll beladene Gefährt mit einer Geschwindigkeit von ca. 10km/h oder 2,6m/s bergwärts zu ziehen. Die Reise von Kolm auf den Gipfel dauert so ziemlich genau 20 Minuten.

Notfallplan, wenn der Strom ausfällt

"Erweiterer Werksverkehr" nennt sich der behördliche abgesegnete Fahrbetrieb, wonach neben Material und Gütern auch Personen transportiert werden dürfen - aber nur wer im Observatorium oder Zittelhaus beschäftigt ist. Die kommerzielle oder touristische Nutzung ist untersagt. Mit der Erlaubnis für Personentransport sind strenge technische und organisatorische Auflagen verbunden. Falls die Stromversorgung über das normale talgebundene Netz der KELAG den Geist aufgeben sollte, steht ein Notstrom-Dieselaggregat samt Generator zur Verfügung. Wenn auch das ausfällt, gibt es einen eigenständigen Notmotor, damit das "Kisterl" die nächstgelegene Station erreichen kann.

Abseilen oder Rettungshubschrauber

Für den äußersten Notfall liegt für Passagiere auch ein professionelles Bergegerät bereit, mit dem sie sich über große Tiefen bis auf den Grund abseilen können. Bei entsprechendem Wetter wäre auch eine Notfallbergung mit dem Rettungshubschrauber möglich. Um den Personenverkehr laut geltenden Vorschriften ordnungsgemäß zu betreuen, muss während der Fahrt eine dauernde Funkverbindung zwischen Führerstand in der Bergstation und Passagieren aufrecht erhalten. werden.

freier Blick zur Talstation Foto: Schauer

Ansprechpartner:
Dr. Michael Staudinger, DI Gerhard Schauer
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Freisaalweg 16
A-5020 Salzburg,
+43(662)626301, +43(662)626301-31
michael.staudinger@zamg.ac.at, gerhard.schauer@zamg.ac.at

Forschungbedingungen auf 3100m wie im Labor

Um den breit gestreuten Projekten mit ihren komplexen und hochgenauen Messungen gute Forschungsbedingungen zu garantieren, muß auch laufend die Infrastruktur verfeinert werden. So wird z.B. mittels Luftmanagement die im Observatorium umgesetzte Atemluft an einem zentralen Punkt wieder ausgeblasen. Internetanbindung natürlich inklusive...

In den letzten 20 Jahren wurde das Sonnblickobservatorium zu einem Zentrum österreichischer Atmosphärenforschung weil hier einmalige und unvergleichliche Bedingen für die Wissenschaftler geschaffen wurden: Weitab von lokalen Verschmutzungsquellen, die jede Messung empfindlich stören können, kann genau untersucht werden, was sich in der freien Atmosphäre über dem europäischen Kontinent abspielt und wie das Zusammenwirken von Sonnenstrahlung, Niederschlag und den einzelnen hochaktiven Spurenelementen funktioniert.

Bedingung ist aber auch, daß am Observatorium selbst keine Emissionen stattfinden, Heizung und Seilbahn werden daher nur elektrisch betrieben. Voraussetzung dafür ist eine 38kV Leitung, die von der AHP - Verbund vor 20 Jahren auf der Strecke Zirm-

„Nabelschnur" der AHP-Verbund zum Observatorium Foto: Staudinger

see - Sonnblick installiert wurde und die seither ohne einen Tag Unterbrechung ausreichend Strom lieferte. Für den nicht wahrscheinlichen, aber durchaus möglichen Fall eines Stromausfalls stehen Dieselaggregate mit ausreichender Leistung für Seilbahn und Heizung bereit.

Damit innerhalb des Hauses Emissionen von Meßgeräten und sonstigen Infrastruktureinrichtungen nicht in die Ansaugvorrichtung der hochempfindlichen Meßanlagen gelangen können, wird das Innere des Hauses unter leichtem Unterdruck gehalten. Die dabei angesaugte Luft wird 20m höher über den Turm nach oben ausgeblasen. Damit kann auch gleichzeitig die Temperatur in den Räumen reguliert werden, einzelne Meßgeräte heizen auf Grund ihrer Leistung in den Laborräumen stärker als eine Zentralheizung.

Entlüftungskonzept Foto: Staudinger

An Räumlichkeiten stehen innen für Laborzwecke ca. 60m² zur Verfügung, auf den Außenterrassen sind es ca 100m². Die Nutzung jedes Quadratmeters muß daher innen und außen gut geplant werden, da die Meßgeräte sich gegenseitig beeinflussen könnten. Die Betreuung der Meßeinrichtungen und kleinere Wartungsarbeiten werden durch 4 Beobachter und einen Wissenschaftler (Meßtechniker) wahrgenommen. 2 Beobachter sind ständig vor Ort, der Wissenschaftler kommt 1 mal pro Woche auf das Observatorium.
Ein Glasfasernetzwerk („fibre to the desk") steht in allen Laborräumen für die Datenübertragung zur Verfügung, die Glasfaser schützt gleichzeitig die Netzwerkkomponenten vor den Folgen von Blitzen. Die Verbindung nach außen wird zur Zeit über ISDN hergestellt, an einer highspeed - Anbindung ins Internet wird gerade gearbeitet.

Normalerweise ist das Observatorium für Projektanten über die Seilbahn erreichbar. Für den Fall daß die Seilbahn auf Grund der Wetterlage (zu starke Windgeschwindigkeit) nicht benützt werden kann, steht ein Bergführer zur Verfügung, der kleinere Gruppen sicher ins Tal bringen kann. Vorraussetzung für den ca. 4 stündigen Fußmarsch sind aber entsprechende Ausrüstung und festes Schuhwerk, das bei jedem Besuch mitgeführt werden muß.

Ansprechpartner:
Dr. Michael Staudinger, DI Gerhard Schauer
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Freisaalweg 16
A-5020 Salzburg
+43(662)626301, +43(662)626301-31
michael.staudinger@zamg.ac.at, gerhard.schauer@zamg.ac.at

Dr. Wolfgang Schöner
Generalsekretär Sonnblickverein
Hohe Warte 38
A-1190 Wien
+43(1)36026-2290
wolfgang.schoener@zamg.ac.at

Ideen bewegen
die Welt.
Aber wie kommen
die Ideen auf die Welt?
Spin the Globe! Die Welt in die Hand nehmen. Aus einer Idee etwas machen. Innovationen realisieren. Forschen. Und entwickeln. Bei Siemens machen Tausende von Menschen aus Ideen Produkte und Systemlösungen für ein einfacheres, sichereres und komfortableres Leben. Zum Beispiel in der Telekommunikation, der Verkehrstechnik, in der Medizin oder am Energiesektor. www.siemens.at
SIEMENS
Global network of innovation

- beratung
- computersatz
- high-end-scans
- digital proof
- datenübernahme
- computer to plate
- 5-farb-offset
- direct mail
- webdesign & konzept
- bildcomposings

DRUCK Huttegger SALZBURG

druckerei huttegger
ges.m.b.h. & co. kg

strubergasse 15
5020 salzburg

telefon 0662/431335-0
fax 0662/431335-10

isdn 0662/429974
www.huttegger.at
office@huttegger.at