



SONNBLICK

Observatorium über den Wolken

Wissenschaftliche Aktivitäten 2014



ZAMG



QUALITÄT DURCH BETREUUNG

(Foto: B. Niedermoser)

Seit 128 Jahren ist das Sonnblick Observatorium permanent besetzt, mit Ausnahme von 4 Tagen nach dem Ende des Ersten Weltkrieges. Auch in High-Tech-Zeiten ist Menschenhand nötig, will man hochqualitative Messungen erreichen. Reif, Schnee und Wind in 3.100 m verzerren jede automatische Messung. Letztendlich liegt die Bedeutung des Observatoriums in den Messreihen, dies ist der bleibende Wert für das 22. Jahrhundert. Jeweils 2 vom Team haben gleichzeitig Dienst, der in einem durch 14 Tage dauert. Die Beobachter v. l.: Hermann Scheer, Ludwig Rasser, Norbert Daxbacher, Matthias Daxbacher

EIN STANDORT DER EXTRAKLASSE

(Titelseite; Foto: M. Daxbacher)

Ein ungewohnter Blick auf das Sonnblick Observatorium. Von der Goldbergspitze Richtung Norden. Der Sonnblick steht frei anströmbar aus allen Richtungen unmittelbar am Alpenhauptkamm. Im Hintergrund Berchtesgadener Alpen und Tennengebirge, dazwischen lässt sich der Böhmerwald erahnen. Durch seine Lage ist der Sonnblick ein idealer Anknüpfungspunkt an die freie Atmosphäre und den Ferntransport. Frei von eigenen Emissionen ist er prädestiniert für Reinluftmessungen. Nach Süden hin ist die Forschungsstation umgeben vom Kleinfleißkees und Goldbergkees und erbaut auf Permafrost. Fragen des Klimawandels sind daher seit Beginn an ein zentraler Punkt der Forschungsaktivitäten.

Herausgeber: ZAMG, Hohe Warte 38, 1190 Wien

Redaktion: Bernhard Niedermoser

Für den Inhalt verantwortlich: die jeweiligen Autoren



Vorwort

Reinhold Mitterlehner	02
-----------------------------	----

Geschichte und Entstehung

Die tragenden Kräfte einer langen Geschichte: Der Sonnblick – eine österreichische Lösung	03
Sonnblickverein: Die fortschreitende Entwicklung der Meteorologie als Wissenschaft hat die Erforschung der	04

Meteorologie

Messtechnik in 3.100 m - zwischen massiver Mechanik und digitalen Sensoren	05
Ein extremer Standort – ein Standort für Rekorde	06

Atmosphärenchemie – Internationales Netzwerk

Global Atmosphere Watch – Internationale Kooperation zum Schutz der Atmosphäre	07
Die DACH-Kooperation	08

Atmosphärenchemie

Höhentaugliche Messgeräte überprüfen die Bergluft	09
Langzeitbeobachtung der atmosphärischen Radonaktivität auf dem Sonnblick	10
Aerosolmessungen	11
Charakterisierung von Ereignissen mit erhöhter Staubmasse	12
MONARPOP-Persistent Organic Pollutants: Sonnblick-Teil des Global Monitoring Plan	13
MONAIRNET - Tschechisch-Österreichisches Luftmessnetz für POPs	14
MONET - MONitoring NETwork of persistent organic compounds in the air using the passive air sampling technique	15

Ferntransport von Aerosolen

Emissionsbeiträge aus natürlichen Quellen	16
Ferntransport aus der Wüste	17
Tracking back air pollution, dust, radioactivity and stratospheric ozone	18

Biosphäre

Mikrobielle Charakterisierung von Bioaerosolen	19
--	----

Niederschlagschemie

Niederschlagschemie am Sonnblick	20
Schneechemie am Sonnblick	21

Radioaktivität

Österreichisches Strahlenfrühwarnsystem	22
“Mitbringsel” der Luft nach nuklearen Unfällen	23

Strahlung

Langzeitmessungen des Gesamtzons und hochaufgelöste spektrale Messungen der UV-Strahlung am Hohen Sonnblick ..	24
ARAD / BSRN : Exakte Messung der Sonnen- und Wärmestrahlung	25
UVSkinRisk - Gesundheitsrisiko Hautkrebs durch UV-Strahlung im Kontext eines sich wandelnden Klimas.....	26

Geologie und Permafrost

Geologie - Standsicherheit der Materialseilbahn	27
Permafrost Monitoring-Netzwerk im Sonnblickgebiet	28
MOREXPERT - Monitoring Expert System for Hazardous Rock Walls	29

Glaziologie, Schnee und Lawinen

Landschaftsentwicklung nördlich des Sonnblicks während des alpinen Spätglazials	30
Gletschermonitoring Sonnblick und Pasterze	31
Glaziologie und Hydrologie: U_GLACIER	32
Monitoring der Schneebedeckung mit automatischen Kameras	33
Lawinenmeldestation Sonnblick	34

Kunst

Wetterwürfel	35
--------------------	----





Klima- und Umweltforschung haben in den vergangenen zwei Jahrzehnten enorm an Bedeutung gewonnen. Nicht nur global und weit weg, sondern im starken Maße auch bei uns in Österreich. So haben sich zum Beispiel Klimaänderungen im alpinen Raum etwa doppelt so stark ausgewirkt wie in den tieferen Lagen. Damit verbunden sind Auswirkungen auf den Tourismus als bedeutenden Wirtschaftszweig Österreichs einerseits und stark spürbare Veränderungen für Flora und Fauna andererseits. Sowohl Ökonomie als auch Ökologie sind somit Zielgruppe der Klima- und Umweltforschung.

Für die genaue Erforschung der in den Alpen auftretenden Phänomene braucht es entsprechende wissenschaftliche Grundlagen und Rahmenbedingungen, denn die Fragestellungen sind komplex und erfordern ein sehr gut abgestimmtes Zusammenspiel verschiedenster Fachrichtungen. Anregungen für die notwendigen Forschungsvorhaben entstehen dabei fachübergreifend aus dem wertvollen Dialog zwischen den verschiedenen Disziplinen.

Am Sonnblickobservatorium, der höchstgelegenen interdisziplinären Forschungseinrichtung in Europa, werden derzeit mehr als vierzig verschiedene Forschungsprojekte gleichzeitig auf engstem Raum durchgeführt. Die Kooperation zwischen den verschiedenen Institutionen entspricht einer ‚gelebten Interdisziplinarität‘ im besten Sinne. Der Datenaustausch in einem Online-Netzwerk direkt am Observatorium, die Abstimmung von Forschungsprojekten und die gemeinsame Nutzung der räumlich sehr knappen Infrastruktur wurden in den vergangenen Jahren erfolgreich praktiziert.

Erfolgreiche Wissenschafts- und Forschungspolitik bedeutet, heute die Antworten auf die Fragen von morgen vorzubereiten. Nur durch ein detailliertes Verständnis der Ursachen können gezielte und wirksame Gegenmaßnahmen in einem internationalen Zusammenhang getroffen werden. Österreichs Beitrag zur Erfüllung der internationalen Klimaabkommen findet hier eine seiner wichtigsten wissenschaftlichen Grundlagen.

Die Erfolgsgeschichte des exponierten Höhenobservatoriums der ZAMG inmitten der Hohen Tauern ist geprägt von starken Persönlichkeiten, von Wissenschaftler/-innen mit Weitblick, von Beobachter/-innen mit einem engen Bezug zu den Bergen sowie einer sehr hohen Akzeptanz und Verbundenheit mit der Bevölkerung der umliegenden Täler. Kaum vorstellbar, dass dieser extreme Arbeitsplatz in den vergangenen 128 Jahren nur vier Tage unbesetzt war.

Die ZAMG als Betreiber dieser Einrichtung und der Sonnblickverein als Eigentümer des Observatoriums haben in einer mehr als hundertjährigen Zusammenarbeit viele Herausforderungen gemeistert. Vorbildlich war die Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern bei der 2007 abgeschlossenen geologischen Sanierung des Gipfelaufbaus. Die gemeinsame Finanzierung unter der Beteiligung privater Sponsoren war der Beweis dafür, dass der Sonnblick eine ‚nationale‘ Angelegenheit im besten Sinn des Wortes ist.

Mein Dank gilt allen Mitarbeiter/-innen und ich darf Ihnen auf diesem Wege auch für die künftigen Projekte alles Gute und viel Erfolg wünschen.

Dr. Reinhold Mitterlehner
Bundesminister für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft



Der Sonnblick – eine österreichische Lösung

Franz Schausberger, Michael Staudinger

Der Sonnblick passt nur schwer in unsere schnelllebige Zeit, in der so vieles in kurzlebigen Projektzyklen und Jahresbudgetplanungen gedacht wird. Ein kleiner Gebäudekomplex, der seit beinahe 130 Jahren ständig besetzt ist, inmitten eines abweisenden Hochgebirges am Alpenhauptkamm, extrem exponiert und nur beschwerlich erreichbar – ein Vorposten der Forschung, der sein Bestehen neben einiger Pioniere vor allem dem Zusammenspiel von Sonnblickverein und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik verdankt.

Der Blick auf den Steinturm aus dem Jahr 1886 und die daneben montierten Messgeräte zeigt, wie Tradition und Moderne ineinander greifen.



Abb.1: Der Beginn der Wetterwarte am Sonnblick (Stich von A. Heilmann, 1886)

Ohne lange Tradition würde sich nicht so viele Projekte rund um die Themen Atmosphärenphysik und Umweltchemie ansiedeln.



Abb.2: Das wachsende Observatorium in den 1950ern.

Die Geschichte des Observatoriums ist geprägt von Pioniergeist an der Grenze des technisch Möglichen. Obwohl der Goldbergbau auf Grund der vorstoßenden Gletscher im 19. Jahrhundert schwieriger wurde, ermöglichte der Bergbau die Errichtung und den Betrieb des Observatoriums. Die damaligen Herausforderungen waren vergleichbar mit einer Expedition auf einen Achttausender im 20. Jahrhundert. Getragen wurden Kosten und Organisation seit den ersten Jahrzehnten durch den Sonnblickverein als private Initiative und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik als staatliche Institution. Der gleiche Pioniergeist wie damals ist auch heute notwendig, wenn neue Messverfahren unter den oft sehr widrigen Bedingungen auf 3100 m Höhe erprobt werden. Tonnenschwere Eislasten und Stürme um 200 km/h setzen Geräten und Mannschaft zu.



Abb.3: Das Sonnblickobservatorium der Gegenwart

Das Observatorium hat in den letzten 30 Jahren einen enormen Aufschwung durchgemacht. Diese kleine Broschüre sollte einen Überblick über die vielfältigen Aktivitäten geben und zeigen, wie komplex die Fragestellungen und Methoden geworden sind.

Autoren:

F. Schausberger¹

M. Staudinger²

1) Sonnblickverein

2) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

Ansprechpartner:

Univ. Prof. Dr. Franz Schausberger, Landeshauptmann a. D., Vorsitzender des Sonnblickvereins

Prof. Dr. Michael Staudinger, Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Hohe Warte 19, 1191 Wien

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

Wolfgang Schöner, Bernhard Niedermoser

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 die Realität umgesetzt worden. Rojacher und seine Knappen waren es auch, die in den 1880ern den Betrieb des Observatoriums sicherstellten. Die Erhaltung des Observatoriums wurde anfangs von der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie wahrgenommen.

Durch den Tod Rojachers im Jahre 1891 war jedoch die 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 die wissenschaftliche Forschung im Hochgebirge im Bereich der Meteorologie und Geophysik gefördert.

schwierigeren Zeiten war die Erhaltung des Observatoriums oft gefährdet und konnte nur durch den persönlichen Einsatz Einzelner gesichert werden.

Zu Beginn der 1980er Jahre wurde das Observatorium in einen modernen Zustand gebracht. Energie wird seither 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 gelegt, die von internationalen Forschergruppen genutzt werden.



Abb.1: Das Gelehrtenzimmer im frühen Observatorium

Wissenschaftler aller Richtungen haben die einmaligen Vorzüge des Observatoriums genutzt, stellvertretend für viele sei hier der Entdecker der kosmischen Strahlung, Nobelpreisträger Viktor Franz Hess genannt. In



Abb.2: Heute – ein High-Tech-Observatorium an einem extrem exponierten Platz

Die finanziellen Mittel für den Betrieb des Observatoriums werden vom Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, der Österreichischen Akademie der Wissenschaft, der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, den Bundesländern Salzburg und Kärnten sowie durch Vereinsbeiträge und Spenden bereitgestellt.

Autoren:

W. Schöner¹

B. Niedermoser²

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

2) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Salzburg

Ansprechpartner:

Dr. Wolfgang Schöner, Generalsekretär Sonnblickverein,
Hohe Warte 38, 1190 Wien,

Tel.: +43 (1) 36026 2290

E-Mail: w.schoener@zamg.ac.at



Messtechnik in 3.100 m - zwischen massiver Mechanik und digitalen Sensoren

Roman Pachler

Seit 1886 - seit 128 Jahren – machen Wetterbeobachter auf dem Sonnblick täglich meteorologische Aufzeichnungen. Die harten Bedingungen auf 3.100 m sind in diesen Jahren gleich geblieben, die Technik hat sich deutlich gewandelt. Vieles wird inzwischen automatisch gemessen, aber nicht alles ist in dieser Höhe mit der Elektronik einfacher geworden.

Die Erfassung des Windes erfolgte noch bis in die 1980er-Jahre auf mechanische Art über eine Trommel im alten Wasserturm. Dann wurde – zusätzlich zur mechanischen Registrierungen – auf elektronische Messung und digitale Sensoren umgestellt.



Abb.1: Blick vom Turm auf eine Messplattform (Foto: B. Hynek)

Das Observatorium wurde mehrmals erweitert, hat im Inneren jedoch noch jenen Grundriss der Anfangsjahre. Dadurch gibt es gleichgebliebene Messstandorte wie die „Fensterhütte“ an der Nordseite des alten Wasserturms. Dort werden in unveränderter Aufstellung seit 128 Jahren Temperatur und Luftfeuchtigkeit registriert.



Abb.2: Alt neben Neu – die zwei Wassertürme des Observatoriums (Foto: L. Rasser)

Auf eigenen Messplattformen messen hochsensible Geräte (Abb. 1). Damit in 3.100 m aber auch das

gemessen wird, was man messen will, dafür sorgt die Sonnblickmannschaft. Denn nur durch die permanente Kontrolle der Messungen vor Ort und die tägliche „Pflege“ der High-Tech-Geräte durch das Befreien von ständig wachsenden Raureifansätzen (Abb. 3), ist es möglich, qualitativ wertvolle Messserien zu liefern. Und letztendlich sind es genau diese Messdaten, die ein Bergobservatorium so unverzichtbar für die Gegenwart und die Nachwelt machen.



Abb.3: Raureif der letzten Nacht (G. Schauer)

Durch die Gebäude auf dem Sonnblickgipfel entstehen unerwünschte Turbulenzen. Deshalb wurde 1995 der 20 Meter hohe Messturm errichtet (Abb. 2). Der Wind und andere Spezialparameter können somit unbeeinflusst von Gebäudeeffekten erfasst werden.

Autor:

R. Pachler¹

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Salzburg

Ansprechpartner:

Ing. Roman Pachler

Tel.: +43 (662) 626301-3626, e-mail: r.pachler@zamg.ac.at



Ein extremer Standort – ein Standort für Rekorde

Ludwig Rasser, Matthias Daxbacher, Hermann Scheer, Norbert Daxbacher

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

Ältestes Bergobservatorium Europas:

- ~ erbaut 1886
- ~ seit 128 Jahren permanent besetzt, mit Ausnahme von 4 Tagen nach dem Ende des Ersten Weltkrieges
- ~ der höchste dauernd besetzte Arbeitsplatz Österreichs
- ~ 4 Wetterbeobachter im Wechseldienst
- ~ Dienstzeiten: 15 Tage Dienst, 10 Tage frei
- ~ mindestens 2 Beobachter sind gleichzeitig im Dienst

Meteorologische Rekorde am Sonnblick:

Temperatur :

Absolutes Maximum $+15,3^{\circ}\text{C}$ (30.06.2012)
Absolutes Minimum $-37,4^{\circ}\text{C}$ (02.01.1905)

Monatsmitteltemperatur :

Maximum $+5,7^{\circ}\text{C}$ (08/2003)
Minimum $-21,1^{\circ}\text{C}$ (02/1956)

Jahresmitteltemperatur :

Maximum $-4,2^{\circ}\text{C}$ (2002)
Minimum $-7,8^{\circ}\text{C}$ (1909)

Niederschlag:

Maximaler Monatssumme 490 mm (05/1962)

Schneedecke :

Gesamthöhe Maximum 1190 cm (05/1944)

Wind :

Böen $201,6\text{ km/h}$ (20.12.1993)
Tagesmittel $123,1\text{ km/h}$ (17.01.1920)

Luftdruck:

Maximum 717,1 hPa (17.09.1975)
Minimum 654,4 hPa (26.02.1989)

Saharastaub:

In leichter Ausprägung fast 1 mal im Monat
Als intensiveres Phänomen ca. 2 bis 4 mal pro Jahr.



Abb.1: Über Nacht mit 4 m Neuschnee zugewehrter Eingangsbereich (H. Scheer)



Abb.2: Raureif am Suntracker vor der täglichen „Befreiung“ (N.Daxbacher)

Autoren:

L. Rasser¹, M. Daxbacher¹, H. Scheer¹, N. Daxbacher¹
1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Salzburg

Ansprechpartner:

ZAMG - Sonnblickobservatorium
5661 Rauris
sonnblick@zamg.ac.at
www.sonnblick.net



Global Atmosphere Watch – Internationale Kooperation zum Schutz der Atmosphäre

August Kaiser

Das Sonnblick Observatorium trägt zum weltweiten Messnetz zur Erforschung der großräumigen chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre des Global Atmosphere Watch Programm (GAW) der World Meteorological Organization bei. Solche Messstellen sollten frei von Einflüssen lokaler oder regionaler Schadstoffquellen sein. Die enge Zusammenarbeit mit den deutschen GAW Stationen Hohenpeißenberg/Zugspitze und dem Schweizer Observatorium am Jungfraujoch bildet die so genannte „GAW-DACH-Kooperation“.

Messprogramm: Der Beitrag Österreichs zu GAW besteht aus den meteorologischen Messungen (ZAMG), Spurengasmessungen (Umweltbundesamt), Gesamttozon und UV-B (Inst. für Meteorologie der Universität für Bodenkultur), Beryllium-7 (Bundeskanzleramt) sowie Niederschlagschemie (Inst. für Chemische Technologien und Analytik der TU Wien gemeinsam mit der Salzburger Landesregierung).

Früherkennung von Spurengastrends: Infolge seiner einzigartigen Lage abseits von Schadstoffquellen ist der Sonnblick vorzüglich geeignet, großräumige Trends der Spurengase frühzeitig zu erkennen (Abb. 1): Kohlendioxid (CO_2 (ppm), violette Kurve) nimmt seit Beginn der Messungen kontinuierlich zu (1 ppm ist 1 Teil unter 1 Million Teilen Luft). Ozon (O_3 (ppb), blau) erreicht im Jahr 2003 das Maximum und nimmt danach ab (1 ppb ist 1 Teil unter 1 Milliarde Teilen Luft).

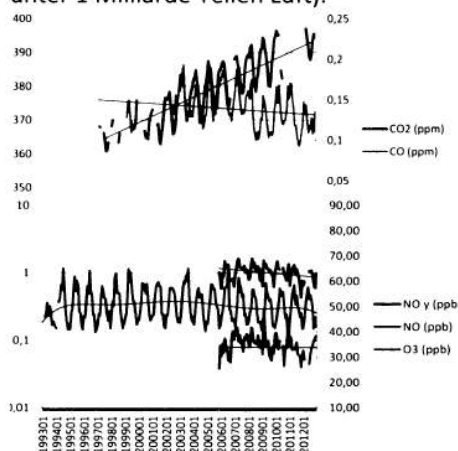


Abb. 1: Monatsmittelwerte der Spurengase am Sonnblick 1.1.1993 - 31.12.2012.

Oben: CO (ppm, rechte Skala) und CO_2 (ppm, linke Skala).
Unten: O_3 (ppb, rechte Skala), NO_y und NO (ppb, linke Skala).

Kohlenmonoxid (CO , grün) und Stickoxide (NO_y , schwarz) zeigen einen geringfügigen Rückgang, Stickstoffmonoxid (NO , rot) ist nahezu unverändert. Die Spurengastrends am Sonnblick sind konsistent mit den Trends an den Partnerstationen Jungfraujoch, Zugspitze und Hohenpeißenberg.

Autor:

A. Kaiser¹

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

Meteorologische Analysen der Spurengastrends mit Schwerpunkt Ozon sind in Arbeit: Der Ozonanstieg vor 2003 ist im Winter am stärksten und in Widerspruch zum Rückgang der Ozon-Vorläufgase. Erste Ergebnisse zeigen die Abhängigkeit der Ozonkonzentration von der großräumigen Wetterlage: Im Winter ist die Ozonkonzentration umso höher, je länger sich die Luft in der freien Troposphäre oberhalb einer Höhe von 2.000 m aufhält, bevor sie den Sonnblick erreicht (Abb.2). Der Trend von Luftströmungen aus Höhen oberhalb von 2.000 m, berechnet mit Hilfe von Trajektorien, ähnelt dem Trendverlauf von Ozon (Abb. 3).

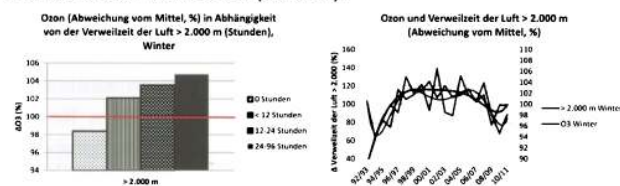


Abbildung 2 (links): Abhängigkeit der Ozonkonzentration (Abweichung vom Mittel, %) von der Aufenthaltsdauer der Luft in Höhen >2.000 m im Winter

Abb. 3 (rechts): Trends von Ozon (rechte Skala) und Trajektorien-Verweildauer >2.000 m (linke Skala) im Winter, angenähert mit einem Polynom 6. Grades.

Während der warmen Jahreszeiten ist photochemische Ozonproduktion wirksam, die Ozonkonzentration wird dann auch von der Sonnenscheindauer beeinflusst: Die beiden Sommer mit der längsten Sonnenscheindauer (1994 und 2003) zeigen die höchste Ozonkonzentration und während aller Herbste mit überdurchschnittlich langer Sonnenscheindauer wurde eine Ozonkonzentration über dem Durchschnitt gemessen (beides in Abb. 4 durch Markierung hervorgehoben).

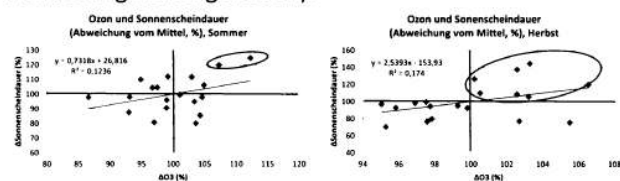


Abb.4: Ozon und Sonnenscheindauer (Abweichung von Durchschnitt, %).

Links: Sommer, rechts: Herbst

Die vollständigen systematischen Auswertungen werden noch 2014 als Publikation eingereicht.

Ansprechpartner:

Dr. August Kaiser

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Hohe Warte 38, 1190 Wien

Tel.: +43 (1) 36026 2407

e-mail: august.kaiser@zamg.ac.at



Die DACH-Kooperation

Stefan Gilge, August Kaiser, Helfried Scheifinger, Wolfgang Fricke

Das Global Atmosphere Watch (GAW) Programm der WMO ist ein globales Netzwerk von ca. 40 Global- und ca. 300 Regionalstationen, die die chemische Zusammensetzung und die physikalischen Eigenschaften der Atmosphäre überwachen, um frühzeitig klima- oder umweltrelevante Änderungen erkennen zu können. Die Zentraleuropäischen Stationen liegen in einem der dicht besiedeltsten Gebiete der Welt. Somit sind die luftchemischen Messgrößen von besonderer Bedeutung, andererseits ist dadurch auch das Erkennen großräumiger Veränderungen schwierig, da die Messsignale nicht von vornherein für ein großes Gebiet repräsentativ sind, sondern in Abhängigkeit von meteorologischen Bedingungen Einflüsse aus unterschiedlichen Richtungen und Entfernungen erhalten. Um Aussagen über mögliche Veränderungen in der Atmosphäre auf eine breitere Datenbasis stützen zu können, haben sich die GAW-Stationen Zugspitze/Hohenpeißenberg (D), Sonnblick (A) und Jungfraujoch (CH) zur sogenannten „DACH-Kooperation“ zusammengeschlossen. Dadurch ist es leichter, kleinskalige Effekte von großräumigen zu unterscheiden.

Die 1995 ins Leben gerufene Kooperation sah zunächst die Entwicklung von Filterfunktionen vor, die möglichst allgemeingültig und automatisch lokale Signale von großräumigen trennen sollten. Dieser Plan erwies sich allerdings als zu ambitiös. Nunmehr wird die gemeinsame Datenbank dazu benutzt, die Zeitreihen verschiedener Spurengase, die an mindestens zwei Stationen gleichzeitig gemessen werden, miteinander zu vergleichen. Das dient zum einen der Qualitätssicherung, da dadurch eventuelle Fehlmessungen schneller erkannt werden; es kann aber auch dazu benutzt werden Zeitlücken in langen Reihen mit Hilfe der Daten anderer Stationen zu interpolieren. Wichtigste Anwendung ist aber die wissenschaftliche Interpretation von Trends oder bestimmter Anomalien in den Datensätzen, denn durch den großen Datensatz gewinnt man wissenschaftliche Erkenntnisse, die den Interpretationen, die nur auf einer Station beruhen, überlegen sind. Als Beispiel sei hier die Trendumkehr des bodennahen Ozons Anfang dieses Jahrtausends genannt, ein weiteres sind die meteorologischen Analysen, wie sie von August Kaiser unter „Atmosphärenchemie“ beschrieben sind.

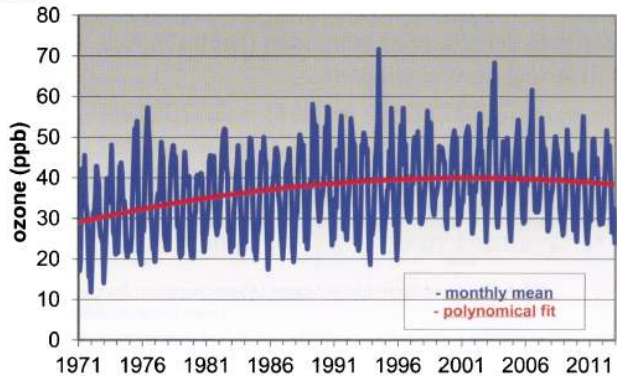


Abb. 1: Zeitreihe des bodennahen Ozons (Monatsmittelwerte und polynomischer Trend) am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg

Bild 1 zeigt die Monatsmittelwerte des troposphärischen Ozons am HPB. Ein starker Anstieg in den 70er und 80er Jahren ist besonders deutlich, der in den 90igern abnimmt und sich seit ca. 2000-2005 scheinbar umkehrt.

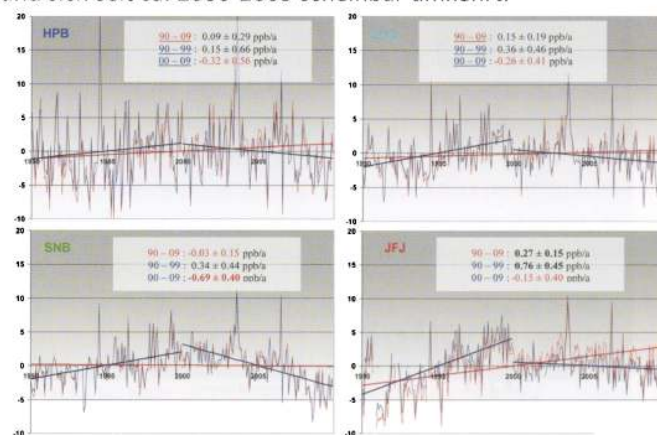


Bild 2: Zeitreihe der monatlichen Ozonanomalien für die Zeiträume 1990-2009 und 1990-1999, bzw. 2000-2009 für die DACH-Stationen HPB, ZUG, SNB und JFJ und jeweiliger linearer Trend.

Um zu überprüfen, ob es sich hierbei um ein lokales Phänomen handelt oder um einen mindestens regional, eventuell auch überregional ausgeprägten Effekt, wurden die DACH-Stationen miteinander verglichen.

Abb. 2 zeigt die Ozonanomalien, also die monatlichen Abweichungen vom Mittelwert über die Gesamtperiode für die Zeiträume 1990 bis 2009 und nochmals getrennt für die 90iger und 2000er Jahre. Drei der vier Stationen zeigen über den Gesamtzeitraum einen ansteigenden Trend, für JFJ ist dieser signifikant. Getrennt für die beiden Dekaden zeigen alle Stationen für die 90er Jahre einen ansteigenden Trend (signifikant für JFJ) und alle einen abfallenden Trend für die 2. Dekade (signifikant für SNB). Damit wird deutlich, dass es sich hierbei um ein Verhalten handelt, dass mindestens für den Alpenraum, wahrscheinlich sogar für Mitteleuropa typisch ist.

Autoren:

Stefan Gilge¹, August Kaiser², Helfried Scheifinger², Wolfgang Fricke¹

1) Deutscher Wetterdienst, Met. Obs. Hohenpeißenberg

2) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

Ansprechpartner:

Dr. Stefan Gilge ; Deutscher Wetterdienst ; Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg ; Albin-Schwaiger-Weg 10 ; D-82383 Hohenpeißenberg

Tel.: +49 69 8062 9741

e-mail: stefan.gilge@dwd.de

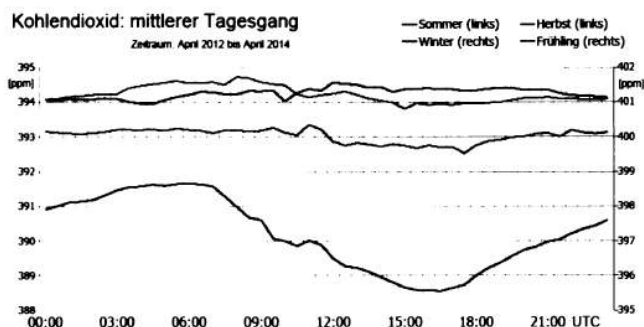


Höhentaugliche Messgeräte überprüfen die Bergluft

Marina Fröhlich, Gerhard Schauer

Seit 1988 misst das österreichische Umweltbundesamt auf dem Sonnblick verschiedene Gase in der Luft. Erfasst werden Ozon, Kohlenmonoxid, Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid sowie die Treibhausgase Methan und Kohlendioxid.

Für diese Messungen wird die Außenluft am nördlichen Teil des Observatoriums über der Dachkante zentral angesaugt und gelangt von dort zu den Messgeräten. Wegen der Höhenlage und der vorherrschenden Wetterbedingungen müssen alle Teile der zentralen Ansaugung ganzjährig elektrisch beheizt werden.



Das reaktive Gas Ozon (O₃) entsteht durch Reaktion von Stickstoffoxiden und Kohlenwasserstoffen unter der Einwirkung von Sonnenlicht. Die Ozonmessung erfolgt mit einem für die Höhenlage modifizierten Messgerät. Das Messprinzip beruht auf der Fähigkeit der Ozonmoleküle, ultraviolettes Licht bei einer Wellenlänge von 254 nm zu absorbieren. Da kaum andere Gase Licht dieser Wellenlänge absorbieren, ist die Abschwächung der Lichtintensität proportional zur Ozonkonzentration.

Das Messprinzip für Kohlenstoffmonoxid (CO) beruht auf der Eigenschaft von Kohlenmonoxid, infrarotes Licht bei einer Wellenlänge von 4,7 µm zu absorbieren. Da dazu aber auch eine ganze Reihe anderer Gase in der Lage sind (insbesondere Wasserdampf und Kohlendioxid), wird aus einem Teil der Außenluft das Kohlenmonoxid katalytisch entfernt. Die Differenz der beiden Signale wird als Maß für die Kohlenmonoxid-Konzentration herangezogen. Als Detektor dient eine dünne Metallmembran, die sich je nach einfallender Infrarotstrahlung verschieden stark ausdehnt.

Stickstoffoxide – am bekanntesten sind Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂), gemeinsam als „NO_x“ bezeichnet – haben sowohl natürliche als auch anthropogene Quellen und spielen eine wichtige Rolle bei der Ozonbildung, der Eutrophierung und der Partikelbildung, wobei ein vorrangiges Ziel die Messung der NO₂-Konzentration ist. Die Bestimmung der Stickstoffoxide beruht auf dem Prinzip der Chemilumineszenz von NO – in der Messkammer reagiert NO mit einem Überschuss an Ozon wieder zu NO₂, wobei Licht im Infrarotbereich abgegeben wird. Für die Messung des in der Außenluft vorhandenen NO₂ ist dieses vorher in NO umzuwandeln. Seit Jänner 2010 ist das NO_x-Messgerät mit einem Photolyse-Konverter zur selektiven Umwandlung von NO₂ in Betrieb, die Umwandlung von höheren Stickstoffoxiden (N₂O₅), salpetriger- und Salpetersäure sowie organische Nitratverbindungen wird damit vermieden.

Die Messung des Treibhausgases Kohlendioxid (CO₂) erfolgte anfangs mit einem für die Höhenlage modifizierten Messgerät mittels Infrarotabsorption. 2011 wurde ein neues Messgerät angeschafft, das auf Laserspektroskopie (Cavity Ring Down Spektrometer) beruht und sich durch höhere Empfindlichkeit und Datenqualität auszeichnet. Da das Messgerät auch Methan (CH₄) detektiert, wurde zusätzlich eine Messreihe für Methan gestartet.

Die korrekte Funktion aller Messgeräte wird täglich automatisch überprüft. Viermal jährlich werden sie mit einem unabhängigen System kalibriert und so die internationale Vergleichbarkeit der Messergebnisse sichergestellt.

Alle Messwerte werden vor Ort aufgezeichnet und sofort in die Umweltbundesamt - Messnetzzentrale nach Wien übertragen. Die Daten von Ozon und Kohlenmonoxid sind von der Umweltbundesamt-Website unter den aktuellen Luftgütedaten prompt abrufbar.

Links:
http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/luft/luftguete_aktuell
<http://ds.data.jma.go.jp/gmd/wdcgg/>

Autoren:

Marina Fröhlich¹⁾, Gerhard Schauer²⁾

1) Umweltbundesamt GmbH

2) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Ansprechpartner :

Mag. Marina Fröhlich

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5, 1090 Wien

Tel.: +43(1)313 04 5862; e-mail: marina.froehlich@umweltbundesamt.at

Langzeitbeobachtung der atmosphärischen Radonaktivität auf dem Sonnblick

Dietmar Wagenbach, Mario Nachbar und Ingeborg Levin

Es wird über die Variation der atmosphärischen Radonaktivität auf dem Sonnblick anhand von zwei Beispielen aus der dekadischen bzw. synoptischen Zeitskala berichtet.

Das Edelgas Radon-222 ist ein natürliches Radionuklid, welches fast ausschliesslich aus dem radioaktiven Zerfall des, im Boden überall vorhandenen, Radium-226 stammt. Seine Quell- und Senkenstärke sind daher vergleichsweise gut bekannt, womit dieses Spurengas für die Untersuchung atmosphärischer Transportvorgänge hervorragend geeignet ist. Das Institut für Umweltphysik hat im Sommer 2003 auf dem Sonnblick Messungen der atmosphärischen Radonaktivität in stündlicher Auflösung begonnen und bis heute fortgesetzt (ergänzt durch kürzere Zeitreihen an den alpinen Observatorien Jungfraujoch und Zugspitze). Motivation dieses Monitor-Programms liefert vornehmlich die Frage, inwieweit auf dem Sonnblick die Variabilität anderer Spurenstoffe durch atmosphärischen Transport erklärt werden kann. Dies betrifft insbesondere Spurenstoffe aus kontinentalen Quellen, deren atmosphärische Aufenthaltsdauer mit der Lebensdauer des Radons gegenüber radioaktivem Zerfall (i.e. 5.5 Tage) annähernd vergleichbar ist.

Aus Abb.1 ist der dominante Einfluß der saisonalen atmosphärischen Vertikalmischung auf das Radonsignal ersichtlich. Es wird erwartet, dass signifikante inter-annuale Schwankungen oder Langzeittrends der Radonzeitreihe auch Änderungen in der zirkulationsbedingten Kontinentalität des Sonnblicks reflektieren.

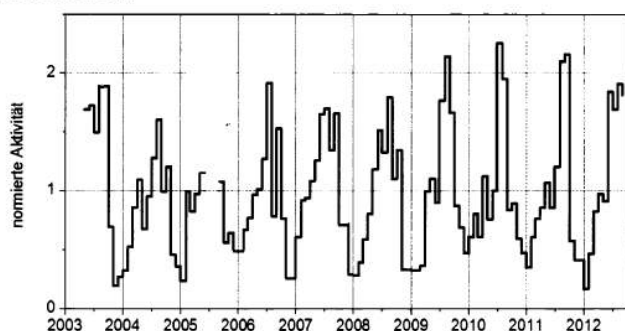


Abb.1: Langzeitverlauf der atmosphärischen Radonaktivität auf dem Sonnblick. Dargestellt sind die monatlichen Mittelwerte relativ zum Gesamtmittel der Beobachtungsperiode.

Abb.2 illustriert ein seltenes Beispiel aus der Vielzahl der beobachteten Radon-Episoden auf der synoptischen Zeitskala:

Autoren:

Dietmar Wagenbach¹, Mario Nachbar¹ und Ingeborg Levin¹

¹) Institut für Umweltphysik, Universität Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

Während der extremen Kältewelle im Februar 2012 wurden auf dem Sonnblick aussergewöhnlich hohe Radonwerte beobachtet, welche sogar über dem typischen sommerlichen Maximum lagen.

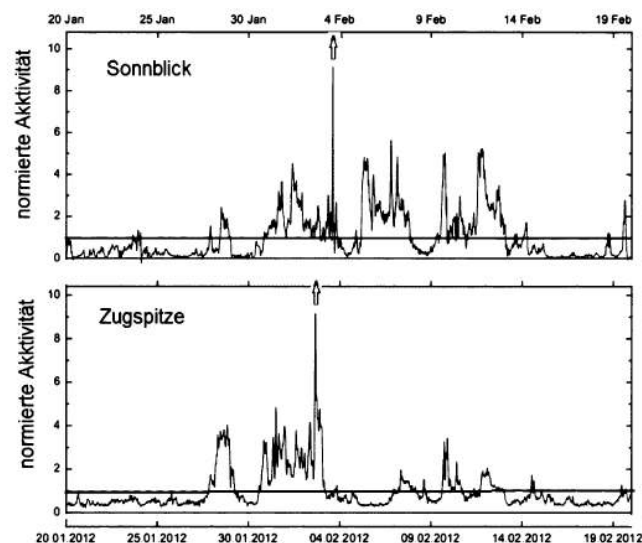


Abb. 2: Vergleich einer Episode ungewöhnlich hoher Radonwerte im Winter 2012 zwischen den Stationen Sonnblick und Zugspitze. Dargestellt sind die stündlichen Mittelwerte relativ zum Gesamtmittel der Beobachtungsperiode. Das scharfe, absolute Maximum (Pfeil) ist am Sonnblick gegenüber der Zugspitze um ca. 15 h verzögert. Der Einfluß radonbelasteter Luftmassen (aus Zentralrussland) erscheint in der zweiten Februarwoche auf dem Sonnblick wesentlich deutlicher als an der Zugspitze.

Da in dieser Jahreszeit die thermische Konvektion zum Vertikaltransport von Luft aus der regionalen Grundsicht nicht wesentlich beitragen kann, muss der Ferntransport stark radonbelasteter Luftmassen aus dem eurasischen Gebieten für die hohen Radonpegel verantwortlich sein. In der Tat war die Kältewelle durch den Zustrom arktische Luft charakterisiert, deren Quellgebiete in Zentralrussland lagen.

Die Sonnblick-Zeitreihen der optisch aktiven Aerosolpartikel (u.a. Mineralstaub) sind im wesentlichen mit der hier gezeigten Radonvariabilität verträglich, es bleibt jedoch abzuwarten, inwieweit dies auch für andere Spurenstoff-Zeitreihen des Sonnblicks gelten kann.

Ansprechpartner :

Dietmar Wagenbach

Institut für Umweltphysik, Universität Heidelberg
INF 229 69120 Heidelberg, Deutschland

Tel.: +49-6221-546310

e-mail: Dietmar.Wagenbach@iup.uni-heidelberg.de



Aerosolmessungen

Anne Kasper-Giebl, Gerhard Schauer

Aerosolpartikel beeinflussen den Strahlungshaushalt der Erde, wobei sie sowohl kühlende Eigenschaften haben, aber auch zu einer weiteren Erwärmung führen können. Da sie Kondensationskeime für Wasserdampf darstellen, bilden sie auch die Grundlage für die Entstehung von Wolken und in der Folge von Niederschlag. Darüber hinaus sind Aerosolpartikel, auch bekannt unter dem Namen Feinstaub, eine gesundheitsrelevante Größe. Die Aerosolmessungen am Sonnblick Observatorium können Grundlagen für all diese Themenbereiche liefern.

Vor mittlerweile fast 25 Jahren wurden die Aerosolmessungen am Sonnblick Observatorium mit einer zweijährige Messreihe zur Erfassung atmosphärischer Spurengase (Schwefeldioxid, Salpetersäure und Ammoniak) und wasserlöslicher Bestandteile des Feinstaubes begonnen.

Die Probenahme wurde täglich mit Filterpacks durchgeführt, um eine simultane Bestimmung teilchenförmiger und gasförmiger Luftinhaltsstoffe zu erhalten.



Abbildung 1: Probenahme mit einem Filterstack im Rahmen der Messungen 1991

In den weiteren Jahren fand dieses erfolgreiche Projekt mehrere Fortsetzungen und Erweiterungen im Rahmen der GAW (Global Atmosphere Watch) – Aktivitäten am Sonnblick Observatorium. Zunächst erfolgte eine Umstellung der Probenahme von Filterpacks auf einen High-Volume Sammler.

Dadurch konnten zusätzlich zu den ionischen Aerosolbestandteilen auch Gesamtkohlenstoff, Ruß und organische Tracer bestimmt werden. Die chemischen Analysen von Filterproben werden kampagnenweise fortgesetzt.



Abbildung 2: Probenahme mit einem High-Volume Sammler

Mittlerweile werden routinemäßig die Aerosolmasse (Sharp 5030, Thermo), die Gesamtanzahl aller Aerosolteilchen (CP-Count, CPC 3022, TSI) und die Anzahlverteilung der Partikel mit einem Durchmesser von mehr als $0,3 \mu\text{m}$ mit einem optischen Teilchenzähler bestimmt (TCC-3, Klotz). Die Probenahme erfolgt seit November 2012 über eine eigene Ansaugvorrichtung, die störungsfreie Messungen auch in den Wintermonaten

ermöglicht. Denn die Probenahme im hochalpinen Bereich stellt aufgrund der geringen Temperaturen und hohen Windgeschwindigkeiten höchste Anforderungen an Material und Technik.

Während es über die Luftqualität in Städten oder in der Umgebung von Industriegebieten verhältnismäßig viele Informationen gibt, liegen für höhere Luftschichten kaum Messdaten vor. Flugmessungen können nur Momentaufnahmen bieten, Bergstationen wie der Sonnblick sind das ganze Jahr verfügbar und erlauben so einen kontinuierlichen Einblick in die Zusammensetzung der Atmosphäre.

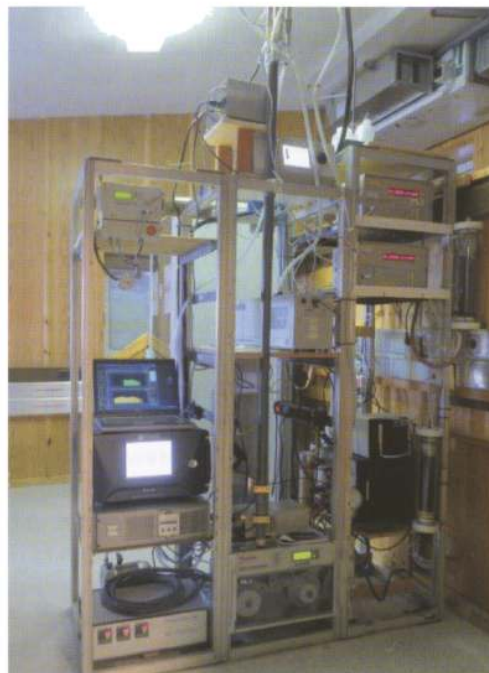


Abbildung 2: Aerosolmessplatz am Sonnblick Observatorium; Die routinemäßig durchgeführten Messungen sind hier mit den Geräten zur Charakterisierung von Sahraastaub (Beitrag „Ferntransport aus der Wüste“) ergänzt

Autoren:

A.Kasper-Giebl¹, G.Schauer²,

- 1) TU-Wien, Institut für Chemische Technologien und Analytik, Österreich
- 2) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Österreich

Ansprechpartner:

A. Kasper-Giebl, Technische Universität Wien
Getreidemarkt 9/164-UPA, 1060 Wien, Österreich
Tel.: +43 (1) 58801-15130
e-mail: akasper@mail.tuwien.ac.at

Charakterisierung von Ereignissen mit erhöhter Staubmasse

Anne Kasper-Giebl, Ulrike Nickus, Ingrid Meran, Gerhard Schauer

Aufgrund seiner Lage in 3106 m Seehöhe werden am Sonnblick Observatorium zumeist sehr geringe Konzentrationswerte für Feinstaub gemessen. An einzelnen Tagen klettern aber auch am Reinluftmesspunkt Sonnblick die Messwerte deutlich in die Höhe. In Extremfällen können dann Feinstaubwerte über dem Immissionsgrenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen werden. Auch wenn am Sonnblick die Anzahl der zulässigen Überschreitungen wohl nie erreicht wird, stellt sich die Frage: Woher kommen diese erhöhten Feinstaubwerte?

Im vorliegenden Projekt wurden Messergebnisse der Monate November und Dezember 2012, sowie Februar bis Juli 2013 untersucht. Abbildung 1 gibt einen Überblick über diesen Zeitraum.

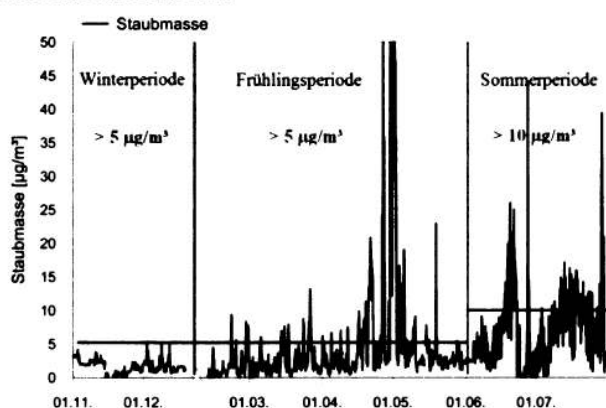


Abbildung 1: Verlauf der Staubmasse am Sonnblick, Nov. 12 - Juli 13. Werte über der roten Linie wurden als Staubereignis definiert.

Erwartungsgemäß wurden in den Wintermonaten deutlich geringere Konzentrationswerte bestimmt als im Frühling und Sommer. Dies ist auf die schlechtere Durchmischung der Luftmassen in der kalten Jahreszeit zurückzuführen. Die verunreinigten bodennahen Luftmassen erreichen den Gipfel des Sonnblicks nicht. Unter diesen Bedingungen kann am Observatorium sogar Luft der freien Troposphäre gemessen werden. Im Frühling und Sommer ist die Atmosphäre viel besser durchmischt und bodennahe Luft kann bis in große Höhen transportiert werden, sodass die Immissionswerte am Sonnblick den Verhältnissen im Tal ähnlicher werden.

Zunächst erfolgte eine Definition der Ereignisse mit erhöhter Feinstaubkonzentration: für die Winter- und die Frühjahrsperiode wurden Halbstundenmittelwerte mit einer Feinstaubkonzentration über $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als erhöht

angesehen. Im Sommer wurde dieser Wert auf $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gesetzt.

Zur Darstellung der so definierten Ereignisse wurde einerseits geprüft, ob der Anstieg der Staubmasse durch Ferntransport von Saharasand verursacht wurde. Andererseits wurden für alle Staubereignisse Wetterlage, Anströmungsrichtung und Stabilität der Atmosphäre analysiert sowie Rückwärtstrajektorien berechnet. Die Untersuchungen zeigten, dass erhöhte Feinstaubkonzentrationswerte am Sonnblick vornehmlich durch:

- Ferntransport von Saharasand
- Advektion von verunreinigten Luftmassen aus der Po-Ebene

hervorgerufen werden.

Der Ferntransport von Saharasand führte dabei zu der stärksten Zunahme der Konzentrationswerte. So waren die Maximalwerte von etwa $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, die in der Periode von 27. April bis 3. Mai 2013 gemessen wurden, auf den Ferntransport von Saharasand zurückzuführen. Doch auch die Advektion von Luftmassen aus der Po-Ebene kann zu einem sehr raschen und deutlichen Anstieg der Staubkonzentrationswerte führen. Im konkreten Fall war dies eine Zunahme auf mehr als $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im April und auf knapp $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Juli 2013. Lokale Windsysteme führen auf dem Sonnblick zwar zu einer allgemeinen Zunahme der Feinstaubbelastung untertags, besonders in den Sommermonaten, tragen aber kaum zur Ausbildung von Extremereignissen bei.

Autoren:

A.Kasper-Giebl¹, U. Nickus², I. Meran, G.Schauer³,

1) TU-Wien, Institut für Chemische Technologien und Analytik, Österreich

2) Uni Innsbruck, Institut für Meteorologie und Geophysik, Österreich

3) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Österreich

Ansprechpartner:

A. Kasper-Giebl

Technische Universität Wien

Getreidemarkt 9/164-UPA, 1060 Wien, Österreich

Tel.: +43 (1) 58801-15130

e-mail: akasper@mail.tuwien.ac.at



MONARPOP-Persistent Organic Pollutants: Teil des Global Monitoring Plans

Wolfgang Moche, Peter Weiss

Die im Rahmen des internationalen Projektes MONARPOP erstmalig an hochalpinen Standorten durchgeführten herkunftsspezifischen Luftmessungen werden nun im Rahmen des Global Monitoring Plans zur Evaluierung der Stockholm Konvention fortgeführt. Gemessen werden persistente organische Schadstoffe (POP) wie Dioxine, PCB, Chlorpestizide etc. in der Deposition und in der Umgebungsluft getrennt nach der Herkunft aus vordefinierten Quellgebieten.

POPs: Umweltverschmutzung über lange Distanzen und Zeiträume. POP (persistent organic pollutants) sind schwer abbaubare organische Schadstoffe, wie etwa polychlorierte Dibenzodioxine oder DDT. Aufgrund der langen Verweildauer werden sie in der Luft über Hunderte von Kilometern verfrachtet. Ihre bevorzugte Bindung an fettreiche oder organische Substanz ist für die Anreicherung in Humus, Pflanzenteilen, tierischem Gewebe sowie in Nahrungsketten verantwortlich. Ein bedenklicher Vorgang, da POP bereits in sehr geringen Konzentrationen eine toxische Wirkung entfalten.

MONARPOP als europäisches Pionierprojekt: MONARPOP erhob in den Jahren 2004 bis 2007 die POP-Belastung im Alpenraum in dreidimensionaler Auflösung. Dazu wurden 40 verteilte Bergstandorte, drei hochalpine Luftmessstationen (Sonnblick, Weißfluhjoch, Zugspitze), fünf verschiedene Probenmedien (Luft, Deposition, Passivsammler, Fichtennadeln, Boden) und über 70 Analyseparameter untersucht. Erstmals verwendet wurde eine Luftprobenahmemethode mit der es möglich ist, die gemessenen Konzentrationen Quellgebieten zuzuordnen. Gesteuert werden diese Probennehmer über Trajektorienvorhersagen der ZAMG in Salzburg. **Die Alpen als Schadstofffänger?** Dabei zeigte sich, dass Fichtennadel- und Humusproben relativ hohe Konzentrationen und höhergelegene Standorte höhere Konzentrationen gewisser, teilweise selbst längst verbotener POP besaßen. Trotz der Abwesenheit lokaler Quellen kam es an diesen Standorten offenbar zu einer Schadstoffanreicherung, und zwar über den Eintrag aus belasteten Luftmassen. Auch an den drei Luftmessstationen wurden sowohl in der Umgebungsluft, als auch in der Deposition Konzentrationen in der gleichen Größenordnung gefunden, wie sie auch in landwirtschaftlich genutzten Gebieten im Flachland vorkommen. **Global Monitoring Plan:** Dies war Grund für die UN das Projekt MONARPOP mit den drei

Luftmessstationen, und damit auch den Sonnblick, in den „Global Monitoring Plan“ zur „Effectiveness Evaluation“ der UN „Stockholm Convention“ zum Verbot bzw. zur Verminderung von Persistenten Organischen Schadstoffen (POP) aufzunehmen. Mit diesen Messungen soll der Erfolg der Regelungen der Stockholm Konvention kontrolliert werden. **Ergebnisse:** Die Konzentrationen die am Sonnblick gemessen wurden liegen in der gleichen Größenordnung, wie jene die an EMEP und AMAP Messstationen gefunden wurden und um ein (PCB) bis zwei (PCDD/F) Größenordnungen niedriger als in Ballungsräumen. Für PCDD/F konnte eine signifikante Abnahme der Konzentrationen an den Messstellen Weißfluhjoch und Zugspitze, nicht jedoch Sonnblick festgestellt werden, für die PCB eine signifikante Abnahme an allen drei Messstationen.

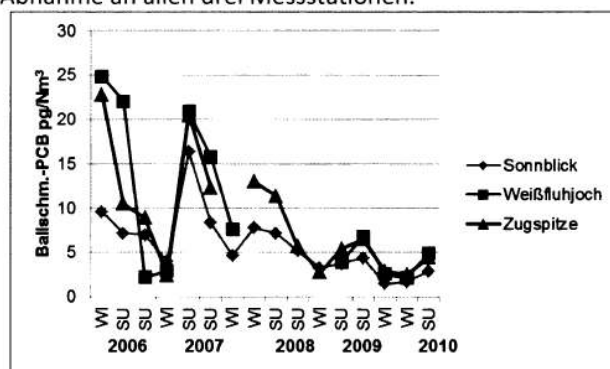


Abbildung 1: Zeitliche Entwicklung der Belastung an drei Bergobservatorien

Bemerkenswert ist der Unterschied zwischen POPs-Konzentration in der Luft und POPs-Deposition. Die Deposition gibt Hinweise zum Eintrag dieser Schadstoffe in die Landschaft. Während bei den Luftkonzentrationen doch deutliche Unterschiede zwischen den Alpengipfeln und quellenahen Gebieten festgestellt wurden, liegt die POPs-Deposition an den Alpengipfeln in gleicher Größenordnung zu quellenahen Gebieten.

Autoren:

Wolfgang Moche¹, Peter Weiss¹,

¹) Umweltbundesamt GmbH, Österreich

Ansprechpartner:

Wolfgang Moche

Umweltbundesamt GmbH; Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien

Tel.: +43(1)31304 5114 (3430); wolfgang.moche@umweltbundesamt.at

MONAIRNET - Tschechisch-Österreichisches Luftmessnetz für POPs

Wolfgang Moche, Peter Weiss, Philipp Hohenblum

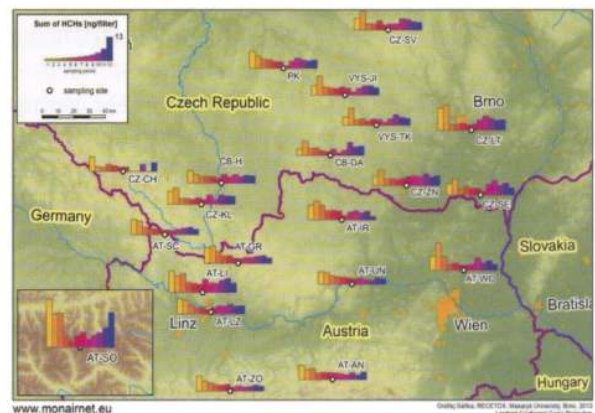
Im Rahmen des EU geförderten Projektes MONAIRNET wurde ein grenzüberschreitendes Messnetz in Österreichisch - Tschechischer Zusammenarbeit aufgebaut. Damit konnten erstmalig vergleichende Daten für POP Konzentrationen im gesamten Studiengebiet gewonnen werden. Um einen Bezug zum bestehenden Messnetz MONARPOP herzustellen wurde das Observatorium Sonnblick in das Messnetz integriert, obwohl es nicht in der eigentlichen Projektregion liegt.

MonAirNet, Stärkung der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit zwischen der Tschechischen Republik und Österreich. Das Hauptziel des Projektes MonAirNet lag bei der Beurteilung atmosphärischer Verschmutzungen durch persistente organische Verbindungen (POPs). Österreich und die Tschechische Republik bilden eine Schlüsselgrenzregion in Europa. Das Projekt zielte daher auf die Beurteilung der Luftverschmutzung in ausgewählten Gebieten beider Länder ab. Im Besonderen wurde durch ein koordiniertes Monitoring der Ferntransport von diesen Stoffen untersucht. **Monitoring Netzwerk:** Im Projekt MonAirNet wurde für die Dauer eines Jahres (2011-2012) ein tschechisch-österreichisches Monitoring-Netzwerk aufgebaut. Es wurden dafür zum Teil Probenahmemethoden eingesetzt, wie sie bereits seit Jahren am Sonnblick im Projekt MONARPOP verwendet werden: Luftprobenahme abhängig von der Herkunft der Luftmasse und Depositionsprobenahme. Zusätzlich wurden Passivsammler auf Basis von Polyurethanschaum verwendet. An insgesamt 20 Messstellen wurden diese Methoden (Passivsammler an allen 20 Messstellen, Depositionssammler an 6 und Luftprobenehmer an 2 Messstellen) angewandt. Des Weiteren wurden Fichtennadeln als Passivsammler untersucht. Zusätzliche Passivsammler wurden zu Referenzzwecken in der Region Svratouch (Bezug zum bestehenden MONET-Netzwerk) und am Hohen Sonnblick (Bezug zum bestehenden MONARPOP Netzwerk) exponiert, obwohl diese nicht in der Projektregion lagen. Alle Proben wurden auf den Gehalt der folgenden Schadstoffe analysiert: PAHs, PCBs, OCPs, PBDEs, PFCs, PCDDs und PCDFs. **Ergebnisse:** Die Messergebnisse bieten erstmals vergleichbare Daten für POP Konzentrationen im gesamten Studiengebiet. Darüber hinaus wurde das MonAirNet-Netzwerk mit bestehenden Langzeit-Monitoring-Netzwerken verknüpft (EMEO, MONARPOP, MONET). Die Ergebnisse wurden statistisch ausgewertet, interpretiert und für die Beurteilung von POP Konzentrationen in den individuellen Regionen verwendet. In Form von Karten stehen sie

lokalen Behörden und der Öffentlichkeit zur Verfügung, unter www.monairnet.eu und www.genasis.cz.

Durch die luftmassenherkunftsabhängigen Probenehmer konnten regionale und ferne POP-Quellen identifiziert werden.

MONAIRNET NETWORK - PASSIVE AIR SAMPLING - sum of HCHs between 9/2011 and 8/2012
SIT MONAIRNET - PASIVNÍ VZORKOVÁNÍ VZDUCHU - suma HCHs v období 9/2011 - 8/2012



MONAIRNET NETWORK - PASSIVE AIR SAMPLING - total DDTs between 9/2011 and 8/2012
SIT MONAIRNET - PASIVNÍ VZORKOVÁNÍ VZDUCHU - suma DDTs v období 9/2011 - 8/2012

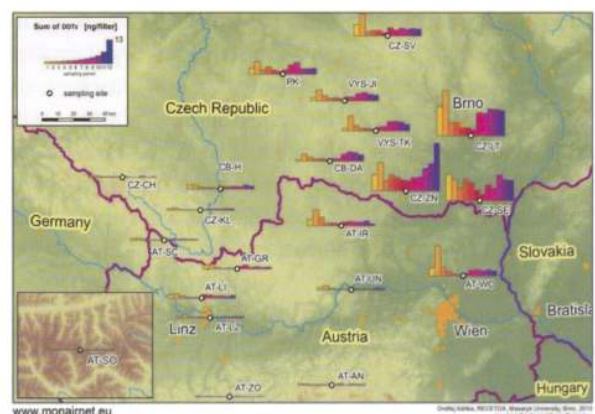


Abbildung 1: Die beiden Karten zeigen den Jahresgang zweier Schadstoffe (DDT und HCH) an den jeweiligen Messstellen. Der Jahresgang im Extrafenster (AT-SO) repräsentiert jeweils den Sonnblick. Die vergleichsweise höheren HCH-Gehalte am Sonnblick sind durch eine lokale Quelle (linden-behandeltes Holz in der benachbarten Alpenvereinschütte „Zittelhaus“) verursacht

Autoren:

Wolfgang Moche¹, Peter Weiss¹, Philipp Hohenblum¹
1) Umweltbundesamt GmbH, Österreich

Ansprechpartner:

Wolfgang Moche, Umweltbundesamt GmbH; A-1090 Wien
Tel.: +43(1)31304 5114 (3430); wolfgang.moche@umweltbundesamt.at



MONET - MONItoring NETwork of persistent organic compounds in the air using the passive air sampling technique

Wolfgang Moche, Peter Weiss, Jana Klánová, Pavel Čupr

Das Sonnblick Observatorium ist Teil des europäischen Messnetzes MONET Europa. Im Rahmen dieses Netzwerkes wird die Verteilung der POPs in Europa mit einfachen, geräuschlos und wartungsarmen Passiv-Luftsammlern untersucht. Die Sammler können auch an entlegenen Hintergrundstandorten aufgestellt werden und erlauben damit einen Vergleich der Belastungssituation in den verschiedensten Teilen Europas. Die Messergebnisse werden in der GENASIS Datenbank, die von der Universität Brunn betrieben wird, gesammelt.

Monet, Monitoring Network. Die Tschechische Republik hat eine lange Tradition bei Monitoring Programmen für POPs in allen wichtigen Umweltmatrices. Im Zusammenhang mit der Stockholm Konvention ist ein Monitoring der Schlüsselmatrix Luft und Muttermilch wichtig. Ein Hauptaugenmerk wurde daher auf die Entwicklung von einfachen und billigen passiven Luftprobenahmetechniken gelegt. Diese Methoden wurden in das nationale Monitoringnetzwerk (MONET CZ) integriert. Basierend auf diesen Erfahrungen wurde in der Folge ein europaweites Langzeitmonitoring Programm an Hintergrundstandorten mit diesen Passivsammlern vorgeschlagen. Derzeit umfasst dieses Netzwerk (MONET Europe) 37 europäische Staaten. Seit 2010 wurde das Netzwerk mit dem Teil MONET Africa um 14 afrikanische Staaten erweitert. Die Messergebnisse sind in der GENASIS Datenbank (www.genasis.cz) einsehbar.



Abbildung 1 Vier Stück Passive-Sammler am Sonnblick

Passivsammler. Passivsammler auf Basis von Polyurethanschaum sind gut geeignet für das Langzeitmonitoring bestimmter POPs. Die Probenahme

erfolgt durch spontane Diffusion der Stoffe aus Umgebungsluft auf den PU-Schaum. Die Luft strömt ungehindert durch den Spalt des Probenehmers über den stationären PU-Schaum, auf welchem die Schadstoffe festgehalten werden.

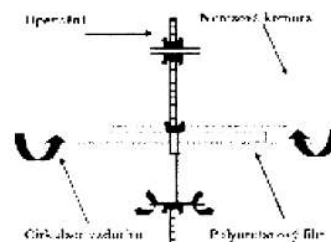


Abbildung 2. Schnitt durch einen Passivsammler

Nach der Exposition (28 Tage) werden die PU-Schäume entnommen und im Labor auf den POP-Gehalt analysiert. Passivsammler haben eine geringe Sensitivität gegenüber extremen, kurzzeitigen Konzentrationsschwankungen und bieten einen guten Überblick über die durchschnittliche Konzentration der Schadstoffe im Beprobungszeitraum. Darüber hinaus ist es eine kostengünstige, geräuschlose und mit geringem Wartungsaufwand verbundene Probenahmemethode.



Abbildung 3: MONET Messstellen in Europa.

Autoren:

Wolfgang Moche¹, Peter Weiss¹, Jana Klánová², Pavel Čupr²

1) Umweltbundesamt GmbH, Österreich

2) Masaryk University, Research Centre for Toxic, Brno

Ansprechpartner:

Wolfgang Moche

Umweltbundesamt GmbH; Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien

Tel.: +43(1)31304 5114 (3430); wolfgang.moche@umweltbundesamt.at

Emissionsbeiträge aus natürlichen Quellen

Alexander Kranabetter

Die Luftqualitätsrichtlinie (2008/50/EG) legt europaweit einheitliche Ziel- und Grenzwerte fest. Emissionsbeiträge aus natürlichen Quellen können zwar beurteilt, aber nicht beeinflusst werden. Werden natürliche Emissionsbeiträge (z.B. Saharastaub) zu Luftschadstoffen mit hinreichender Sicherheit nachgewiesen, können diese daher bei der Beurteilung der Einhaltung der Luftqualitätsgrenzwerte unberücksichtigt bleiben. Als Nachweis für den Ferntransport von Saharastaub bieten sich die Messwerte vom Sonnblick Observatorium an.

Die Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa (kurz Luftqualitätsrichtlinie) legt europaweit einheitliche Grenz- und Zielwerte fest. Für Feinstaub (PM_{10}) wurde unter anderen ein **Tagesgrenzwert mit $50 \mu g/m^3$** festgelegt, der nicht öfter als 35-mal pro Kalenderjahr überschritten werden darf. Emissionsbeiträge aus **natürlichen Quellen** können zwar beurteilt, aber nicht beeinflusst werden. Können natürliche Emissionsbeiträge zu Luftschadstoffen mit hinreichender Sicherheit nachgewiesen werden und sind Überschreitungen ganz oder teilweise auf diese natürlichen Emissionsbeiträge zurückzuführen, können diese daher bei der Beurteilung der Einhaltung der Luftqualitätsgrenzwerte unberücksichtigt bleiben.

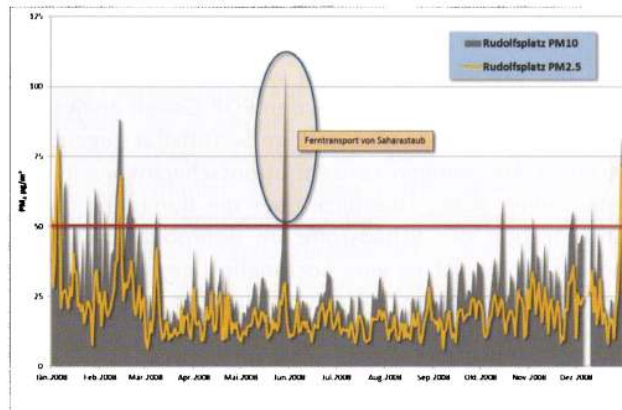


Abbildung 1: Feinstaubverlauf des Jahres 2008 am Salzburger Rudolfsplatz

Hohe Feinstaubkonzentrationen treten im Land Salzburg üblicherweise nur während der **kalten Jahreszeit** auf. Neben den ungünstigen meteorologischen Ausbreitungsbedingungen (Inversionen, windschwache Wetterlagen) tragen zusätzlich auch die typischen Winterquellen wie Hausbrand, Streusplitt, sekundäre Aerosole, etc. zu erhöhten Feinstaubwerten bei.

Autor:

Dipl.-Ing. Alexander Kranabetter
Land Salzburg, Abt.5 – Umweltschutz und Gewerbe
Michael-Pacher-Straße 36, 5020 Salzburg
E-Mail: alexander.kranabetter@salzburg.gv.at

Werden während der **warmen Jahreszeit** höhere Feinstaubkonzentrationen registriert, so ist dies meist auf **lokale Ereignisse** wie Baustellen, Osterfeuer oder auf **überregionale Ereignisse** wie Ferntransport von Saharastaub zurückzuführen (Abbildung 1).

Saharastaub besteht vorwiegend aus größeren Teilchen wodurch der PM_{10} gegenüber dem $PM_{2.5}$ deutlich höher ansteigt. Abbildung 2 zeigt den Verlauf der Halbstundenwerte von PM_{10} und $PM_{2.5}$ während einer Saharastaubepisode Ende Mai 2008. Durch dieses Ereignis wurde der Tagesgrenzwert für PM_{10} an zwei Tagen überschritten.

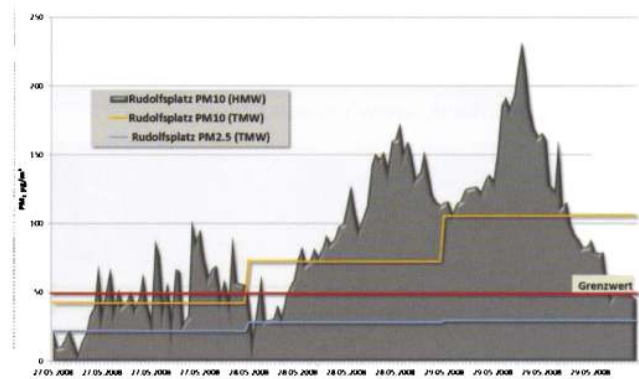


Abbildung 2: Ferntransport von Saharastaub Ende Mai 2008

Um Ferntransport von Saharastaub zu dokumentieren sind die **Messwerte am Sonnblick von großer Bedeutung**. Neben den Messdaten vom Sonnblick werden auch die Trajektorien zum „Nachweis“ von Emissionsbeiträgen aus natürlichen Quellen herangezogen.



Ferntransport aus der Wüste

Anne Kasper-Giebl, Gerhard Schauer, Grisa Mocnik, Anna Wonaschütz, Regina Hitzenberger, Gerhard Wotawa

Auf den ersten Blick gibt es zwischen Gletschern und der Wüste wohl kaum Gemeinsamkeiten. Trotzdem findet man auch auf dem Sonnblick Saharasand. Staubkörner, die in der Wüste aufgewirbelt werden, reisen mit dem Wind und landen bei entsprechenden Bedingungen auf den Gletscherfeldern der Alpen. Dort verändern sie die chemische Zusammensetzung und auch die Farbe der Schneedecke. Aber auch im luftgetragenen Zustand verändern die Staubteilchen den Strahlungshaushalt der Atmosphäre. Genug Gründe also diese Ereignisse genauer unter die Lupe zu nehmen.

Nicht immer hinterlässt der Ferntransport von Saharasand zum Sonnblickgebiet so intensive Spuren wie auf dem hier dargestellten Foto.



Abbildung 1: Ablagerung von Saharasand am Sonnblick Observatorium

Viel öfter kommt es zu vergleichsweise schwachen Ereignissen, bei denen vielleicht nur eine geringe Trübung der Luftmassen oder eine schwache Ablagerung von Staub zu erkennen ist. Durch ein Aerosolmonitoring lassen sich aber auch diese Ereignisse aufspüren, dokumentieren und ihre Auswirkungen untersuchen. Solche Auswirkungen wären beispielsweise der Einfluss auf den Strahlungshaushalt der Atmosphäre. Aber auch die chemische Zusammensetzung der Schneedecke wird von der Ablagerung von Saharasand deutlich beeinflusst.

Als Beispiel für dieses ‚Aufspüren‘ soll hier das Saharastaubereignis vom 27. April bis 3. Mai 2013 dienen. An diesen Tagen stieg die Staubmasse am Sonnblick auf deutlich über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an.

Diese Zunahme der Staubmasse wurde hauptsächlich durch große Staubteilchen verursacht. ‚Große‘ Staubteilchen haben einen Durchmesser von mehr als $2,5 \mu\text{m}$ (Mikrometer). Ein Mikrometer wiederum, ist tausendmal kleiner als ein Millimeter. Diese Zunahme der ‚großen‘ Teilchen ist schon ein guter Hinweis auf Sand aus der Wüste und ist in Abbildung 2 am Anstieg der grünen

Linie zu erkennen. Würde etwa verunreinigte Luft aus einem Industriegebiet auf den Sonnblick transportiert, so nimmt die Anzahl der kleineren Teilchen viel stärker zu, während die ‚großen‘ fast unverändert bleiben.

Die eindeutige Information erhalten wir aus den Messungen mit einem Nephelometer und einem Aethalometer. Diese beiden Geräte bestimmen einerseits die Lichtstreuung und andererseits die Lichtabsorption durch die Staubpartikel in der Atmosphäre. Da Wüstenstaub groß und aufgrund der chemischen Zusammensetzung auch gefärbt ist, erhalten wir einen sehr deutlichen Hinweis auf das Herkunftsgebiet des Staubes. Ausgedrückt werden diese Verhältnisse über den Exponenten der ‚Single Scattering Albedo‘ (SSA). Vergleiche mit Rückwärtstrajektorien können die Aussagen weiter bestätigen.

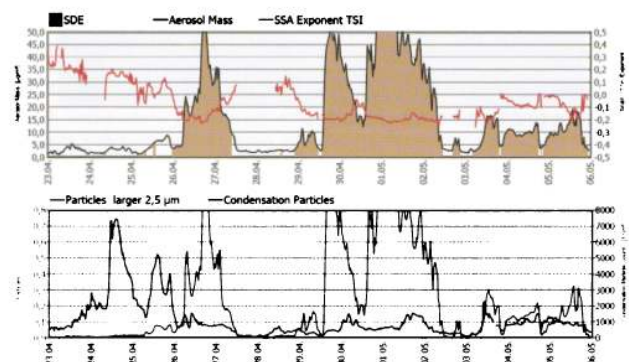


Abbildung 2: Konzentrationsverlauf der Staubmasse und der Partikelkonzentration im April / Mai 2013

Der Einfluss von Saharasand wurde in diesen Tagen nicht nur am Sonnblick, sondern auch an anderen Feinstaubmessstationen in Österreich beobachtet. Der Sand wurde also von großer Höhe bis zum Boden hinuntergemischt. Die Messungen am Sonnblick zeigen, dass der Staub wirklich ‚von oben‘ kommt.

Autoren:

- A. Kasper-Giebl¹, G. Schauer², G. Mocnik³, A. Wonaschütz⁴, R. Hitzenberger⁴
1) TU-Wien, Institut für Chemische Technologien und Analytik, Österreich
2) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Österreich
3) Aerosol d.o.o., Ljubljana, Slovenia
4) Universität Wien, Aerosolphysik und Umweltpophysik, Österreich

Ansprechpartner:

A. Kasper-Giebl
Technische Universität Wien
Getreidemarkt 9/164-UPA, 1060 Wien, Österreich
Tel.: +43 (1) 58801-15130
e-mail: akasper@mail.tuwien.ac.at



Tracking back air pollution, dust, radioactivity and stratospheric ozone

Gerhard Wotawa

At the Mount Sonnblick Observatory site, various atmospheric trace gases, particles and radioactive substances are measured on a routine basis. These substances are transported towards the samplers over ranges of a few dozens to several thousands of kilometres. Volcanic ash from Iceland, desert dust from the Sahara, radionuclides from the Fukushima accident, air pollution from Europe as well as the United States, and last but not least ozone from the stratosphere has been detected in the past. To track back the substances, the routine calculation of Source Receptor Sensitivity (SRS) Fields using the Lagrangian Particle Diffusion Model (LPDM) FLEXPART in backward mode is performed. The SRS fields, calculated every three hours, are used for the interpretation of the trace gas and particle measurements, and are available to all researchers interested.

Concentrations of a number of trace gases are measured at the Sonnblick observatory. To describe their possible area of origin, the established concept of the source-receptor relationship is employed. Let us consider the concentration c of one specific substance measured at the summit location during a certain time interval Δt . Then, c (g m^{-3}) can be simply expressed as the product of a spatio-temporal source field S (g) and a corresponding source-receptor sensitivity (SRS) field M (m^{-3}) at discrete locations (i,j) and time intervals n as follows:

$$c = S_{ijn} \cdot M_{ijn}$$

SRS fields are specific for the measurement (place, time) as well as for the measured substance (deposition, decay,...). They extend backward in time from the measurement and are also referred to as footprints, Fields of Regard or retro-plumes in the literature. These fields are more and more replacing the traditional trajectories, which were used over decades.

SRS Fields can be calculated using a Lagrangian Particle Diffusion Model (LPDM) backward in time. For Mount Sonnblick and other summit locations of the WMO Global Atmosphere Watch (GAW) program, ZAMG calculates these fields every three hours using the LPDM FLEXPART (<http://www.flexpart.eu/>) version 8 in backtracking mode. Deposition is currently not considered.

The SRS fields, together with trajectories are used regularly to interpret measurements. For example, dessert dust episodes from the Sahara region are regularly encountered in the Alpine region, sometimes visible for weeks due to the sand-like colour of the snow. During a strong episode beginning of May 2013, the SRS fields clearly show that air masses from Northern Africa were transported to Mount Sonnblick (Figure 1). In April 2013, SRS fields showed the stratospheric origin of an ozone peak above the regulatory threshold.

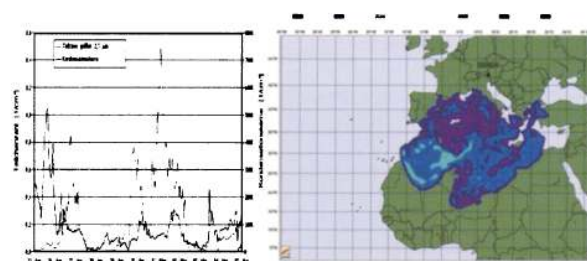


Fig.1: Detection of dessert dust aerosols at Sonnblick around May 1st, 2013, and the associated SRS field 5 days prior, showing the source area in the Sahara.

SRS fields, however, are not only used to investigate single events. Like the method of trajectory statistics, they can be utilized to explore the importance of possible source regions statistically. There are a few methods available, for example the source correlation method, showing the variance of the measurement time series explained by all possible emission grid points, or the SRS statistics which investigates residence-time weighted concentration values on the same grid. These methods are applied to trace gases monitored, for example CO or NO_y (total reactive nitrogen). Especially in wintertime, the high-emission regions in north-western Europe become visible (Figure 2). During summertime, due to the increasing mixing heights over Europe, the peak location gets less suitable to investigate long-range transport.

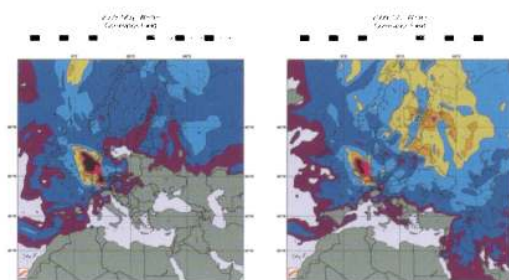


Fig.2: Source correlation analysis for NO_y and CO for the year 2009 in wintertime, based on a statistical evaluation of SRS fields

Autor:

G. Wotawa¹

1) Central Institute for Meteorology and Geodynamics, Vienna, Austria

Ansprechpartner:

Dr. Gerhard Wotawa, Central Institute for Meteorology and Geodynamics
Hohe Warte 38, 1190 Vienna, Tel.: +43 (1) 36026 2002 (2007),
e-mail: gerhard.wotawa@zamg.ac.at



Mikrobielle Charakterisierung von Bioaerosolen

Birgit Sattler, Andreas Fritz

Bislang wurde die Atmosphäre als potenzieller Lebensraum für Mikroorganismen nie in Betracht gezogen. Neueste Erkenntnisse jedoch zeigen, dass sich Mikroben auch in Wolkentröpfchen reproduzieren und metabolisieren können. Harsche Lebensbedingungen erfordern spezielle Anpassungen an Kälte, geringen Druck, geringe Nährstoffkonzentrationen sowie hohe Strahlungsdosen. Diese sind jedoch nicht immer gegeben, da Bakterien, Algensporen, Pilze oder auch Viren auf zufällige Weise in die Atmosphäre verfrachtet werden. Von dort können wiederum andere Habitate besiedelt werden.

Die Kryosphäre hat innerhalb der letzten Jahre immer mehr an ökologischer Relevanz gewonnen. Neue Methoden und eine erleichterte Logistik haben den Beweis ermöglicht, dass auch kalte Lebensräume unseres Planeten eine Nische für mikrobielles Leben darstellen, welche auch beträchtlich zum globalen Kohlenstoffhaushalt beitragen. Die Kryosphäre definiert sich jedoch nicht nur über bodennahe Schichten, sondern bis in die Stratosphäre, welche als absoluter Extremlebensraum gilt.



Abb. 1: Aufstellung von Kryosphärenhabitats. Wolkentröpfchen, welche von Mikroben belegt sind, können als umfassende Besiedelungsquellen anderer Habitate erfasst werden.

Tiefe Temperaturen, nahezu kein Druck, hohe kosmische und UV-Strahlung, geringe Nährstoffkonzentrationen limitieren das mikrobielle Leben und erfordert Spezialisten, um dort überleben zu können. Gelingt das Überleben auf der Reise in die Atmosphäre, können nicht nur inaktive Sporen, sondern auch aktive Zellen bis weit in die Stratosphäre bzw. darüber hinaus transportiert werden. Dieses Phänomen wird als Panspermie bezeichnet. Die Transportwege von organischen Partikeln in die Atmosphäre sind mannigfaltig: warme Luftströmungen bringen Mikroben nach oben, Aufwirbelungen durch den Wind, Gischt von Wellenbewegungen oder auch Fäkalien von Vögeln helfen bei der Verbreitung. Durch diese Mechanismen können jedoch andererseits isolierte Lebensräume durch die

Atmosphäre mit Keimen besiedelt werden, was für oligotrophe Habitate (Eis- und Schneeflächen) relevant ist.

Organische Partikel in der Atmosphäre werden neuerdings auch bezüglich ihrer Wichtigkeit als Eiskeimbildner bzw. sekundäre Klimafaktoren genannt – Wasser braucht bei diesen Druckbedingungen selbst bei tiefen Temperaturen eine Oberfläche, um gefrieren zu können. Mikroben bieten diese Oberfläche und fördern somit die Eisbildung von stark unterkühltem Wasser.



Abb. 2: Verschiedene Modelle von Airsamplern am Sonnenlicht. Besammelt werden bekannte Volumina an Luft, wobei ein Modell (Coriolis µ) für die DNA-Extraktion konzipiert ist, während das Gerät rechts auf einen Gelatinefilter probiert

- Eisdecke Lake Bonney, (Antarktis, Meereshöhe), ultra-oligotroph
- Winterdecke Gossenköllesee (Österreich, 2.417 Meter), oligotroph
- ▲ Seewasser Gossenköllesee
- ◆ Seewasser Piburger See (Österreich, 913 Meter), oligo-mesotroph
- Seewasser Tai Hu (China), hyperautroph
- Vorkammer Sonnenblick Observatorium (Österreich, 3.106m)
- Schnee Sonnenblick Observatorium
- ▼ Schnee Gossenköllesee
- mittlere THY-Aufnahme von Seewasserbakterien

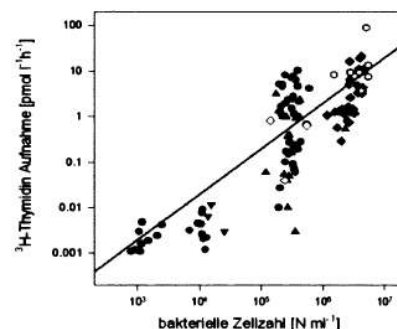


Abb. 3: Bakterielle Aktivität versus Zellzahl von Habitats verschiedenen Trophiegrades. Wolkentröpfchen sind ein ultra-oligotropher Lebensraum, welcher jedoch noch messbare mikrobielle Aktivität zeigt (Sattler et al., 2001)

Autor:

B. Sattler¹

1) University of Innsbruck, Institute of Ecology, Austria

Ansprechpartner:

Ao. Univ.-Prof. Dr. Birgit Sattler

University of Innsbruck, Institute of Ecology, Austria

Tel.: +43 (512) 507-51731; e-mail: birgit.sattler@uibk.ac.at



Niederschlagschemie am Sonnblick

Anne Kasper-Giebl, Alexander Kranabetter

Seit mehr als 25 Jahren werden am Sonnblick Observatorium die Inhaltsstoffe des Niederschlags erfasst. Damals lenkte der ‚Saure Regen‘ die Aufmerksamkeit vieler Forschergruppen auf den Stoffeintrag auf den Gletschern. Inzwischen sind die Konzentrationswerte für Sulfat deutlich zurückgegangen und auch der Säureeintrag hat sich verringert. Heute richtet sich das Interesse vornehmlich auf die Stickstoffverbindungen. Ein erhöhter Stickstoffeintrag kann eine Überdüngung bewirken und schädigt dabei den Artenreichtum.

Die Probenahme am Sonnblick in 3106 m Seehöhe nimmt im österreichischen Niederschlagsmessnetz eine Sonderstellung ein. Aufgrund der hohen und exponierten Lage befindet sie sich oft in den Wolken und damit viel näher am Ort der Niederschlagsbildung als andere Stationen.

Die Probenahme erfolgt täglich mit einem ‚Wet and Dry Only Sampler‘ – kurz WADOS genannt. Meistens sammelt der WADOS hier Schnee, nur in der warmen Jahreszeit gelangt auch Regen in das Probenahmegefäß am Sonnblick Observatorium.



Abbildung 1:
Der WADOS am Sonnblick Observatorium

Die chemische Analyse der Proben umfasst die anorganischen Ionen Sulfat, Nitrat und Ammonium. Dies sind die Umwandlungsprodukte von Schwefeldioxid, den Stickstoffoxiden und von Ammoniak –die durch Industrie, Verkehr und Landwirtschaft zumeist bodennahe emittiert werden. Über den Niederschlag werden diese Verbindungen wieder aus der Atmosphäre ausgewaschen und in das Ökosystem eingebracht. Aber auch Chlorid, sowie die basischen Kationen Natrium, Kalium, Kalzium und Magnesium werden gemessen. Die Bestimmung des pH-Wertes (ein Maß für die Acidität, d.h. die Säurestärke) und der elektrische Leitfähigkeit vervollständigt das Bild.

Die Konzentrationswerte der genannten Spurenstoffe im Niederschlag am Sonnblick sind zumeist gering. Aufgrund der hohen Niederschlagsmengen kann der Stoffeintrag aber Werte erreichen, die mit den Verhältnissen in

Tallagen vergleichbar sind, oder diese sogar überschreiten.

Der Sulfatkonzentration im Niederschlag hat seit Beginn der Untersuchungen deutlich abgenommen. Grund dafür ist die Verwendung schwefelarmer Brennstoffe und die Reinigung der Abgase. Für Stickstoff ist die Situation leider anders. Die Stickstoffoxide aus dem Verkehr sind daran schuld, dass sich die Stickstoffkonzentration im Niederschlag und damit auch der Stickstoffeintrag nicht sonderlich geändert hat.

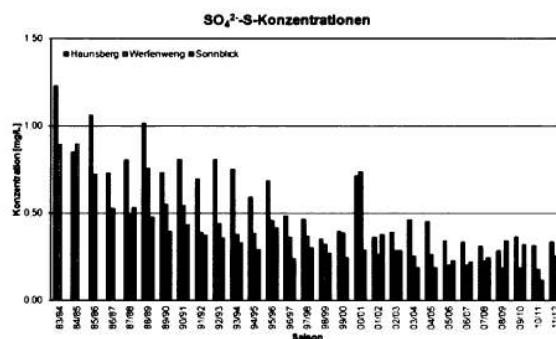


Abbildung 2: Zeitreihe der Sulfatkonzentration an den WADOS-Stationen in Salzburg

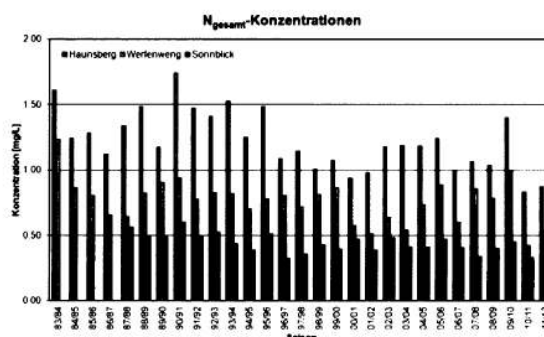


Abbildung 3: Zeitreihe der Stickstoffkonzentration an den WADOS-Stationen in Salzburg

Autoren:

A. Kasper-Giebl¹, A. Kranabetter²

- 1) TU-Wien, Institut für Chemische Technologien und Analytik, Österreich
- 2) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Österreich

Ansprechpartner:

A. Kasper-Giebl, Technische Universität Wien

Getreidemarkt 9/164-UPA, 1060 Wien, Österreich

Tel.: +43 (1) 58801-15130; e-mail: akasper@mail.tuwien.ac.at



Schneechemie am Sonnblick

Marion Rothmüller

Die winterliche Schneedecke dient seit fast 30 Jahren als eine Art Archiv für Umweltbelastungen. Auf dem Sonnblick wird jedes Jahr von allen Schneeschnitten des Winterhalbjahres die Ionenzusammensetzung bestimmt und so die alljährliche Veränderung erfasst. Die am Sonnblick gemessenen Konzentrationen im Schnee sind eine Folge großräumiger Transporte in der Atmosphäre. Besonders eindrucksvoll zeigt sich aus diesen Messungen der Rückgang der Sulfat- und Nitratbelastungen im Schnee – eine Erfolgsgeschichte der Umweltmaßnahmen in Europa.

1983 wurde dieses Projekt von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik sowie des Institutes für Chemische Technologien und Analytik an der Technischen Universität Wien gestartet. Damals war der sogenannte „Saure Regen“ ein viel diskutiertes wissenschaftliches Problem. In unmittelbarem Zusammenhang damit stand auch das „Waldsterben“ in Europa. Die Ursache für die hohen Schadstoffwerte lag in veralteten kalorischen Kraftwerken, in denen schwefelreiche und minderwertige Kohle verfeuert wurde und die zum Großteil in Osteuropa lagen. Messungen der Schadstoffbelastung der Schneedecke wurden 1983 am benachbarten Wurtenkees (Schareck) begonnen und werden seit 1987 auch am Sonnblick durchgeführt. Folgende Ziele werden damit verfolgt:

- Langfristiges Monitoring der Ionenzusammensetzung (Schadstoffbelastung) der Schneedecke
- Zuordnung einzelner Schneeproben zu Niederschlagsereignissen und meteorologische Beschreibung der Niederschlagsereignisse
- Quantifizierung des Ferntransportes von Schadstoffen in Europa
- Beitrag zum Verständnis der Prozesskette Einbindung und Deposition von Schadstoffen im Niederschlag in den Alpen



Abbildung 1: Schneeprobenentnahme am Sonnblick (Foto: Bernhard Hynek)

Die Messungen wurden im Rahmen eines alpenweiten Forschungsprojektes optimiert und international standardisiert, sodass eine internationale Vergleichbarkeit mit Messungen an anderen Standorten gegeben ist.

Ansprechpartner:

Wolfgang Schöner, Marion Rothmüller
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik–Klimaforschung
Hohe Warte 38, A-1190 Wien
Tel.: +43 (1) 36026 2290
e-mail: Wolfgang.schoener@zamg.ac.at, marion.rothmueller@zamg.ac.at

Die Messungen werden alljährlich Ende April durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt ist mit hoher Wahrscheinlichkeit anzunehmen dass die Schneedecke in 3000m Seehöhe noch nicht von Schmelzprozessen beeinflusst ist. Schmelzvorgänge würden nämlich die Ionen aus der Schneedecke „auswaschen“.

Es werden Schneeschächte bis zum Sommerhorizont des letzten Jahres gegraben und dann Schicht für Schicht Schneeproben entnommen. Die Schneeproben werden im tiefgekühlten Zustand ins Labor nach Wien gebracht und analysiert.

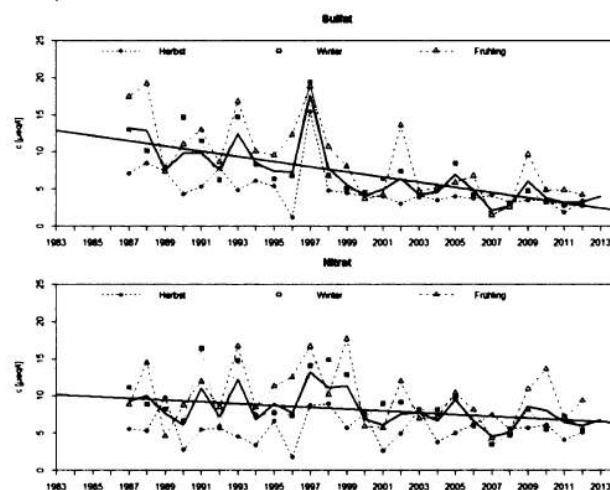


Abbildung 2: Zeitreihe der Sulfat- und Nitratkonzentrationen der Schneedecke am Sonnblick seit 1987. Die schwarze dicke Linie gibt das jährliche Mittel an, die blaue Linie den Trend und die gestrichelten Linien die jeweilige saisonale Konzentration

Zusätzlich zu der Schneeprobenentnahme werden Kornform, Korngröße, Härte, Wassergehalt, Temperatur und Dichte der einzelnen Schichten bestimmt. Aus diesen physikalischen Kenngrößen und den meteorologischen Messungen am Sonnblick können einzelne Schichten Niederschlagsereignissen zugeordnet werden. Von besonderem Interesse sind dabei die Staubfälle aus der Sahara, die eine deutliche Pufferwirkung gegenüber den sauren Bestandteilen (z.B. Sulfat) in der Schneedecke ausüben.

Anne Kasper-Giebl
Technische Universität Wien–Inst. für Chemische Technologien und Analytik
Getreidemarkt 9, A-1060 Wien
Tel.: +43 (1) 58801 15130
e-mail: akasper@mail.zserv.tuwien.ac.at

Österreichisches Strahlenfrühwarnsystem

Viktor Kargl, Katharina Stangl

In Österreich wird seit Ende der 1970er-Jahre ein automatisches Strahlenmessnetz, das Strahlenfrühwarnsystem, betrieben, das aus über 300 Messgeräten für die Ortsdosisleistung sowie zehn Luftmonitoren zur kontinuierlichen Messung des Gehalts an radioaktiven Stoffen in der Luft besteht. Diese Systeme werden durch das BMLFUW betreut.

Flächendeckendes Warnsystem

Die Messstationen des Strahlenfrühwarnsystems sind flächendeckend über Österreich verteilt und liefern Messwerte über den Strahlungspegel in der Umwelt und gegebenenfalls über radioaktive Kontaminationen, die das österreichische Bundesgebiet betreffen, zum Beispiel nach einem Unfall in einem grenznahen Kernkraftwerk. Ergänzend zu den Ortsdosisleistungs-Messungen erfassen Luftmonitore kontinuierlich den Gehalt an radioaktiven Aerosolen und Gasen in der Luft.

Vollautomatische Messung und Übertragung

Alle Anlagen messen kontinuierlich und vollautomatisch. Die Weiterleitung der Messergebnisse erfolgt online zur Strahlenschutzabteilung des BMLFUW in Wien, wo sie mit anderen Messdaten und weiteren Informationen die Grundlage für die Einschätzung der radiologischen Situation und Empfehlung von Schutzmaßnahmen in einem Anlassfall bilden. Von dort aus sind sie auch für die Landeswarnzentralen bei den Ämtern der Landesregierung zugänglich.

Eine dieser Messstellen ist im Bereich des Sonnblick-Observatoriums untergebracht; als die höchstgelegene Messstation in Österreich spielt sie eine wichtige Rolle hinsichtlich der Frühwarnung beim Durchzug radioaktiv kontaminierter Luftmassen.

Methodik

Zur Messung der Gammastrahlung dient ein Proportionalzählrohr, das an der höchstgelegenen Freiterrasse des Observatoriums montiert ist (im Bild, mit Raureiffahne). Das Gerät kann in einem extrem weiten Messbereich verwendet werden, beginnend beim Pegel

der natürlichen Hintergrundstrahlung über insgesamt 9 Größenordnungen. Die vom Messgerät gelieferten Daten werden von einer Auswerteeinheit in einem Messraum des Observatoriums verarbeitet, gespeichert und weitergeleitet.

Das Strahlenfrühwarnsystem hat unter anderem beim Reaktorunfall in Tschernobyl im April 1986 wertvolle Resultate über die Kontaminationssituation in Österreich geliefert.

Die aktuellen Messwerte aus dem Strahlenfrühwarnsystem werden auf der Homepage des BMLFUW www.strahlenschutz.gv.at veröffentlicht.

Aus der untenstehenden Grafik mit den Messwerten der Station Sonnblick ist unter Anderem erkennbar, dass die Umgebungsstrahlung im Normalfall mit der Schneehöhe korreliert: Der Anteil der Strahlung aus dem Bodenuntergrund wird durch eine dickere Schneedecke abgeschirmt.

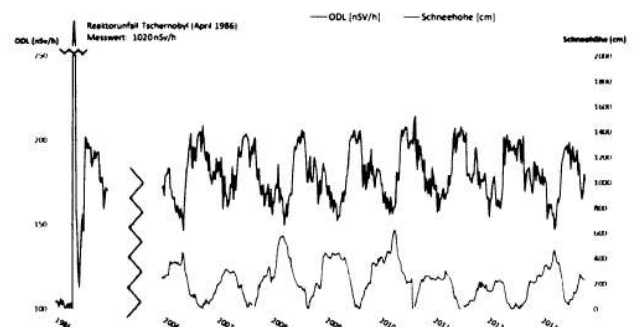


Abb.1: Verlauf der Ortsdosisleistung und der Schneehöhe am Hohen Sonnblick von 1986 bis 2013

Autoren:

Katharina Stangl¹, Viktor Kargl¹

1) Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Ansprechpartner :

Viktor Kargl

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft,

Abt. V/7 - Strahlenschutz

Radetzkystr. 2

A-1031 Wien

Tel.: +43(1)71100-4455

viktor.kargl@bmlfuw.gv.at, www.strahlenschutz.gv.at



“Mitbringsel” der Luft nach nuklearen Unfällen

Wolfgang Ringer, Johannes Klimstein

Bei Unfällen in Nuklearanlagen können radioaktive Stoffe in die Atmosphäre freigesetzt werden, die dann über weite Distanzen transportiert werden können und später auf der Erdoberfläche abgelagert werden. Experten der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) messen auf dem Sonnblick routinemäßig die an Aerosole angelagerten Radionuklide. Bei Kernkraftwerksunfällen liefert die Analyse der radioaktiven Wolke wertvolle Informationen über das Unfallereignis und dessen Auswirkung auf die Bevölkerung.

Rasche Umsetzung von Schutzmaßnahmen

Auf dem Sonnblick steht eine leistungsfähige Anlage zum Sammeln von Aerosolen auf Filterpapier. Nach der Besaugung werden die Filter in der Strahlenschutz-Abteilung der AGES Linz auf Radioaktivität untersucht. Diese Auswertungen werden im Auftrag des Lebensministeriums durchgeführt. Sollten radioaktive Partikel künstlichen Ursprungs über die Luft nach Österreich transportiert werden, kann mit diesen Messungen die Dosis und Gesundheitsgefährdung für die Bevölkerung abgeschätzt werden. Diese Informationen helfen den Behörden bei der Festlegung von entsprechenden Schutzmaßnahmen.

Kernkraftwerke in Grenznähe Österreichs



umweltbundesamt

Abb. 1: Kernkraftwerke in Grenznähe Österreichs

Hochauflösende Gamma-Spektrometrie am Beispiel FUKUSHIMA

Mit den hochauflösenden Gamma-Spektrometern der Strahlenschutz-Abteilung der AGES wird die genaue Konzentration der radioaktiven Teilchen in der Luft bestimmt. Aufgrund der hohen Empfindlichkeit der Messgeräte können schon Konzentrationen von wenigen radioaktiven Aerosolen pro Kubikmeter Luft bestimmt werden.

Autoren:

W. Ringer¹, J. Klimstein¹

1) Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES), Linz, Austria

Nach dem Kernkraftwerkunfall von Fukushima (Japan) im März 2011 konnte so sehr genau der zeitliche Verlauf der nach Österreich transportierten radioaktiven Aerosole beobachtet werden.

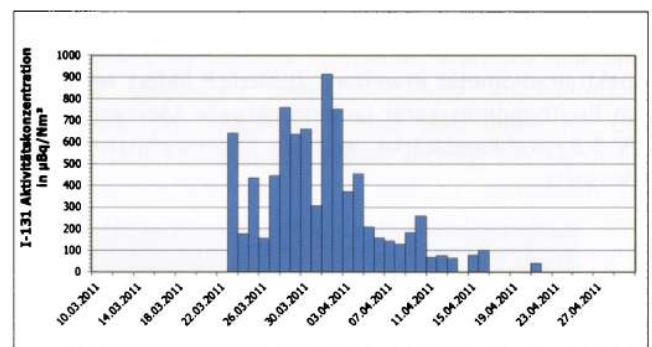


Abb. 2: Verlauf der Iod-131 Konzentration am Sonnblick nach KKW-Unfall FUKUSHIMA (11.03.2011)

Die gemessenen Konzentrationen waren sehr gering (ca. ein Zehntel der Konzentration des natürlichen Radionuklids Beryllium-7). Eine Gesundheitsgefährdung für die Bevölkerung bestand nicht.

Zur genauen Berechnung der Aktivitätskonzentrationen wird automatisch mit Sammelende der temperatur- und druckkorrigierte Luftdurchsatz durch den Filter berechnet. Der Filterwechsel erfolgt ebenfalls automatisch und ist frei programmierbar; er kann so situationsbezogen festgelegt werden.

Vielerlei Nebennutzen

Neben dem Nachweis strahlender Luftteilchen liefern die Messungen auch Informationen über verschiedene Prozesse in der Atmosphäre - zum Beispiel bei Verwendung von Beryllium-7 als so genannter “Tracer” für Untersuchungen über Ozonverfrachtung.

Ansprechpartner:

DI. Johannes Klimstein

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES)

Abt. Radon und Radioökologie

Wieningerstraße 8, 4020 Linz, Austria

Tel.: +43 (0) 50 555 41554

e-mail: johannes.klimstein@ages.at



Langzeitmessungen des Gesamtozons und hochaufgelöste spektrale Messungen der UV-Strahlung am Hohen Sonnblick

Stana Simic

Am Hohen Sonnblick werden seit 1994, als einzige Messstation in Österreich, vom Institut für Meteorologie der BOKU im Auftrag des BMLFUW kontinuierlich Messungen der Ozonschicht und spektraler UV-Strahlung durchgeführt. Die Messungen werden entsprechend den Qualitätsanforderungen des "Network for the Detection of Atmospheric Composition Change" (NDACC) durchgeführt. Ein wesentliches Ziel dieses Messprogramms ist die Gewinnung von Daten hoher Qualität, was durch Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung der verwendeten Messtechnik erreicht wird. Die Datengrundlage ermöglicht Behandlung verschiedenster Fragestellungen aus den Bereichen Umwelt, Medizin und Klima und Meteorologie.

Seit 1994 wird am Hohen Sonnblick ein Brewer-Spektrophotometer zur Bestimmung der UV-Bestrahlungsstärke und des Gesamtozons eingesetzt. Im Jahr 1997 wurde das Instrumentarium um ein Bentham-Spektralradiometer erweitert. Zusätzlich liefert seit 1998 ein Breitbandmessgerät laufend aktuelle Messwerte der UV-B-Bestrahlungsstärke an das Österreichische UV-B Messnetz.



Abbildung 1: Geräte zur Messung der spektralen UV-Strahlung und des Gesamtozons

Die langjährige Gesamtozonmessreihe am Hohen Sonnblick trägt wesentlich zu unserem heutigen Verständnis der Ozonschicht über Österreich bei und hilft beim besseren Verständnis zukünftiger Veränderungen. Das Montreal-Protokoll zeigt Wirkung, durch die Abnahme der Konzentrationen Ozon-zerstörender Substanzen kann eine Erholung der stratosphärischen Ozonschicht beobachtet werden. Gleichzeitig ist eine Zunahme der Variabilität durch meteorologische Einflüsse zu beobachten, die den wesentlichen Einfluss des Klimawandels auf die zukünftige Entwicklung der Ozonschicht unterstreicht. Neben den Beobachtungen des Gesamtozons werden mit dem Brewer Spektrophotometer auch routinemäßig sogenannte *Umkehrbeobachtungen* durchgeführt (Abbildung 2). Diese

Messungen der vertikalen Verteilung des Ozons sind wichtig, da sich die Einflussmechanismen auf die Ozonkonzentrationen in der Troposphäre und der Stratosphäre stark unterscheiden.

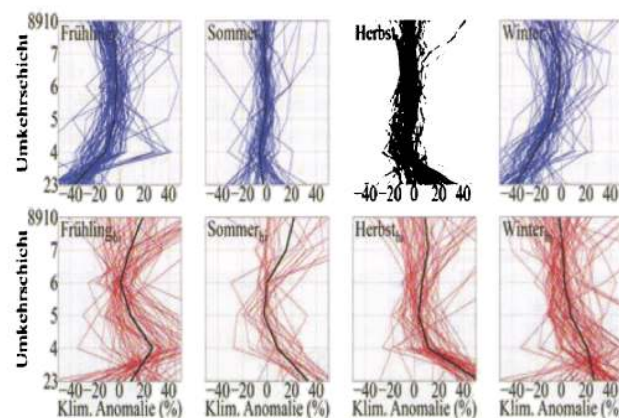


Abbildung 2: Anomalien der vertikalen Ozonverteilung während hoher (rot) und niedriger (blau) Extremereignisse des Gesamtozons

Kenntnis über die spektrale UV-Bestrahlungsstärke und ihre Abhängigkeit von unterschiedlichen Parametern ist die Voraussetzung, um Wirkung und Folgen einer Zunahme der UVB-Strahlung quantitativ verstehen und abschätzen zu können. Bereits kleine Veränderungen im Sonnenspektrum können große Wirkungen hervorrufen. Deswegen stellen kontinuierliche Messung der spektralen UV-Strahlung ein wichtiges Hilfsmittel dar, um kurz- und langfristige Änderungen der solaren UV-Strahlung bei in Zukunft veränderter Zusammensetzung der Atmosphäre genau zu erfassen. Die Veröffentlichung der maximalen UV-Indexwerte sowie der Messwerte des Gesamtozongehaltes erfolgt im ORF-Teletext auf Seite 644 und unter der Internetadresse <http://www.uv-index.at>.

Autor:

S. Stana¹

1) Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Meteorologie

Ansprechpartner:

Dr. Stana Simic

Peter Jordan Str. 82, 1190 Wien, Austria

Tel.: +43 (1) 47654 5630

e-mail: stana.simic@boku.ac.at



ARAD / BSRN : Exakte Messung der Sonnen- und Wärmestrahlung

Marc Olefs

Das **Baseline Surface Radiation Network (BSRN)** gilt als das globale Referenznetzwerk für bodennahe Strahlungsmessungen. Aussagen über weltweite langfristige Änderungen der Strahlungsflüsse können nur mittels hochqualitativer und langfristig erhobener Messdaten erfolgen. Die Station **Sonnblick** des österreichischen Strahlungsmessnetzes **ARAD** ist seit dem Jahr 2013 auch eine von derzeit weltweit 57 aktiven **BSRN** Stationen.

Die ARAD Station **Sonnblick** ist seit Januar 2013 Teil des internationalen Referenzmessnetzes **BSRN**. Die eingesetzten Sensoren sowie ihre Datenerfassung entsprechen einem sehr hohen Messstandard mit den höchsten Qualitätsansprüchen (an allen ARAD Stationen gleich). Das **BSRN** Netzwerk besteht derzeit aus weltweit etwa 57 Messstationen (<http://www.bsrn.awi.de/>). **BSRN** hat das Ziel Referenzdaten für die bodennahe Strahlung zu liefern. Somit können zum Beispiel Satellitendaten durch Messungen am Boden überprüft werden, und in Zukunft für Wetter- und Klimamodelle weltweite, flächendeckende Strahlungsdaten von Satelliten verwendet werden statt einzelner Stationsmessungen.

Erfasst wird neben der kurzwelligen auch die langwellige Strahlung. Die Abtastung der Messwerte erfolgt ein Mal pro Sekunde, woraus Minutenmittelwerte, Minimum, Maximum und Standardabweichung gebildet und abgespeichert werden. Gemessen wird die direkte Sonnenstrahlung (Pyrheliometer), die kurzwellig gestreute (diffuse) Himmelsstrahlung (abgeschattetes Pyranometer) sowie deren Summe, die Globalstrahlung (Pyranometer) und die langwellige Strahlung (oder Wärmestrahlung) der Atmosphäre (abgeschattetes Pyrgeometer).



Abbildung 1: ARAD/BSRN Station Sonnblick: Sonnenfolger mit den verschiedenen Strahlungsmessgeräten.

Die Sensoren sind auf einem Sonnenfolger montiert (Abb. 1), der einerseits für die exakte Nachführung entsprechend der Sonnenbahn sorgt und damit die kontinuierliche Ausrichtung des Pyrheliometers zur Messung der direkten Strahlung sicherstellt und andererseits der permanenten Abschattung des Pyranometers zur Messung der diffusen Strahlung und

des Pyrgeometers zur Messung der Wärmestrahlung dient. Eine strenge Datenqualitätskontrolle sorgt für maximale Datenqualität und möglichst kurze Unterbrechungen der Messreihen.

Derzeit werden an der ZAMG aus den Daten von 4 ARAD Stationen (**Sonnblick**, **Innsbruck**, **Wien**, **Graz**) in Kombination mit Gelände-, Satelliten, Wettermodell- und weiterer Messdaten unterschiedlichste Anwendungen entwickelt. Die ARAD-Daten sind zum einen für die Wetter- und Klimaforschung sehr wichtig, um regionale Vorhersagemodelle zu testen und zu verbessern (s. Abb.2). Zum anderen eröffnen sie eine neue Dimension bei vielen praktischen Anwendungen. Zum Beispiel können damit in Zukunft Standortanalysen und Ertragsprognosen für Solaranlagen sowie Gutachten zur Blendwirkung von großen Glasflächen und Photovoltaik-Modulen mit sehr hoher regionaler Genauigkeit gemacht werden. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Simulation des Auf- und Abbaus der Schneedecke mit einem sog. Schneedeckenmodell. Mit Hilfe der ARAD Daten kann die Strahlung auf die real geneigte Schneeoberfläche besser modelliert werden und eine sehr realistische Oberflächenenergiebilanz der Schneedecke berechnet werden. Somit kann z.B. auch die Kurzfristprognose der Lufttemperatur oder des Niederschlags verbessert werden oder die Verteilung der Schneedecke (Schneehöhe, Schneewasseräquivalent) in hoher räumlicher Auflösung wiedergegeben werden.

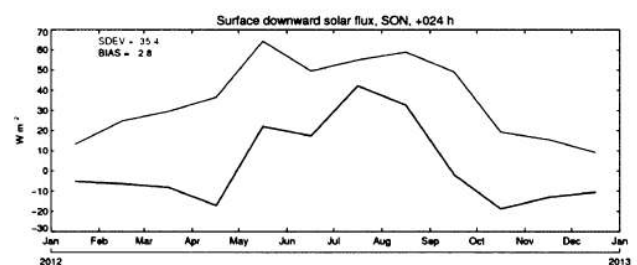


Abbildung 2: Verifikation der ECMWF Kurzfristprognosen (+24 h) von Tagesmitteln der kurzzeitig einfallenden bodennahen Strahlungsflüsse an der BSRN Station **Sonnblick** (mit freundlicher Genehmigung von T. Haiden, ECMWF).

Autor:

M. Olefs¹

1) Central Institute for Meteorology and Geodynamics, Vienna, Austria

Ansprechpartner:

Mag. Dr. Marc Olefs

Central Institute for Meteorology and Geodynamics

Hohe Warte 38, 1190 Vienna, Austria

Tel.: +43 (1) 36026 2233

e-mail: marc.olefs@zamg.ac.at



UVSkinRisk - Gesundheitsrisiko Hautkrebs durch UV-Strahlung im Kontext eines sich wandelnden Klimas

Stana Simic

Der UV-B-Anteil der Sonnenstrahlung verursacht bei Überdosierung als Akutreaktion den Sonnenbrand, oder als chronischen Effekt eine Erhöhung des Hautkrebsrisikos. Andererseits ist eine unzureichende UV-Exposition der Haut mit gesundheitlichen Risiken verbunden ist. Neunzig Prozent des vom menschlichen Organismus benötigten Vitamin-D müssen in der Haut unter Einwirkung von UV-B-Strahlung gebildet werden. Wenn diese natürliche Quelle der Vitamin-D-Versorgung nicht ausreichend genutzt wird, resultiert daraus ein Vitamin-D-Mangel, der mit einem erhöhten Risiko für eine Vielzahl von Erkrankungen einhergeht.

Die Frage nach der richtigen UV-Exposition um die Risiken von Vitamin-D-Mangel und Hautkrebs auszugleichen, stellt eine große aktuelle Herausforderung für die Wissenschaft dar.

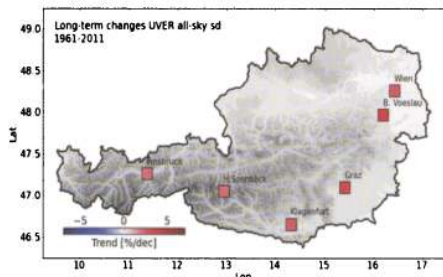


Abbildung 1: Langzeitänderung der UV-Strahlung in Österreich. Hoch-signifikante Trends von 1961-2011 um +2.1%/dec bis +3.3%/dec

Das Ausmaß verfügbarer Messungen der UV-Strahlung in Österreich ist für langfristige Untersuchungen zu kurz und musste durch rekonstruierte Zeitreihen ergänzt werden. Die seit Mitte der 1970er Jahre beobachtete Abnahme des stratosphärischen Ozons bewirkte eine signifikante Zunahme der erythemwirksamen UV-Strahlung von bis zu +6.9% pro Dekade im Zeitraum 1977-1995. Für die Zeitperiode ab 1995 sind aus den rekonstruierten Zeitreihen trotz der beobachteten Erholung der Ozonschicht keine Abwärtstrends zu erkennen. Dies wird auch durch die Analyse der Messungen spektraler UV-Strahlung am Hohen Sonnblick bestätigt: Während der Periode 1997-2011 wurden hochsignifikante Zunahmen der UV Strahlung im Bereich von +9% bis +12% pro Dekade registriert, die hauptsächlich auf Veränderungen des Gesamtbedeckungsgrades und abnehmender aerosoloptischer Dicke zurückzuführen sind. Um genauer über die tatsächliche Exposition der Menschen und des damit einhergehenden Hautkrebsrisikos Aufschluss zu erhalten, wurde ein dreidimensionales Modell eines

Menschen herangezogen (Abb. 2). Um einen Überblick über die Hautkrebsgefährdung zu geben, werden klinische Daten, langfristige UV-Strahlung und Umfrageergebnisse für das gesamte Bundesgebiet herangezogen und wirtschaftliche Konsequenzen für das österreichische Gesundheitssystem aufgrund bereits bestehender und zukünftiger Gesundheitsrisiken diskutiert. Ein deutlicher Trend zu höherem Melanomrisiko in geographisch höher gelegenen Bezirken in Österreich wurde gefunden. Andererseits sinkt die Melanomsterblichkeit im Gegensatz dazu. Die Hintergründe sind noch nicht vollständig geklärt, möglicherweise liegen diese aber in einer besseren Vitamin-D-Versorgung in größeren Höhenlagen.

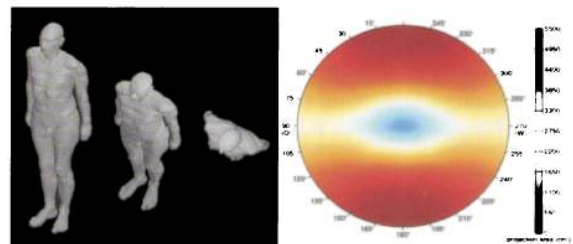


Abbildung 2: Modellmensch gesehen unter einem Zenitwinkel von 60°, 30° und 0°, die Vorderseite ist jeweils um 30° azimuthal gedreht (links). Darstellung der ermittelten Projektionsflächen für einen stehenden, unbedeckten Modellmenschen in Abhängigkeit des Azimut- und Zenitwinkels (rechts)

Das Forschungsvorhaben UVSkinRisk wurde im Rahmen des „Austrian Climate Research Programme“ (ACRP) der „Klima und Energiefonds“ (KLI.EN) gefördert. Das Projekt wird durch das Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur Wien geleitet und von den zwei Projektpartnern Institut für Meteorologie und Klimatologie, Leibniz Universität Hannover und dem Institut für Umwelthygiene, Medizinische Universität Wien unterstützt.

Autor:

S. Simic¹

1) Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Meteorologie

Ansprechpartner:

Dr. Stana Simic

Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Meteorologie

Peter Jordan Str. 82, 1190 Vienna, Austria

Tel.: +43 (1) 47654-5630, e-mail: stana.simic@boku.ac.at

Standsicherheit der Materialseilbahn

Christian Schober

Der Gipfelaufbau des Hohen Sonnblicks, auf welchem sich die Bergstation der Materialseilbahn, das Observatorium sowie das Zittelhaus befinden, zeigte bereichsweise unterschiedliche Auflockerungen des Gebirgsverbandes. In den Jahren 2002 bis 2006 erfolgte die „geologische Sanierung Gipfelbereich“, wobei alle drei Hauptwände des Nordabbruches inkludiert wurden. Besonderes Augenmerk wurde auf den NE-Abschnitt (Ostwand, Nordostpfeiler, östliche Nordwand) gelegt, da auf diesem Gebirgsblock die Bergstation der Materialseilbahn situiert ist. Geologisch-tektonisch gehört das Areal dem sogenannten „Sonnblickkern“ (Hochalm-Ankogelmassiv) des Tauernfensters an.

Der Gipfelbereich des Sonnblicks wird von „Zentralgneis“ (dominant *Augengneise*, untergeordnet in Lagen und Schlieren *kleinkörnige Gneise* und *Amphibolite*) aufgebaut. Das Gebirgstrennflächengefüge wird durch die *Primärtextur* (Schieferung/Lagerbankung) sowie die *Klüftung* (drei Hauptklüftscharen) geprägt, wobei die flach gegen SW einfallende Schieferung als stabilisierendes Gefügeelement für den Sonnblickgipfelbereich zu betrachten ist. Durch Verschnitte der wandbildenden Hauptklüfte mit der Primärtextur werden vorrangig plattige bis bankige (Quader, Würfel) Klüftkörper modelliert.



Abb.1: Geologisch-felsmechanische Aufnahmeareale im Nahbereich der Bergstation der Materialseilbahn

Das ausgeführte Sicherungskonzept berücksichtigt die felsmechanischen Verhältnisse vor Ort. Hierbei kamen SN-Anker zur Stabilisierung von „key-blocks“ (deren Sicherung auch den umgebenden Blockverband miteinbezieht), vorgespannte Daueranker (Auflager: Stahlbetonlisenen) und Spritzbetonplombierungen zum Einsatz (Abb.2). Im Zuge der wiederkehrenden (3-jährlichen) Standsicherheitsüberprüfung (*Geologische Auflage*) nach dem Eisenbahngesetz i.d.g.F. werden vergleichende Fotoansichten

ausgewertet, die drei Wandbereiche (Abb.1) flächen-deckend überstiegen und auf Veränderungen hin beurteilt sowie methodisch-systematische Kontrollen aller eingebauten aktiven Felsicherungen durchgeführt. Des Weiteren wird der Nordostpfeiler bis zu seinem markanten Abbruch (Felssturz von 1993) begangen und auf Veränderungen hin überprüft, um etwaige Gefährdungsszenarien rechtzeitig erkennen und allfällige Sicherungsmaßnahmen ergreifen zu können.



Abb.2: Ansicht der Felsicherungen (obere Ostwand: 15 SN-Anker, 3 verankerte Stahlbetonlisenen sowie Spritzbetonplombierungen und -unterfangungen)

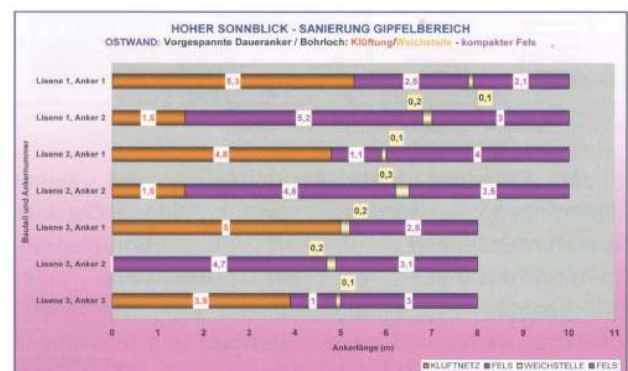


Abb.3: Geologische Abfolge innerhalb der (Lisenen-) Ankerbohrungen

Autor:
C. Schober

Ansprechpartner:
Dr. Christian Schober
Technisches Büro für Geologie und Sprengtechnik
Babenham 42, 5221 Lochen
Tel.: +43 (0) 7745-8850; +43 (0) 664-4133941
e-mail: schoberrocks@speed.at

Permafrost Monitoring-Netzwerk im Sonnblickgebiet

Stefan Reisenhofer, Claudia Riedl

Der Kern des Permafrost Monitoring-Netzwerkes bilden die drei 20m tiefen Bohrlöcher an der Südflanke des Hohen Sonnblicks. Aufgrund der Heterogenität der Oberflächen und Untergrund-Charakteristika des Gebirgspermafrostes bedarf es zudem der Kombination unterschiedlicher Messmethoden – Temperaturmessungen, Seismik, Geoelektrik, Laserscans – um ein möglichst genaues Bild der Prozesse und Änderungen im gefrorenen Untergrund zugewinnen.

Dauernd gefrorener Boden, so die wörtliche Übersetzung von "Permafrost", ist vor allem aus Gebieten der hohen Breiten bekannt, wo die mittlere Jahreslufttemperatur nicht über Null Grad steigt. Aber nicht nur dort ist dieses temperaturgebundene Phänomen anzutreffen, sondern auch in den Hochgebirgen. Per Definition spricht man grundsätzlich von Permafrost, wenn ein Boden im Untergrund mindestens über zwei Jahre gefroren bleibt. In den Hochgebirgen variiert dies je nach topographischen Gegebenheiten wie Höhenlage, Ausrichtung, Neigung und Wölbung des Geländes, erheblich. Aufgrund der Heterogenität und Komplexität der Oberflächen und Untergrund-Charakteristika des Gebirgspermafrostes bedarf es eines Multimethodenansatzes zur Analyse der aktuellen Permafrostverbreitung als Basis für Abschätzungen über zukünftige Entwicklungen.

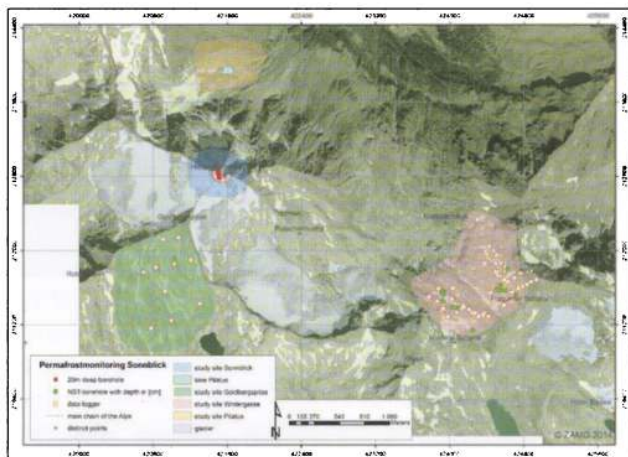


Abbildung 1: Monitoring-Netzwerk im Sonnblickgebiet.

Für die Erfassung des Permafrostes und seiner Veränderungen werden im Sonnblickgebiet Temperaturmessungen in Bohrlöchern, Temperaturmessungen an der Oberfläche oder oberflächennah, geophysikalische Messungen (Geoelektrik, aktive und passive Seismik) und Messungen der Basistemperatur der Schneedecke sowie Messungen

der Schneedeckenausdehnung und deren Variabilität durchgeführt.

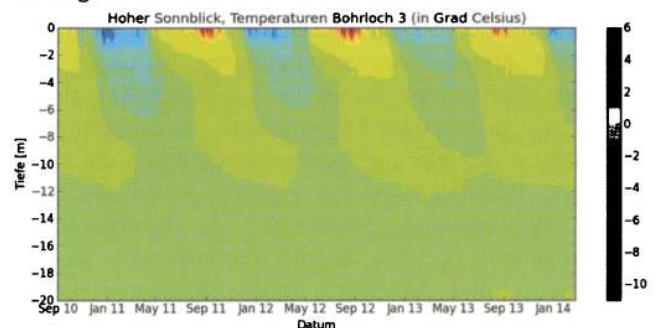


Abbildung 2: Temperaturverteilung im Bohrloch 3 nahe dem Goldbergkees.

Jahr	Dicke [m]	Datum
2011	1.10	11.9.
2012	1.35	25.8.
2013	1.07	19.8.

Tabelle: vertikale Mächtigkeit der Auftauschicht beim Bohrloch 3.

Permafrost liegt unter einer bis zu mehrere Meter mächtigen Auftauschicht, die im jahreszeitlichen Wechsel positive und negative Temperaturen aufweist. Die Dicke der Auftauschicht am Gipfel des Sonnblicks hängt hauptsächlich von der Mächtigkeit und Dauer der winterlichen Schneedecke ab, wobei zwei Faktoren wesentlich sind: Bei einer dünnen Schneedecke kann die winterliche Kälte besser in den Boden eindringen. Bleibt der Schnee weit in den Sommer hinein liegen, gelangt nur wenig Wärme in den Boden, wie das zum Beispiel im Sommer 2013 der Fall war.

Die Permafrostforschung an der ZAMG wird über ein internes Strukturprojekt, sowie im Rahmen des Projekts PERSON im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft finanziert. In der aktuellen Ausschreibung der ÖAW wurden zudem Projekte zur Überwachung des Steinschlags und des Bodeneisvorkommens eingereicht.

Autoren:

S. Reisenhofer¹, C. Riedl²

1) ZAMG, Wien

2) ZAMG, Salzburg

Ansprechpartner:

Mag. Stefan Reisenhofer
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Abteilung Klimaforschung
Hohe Warte 38, 1190 Wien,
Tel.: +43 (1) 36026 2296
E-Mail: stefan.reisenhofer@zamg.ac.at

Mag. Claudia Riedl
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Kundenservice Salzburg
Freisaalweg 16, 5020 Salzburg,
Tel.: +43(0)662 6263013615
E-Mail claudia.riedl@zamg.ac.at



MOREXPART - Monitoring Expert System for Hazardous Rock Walls

Markus Keuschnig, Ingo Hartmeyer

Die Stabilität von Felswänden im Hochgebirge ist im Kontext der Klimaveränderungen ein wichtiger Risikofaktor für Mensch und Infrastruktur. Besonders während lang anhaltender Hitzeperioden konnten im gesamten Alpenraum zahlreiche Felsstürze beobachtet werden. Die Auslösebereiche befinden sich häufig in Bereichen mit Felspermafrost, eine mögliche Zunahme von gravitativen Massenbewegungen als Reaktion auf veränderte Klimabedingungen wird vermutet. Um auf solche Gefahren und Risiken vorbereitet zu sein, ist innerhalb des nächsten Jahrzehnts die Entwicklung von Klima-Anpassungsstrategien notwendig. Dafür ist das Verständnis der kurz- und mittelfristigen Reaktionen von Felswänden auf klimatische Veränderungen von entscheidender Bedeutung.

Eine Temperaturerhöhung des Untergrundes beeinflusst das Stabilitätsverhalten von Permafrost-beeinflussten, hochalpinen Felswänden und -flanken. Die in speziellen Kältelabors getesteten Festigkeiten gefrorener Felsproben zeigen eine klare Temperaturabhängigkeit: Je höher die Temperatur der gefrorenen Felsprobe, desto geringer sind die Druck-, Zug- und Scherfestigkeiten des Gesteins. Im Minustemperatur-Bereich verursachen steigende Felstemperaturen eine exponentielle Abnahme der Festigkeiten. Dies hat zur Folge, dass bereits eine geringfügige Erhöhung der Permafrosttemperatur eine signifikante Reduktion der Felsstabilität in hochalpinen Regionen bewirken kann. Diese Erkenntnisse aus dem Labor sind nur bedingt in die Natur übertragbar, deren Komplexität und Anzahl an Einflussfaktoren in den meisten Fällen wesentlich größer ist. Daher können auch Beobachtungen von Felssturzereignissen schwer auf einzelne „Ursache-Wirkung“ Prozesse reduziert werden.

Das Projekt MOREXPART hat zum Ziel mit Hilfe eines systemischen Langzeit-Monitorings, im Sinne eines „Freiluftlabors“, diese Verständnislücken zu verkleinern.

Das Projekt wurde 2010 mit zahlreichen Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft am COMET K1 Zentrum „alpS – Centre for Climate Change Adaptation in Innsbruck“ gestartet. Basierend auf einem Monitoring von Atmosphäre (Wetterstationen), Oberfläche (Laserscanning, Bewegung) und Untergrund (Bohrlochtemperaturen und Geophysik) werden Einflussfaktoren auf Felsstabilitäten am Kitzsteinhorn kontinuierlich und langfristig überwacht um potentiell kritische Schwellenwerte zu identifizieren.



Abb. 1: Instrumentierungsarbeiten, abteufen der bis zu 30 m tiefen Bohrlöcher.

Das Sonnblick-Observatorium stellt dabei Klimadaten und projektrelevante Informationen für Validierungszwecke zur Verfügung, bis 2017 sollen die Daten aus dem Monitoring im Rahmen eines Risikomanagements, als langfristige Adaptionsmaßnahme, operationalisiert werden (MOREXPART2).

Author:

M. Keuschnig^{1,2,3}, I. Hartmeyer^{1,2}

1) alpS – Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck, Austria

2) Research Group Geomorphology and Environmental Systems, Department of Geography and Geology, University of Salzburg, Austria

3) Landslides Group, Technische Universität München, Munich, Germany

Ansprechpartner :

Markus Keuschnig
alpS – Centre for Climate Change Adaptation
Grabenweg 68, 6020 Innsbruck, Austria
Tel.: +43 (512) 392929
e-mail: markus.keuschnig@sbg.ac.at

Landschaftsentwicklung nördlich des Sonnblicks während des alpinen Spätglazials

Mathias Bichler, Martin Reindl, Jürgen Reitner, Susan Ivy-Ochs

Das Untersuchungsgebiet im direkten Vorfeld der 1850er Endmoränen des Goldberg- und Pilatuskees im Talschluss des Hüttwinkltals bietet eine einzigartige Möglichkeit um landschaftsprägende Ereignisse wie Gletschervorstöße, Gletscherrückzüge und Massenbewegungen seit dem letzten glazialen Maximum (Englisch: LGM; Late Glacial Maximum) zu studieren.

Die Feldarbeiten zeigten, dass sich 3 wichtige überlagernde landschaftsformende Ereignisse unterscheiden lassen.

1. Der größte Bergsturz im Bundesland Salzburg (0.4 km³), dessen Bergsturzlandschaft als Durchgangswald bekannt ist.
2. Dieser große Bergsturz wird teilweise von einem dominanten Gletschervorstoß überlagert, der durch Grundmoränen-Bedeckung und mehreren Seitenmoränen gekennzeichnet ist.
3. Die Grundmoränen wiederum werden teilweise von einem kleineren, quarzitischen Bergsturz bedeckt.

Aufgrund dieser Abfolge war es möglich, eine solide relative Chronologie der Ereignisse als Zeitrahmen für die folgenden Altersdatierungen zu erstellen.



Abbildung 1: Absolut datierte Merkmale im Vorfeld der (a) 1850er Endmoräne des Goldbergkees. (b) markiert datierte Blöcke (Boulder), Gletscherschliffe und Moore auf einem Hochplateau. (c) kennzeichnet datierte Blöcke auf der linken Seitenmoräne der maximalen Egesen-Ausdehnung und (d) ist eine Ansammlung von Blöcken die die letzte Rückzugsphase des Egesen-Stadiums repräsentieren.

Sowohl die beiden Bergstürze (13 ka BP und 10 ka BP) als auch der Gletschervorstoß (12,5 ka BP) und der Gletscherrückzug (11 ka BP) wurden mit Hilfe von kosmogenen Nukliden, in unserem Fall basierend auf der ¹⁰Be Methode, datiert. Um eine umfassende absolute Chronologie aufzubauen wurden 6 Proben von den Bergstürzen, 12 Proben von glazial transportierten Blöcken und 2 Proben von Gletscherschliffen bearbeitet. Zur Überprüfung der Plausibilität der absoluten Alter der

¹⁰Be Datierung, wurden ¹⁴C Datierungen an den Basislagen von Mooren durchgeführt. Die Bildung dieser Moore steht in direktem Zusammenhang mit den landschaftsprägenden Ereignissen (z.B. Aufstauung durch Bergsturzböcke oder Moränen) und liefert daher ein Minimalalter für diese.

Durch die Kombination von absoluten Datierungen und einer detaillierten geologischen und geomorphologischen Kartierung war es möglich sowohl die glaziale Chronologie als auch die Landschaftsentwicklung des hinteren Hüttwinkltals seit dem LGM bis 1850 AD zu rekonstruieren. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf den Zeitraum von 14 ka bis 10 ka gelegt.

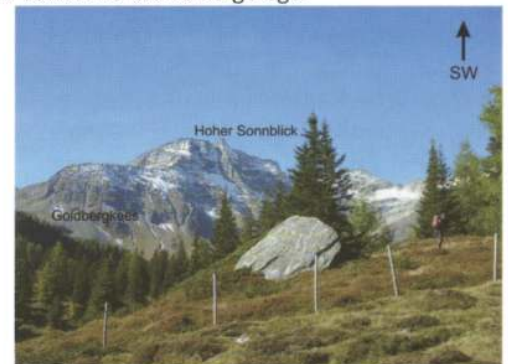


Abbildung 2: Datierte Blöcke im distalsten Bereich vom Durchgangswald-Bergsturz (13ka) bei der Filzenalm der von glazialen Egesen Sedimenten überdeckt wird.

Mit Hilfe von detaillierten sedimentologischen Aufnahmen gelang es uns wichtige Charakteristika des dominierenden Egesen Gletschersystems wiederzugeben. Wir verwendeten mehrere Methoden um die Höhen der Gleichgewichtslinien (Englisch: Equilibrium-Line-Altitudes, ELAs) zu berechnen. Die Ergebnisse wurden mit bereits bestehenden Daten aus der Schweiz und West-Österreich verglichen. Dadurch war es uns möglich sowohl die Temperatur- und Niederschlagsänderungen des lokalen Klimas, als auch die Gletscher Dynamik während des Maximums des Egesen (Jüngere Dryas) in einem typischen nach Norden gerichteten Tal in den zentralen Ostalpen zu rekonstruieren.

Autoren:

M.G. Bichler¹, M. Reindl², J. Reitner¹, S. Ivy-Ochs³

1) Geologische Bundesanstalt Österreich

2) Department für Umweltgeowissenschaften, Uni Wien

3) Laboratory of Ion Beam Physics, ETH Zürich

Ansprechpartner:

Mathias Bichler MSc.

Geologische Bundesanstalt Österreich

Neulinggasse 38, 1030 Wien

E-mail: mathias.bichler@geologie.ac.at



Gletschermonitoring Sonnblick und Pasterze

Bernhard Hynek, Gernot Weyss, Daniel Binder, Wolfgang Schöner

Seit den 80er Jahren wird an den Sonnblick-Gletschern ein intensives Gletschermonitoring betrieben, das in den letzten Jahren intensiviert, erweitert und durch moderne Messmethoden ergänzt wurde. Gegenwärtig wird von den drei Hauptgletschern der Goldberggruppe, dem Goldbergkees (GOK), dem Kleinfleißkees (FLK) und dem Wurtenkees (WUK), sowohl die Jahres- als auch die Wintermassenbilanz gemessen. An der nahegelegenen Pasterze wird ebenfalls die Jahresmassenbilanz gemessen. Erweitert wird das Monitoring durch automatische Kameras, Wetterstationen auf den Gletschern und Abflussmessungen. Die Daten werden sowohl für Klimaanalysen als auch zur Modellverifikation verwendet.

Um die Beziehung zwischen Klimaänderungen und Gletscheränderungen nachhaltig zu erforschen und unser Prozessverständnis über diese Wechselwirkung zu verbessern, eignen sich die kleinen Gletscher rund um den Sonnblick besonders gut. Zum einen weil das Sonnblick-Observatorium die logistische Basis für Arbeiten auf den Gletschern darstellt, zum anderen weil am Standort Sonnblick besonders viele Klimaparameter gemessen werden, und das schon seit langer Zeit. In Abbildung 1 ist eine schematische Darstellung des momentan laufenden Monitoring-Programmes mit der ungefähren räumlichen Dichte des Messnetzes dargestellt.

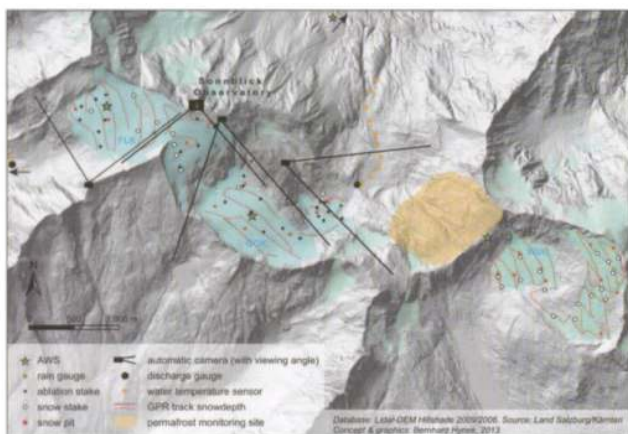


Abbildung 1: Karte und Messdichte des glazialhydrologischen Monitorings rund um das Sonnblick-Observatorium.

Dieses Messnetz inkludiert direkte Messungen der Oberflächenmassenbilanz auf den Gletschern in Form von Schneetiefensondierungen, Radarmessungen und Schneeprofilen im Winter und Messungen der Eisabschmelzung und der Schneelinien im Sommer. Ergänzt werden diese Messungen durch den Einsatz von automatischen Systemen wie Kameras und automatische Ablationspegel.

In Abbildung 2 sind die jährlichen Massenänderungen der Gletscher in Metern Wassersäule dargestellt, im Mittel

verlieren die Sonnblickgletscher und die Pasterze ca. 1m pro Jahr an Eisdicke. Wie der Abbildung 2 zu entnehmen ist, enthalten die Daten jedoch eine beträchtliche Jahr-zu-Jahr-Variabilität. Verifiziert werden die direkten Messungen durch geodätische Methoden wie GNSS-Messungen, Photogrammetrie oder Laser-Scans.

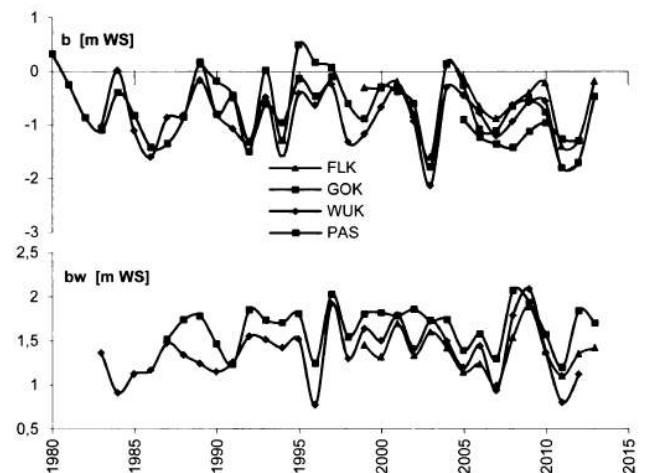


Abbildung 2: Jährliche Massenänderungen (b) und Winterakkumulationen (bzw.) der Pasterze und der Sonnblick-Gletscher in Metern Wassersäule.

Zur Validierung von Prozessstudien werden automatische Wetterstationen direkt auf den Gletschern betrieben, die die Energiebilanz der Gletscheroberfläche messen. Ein Netz von Schneepegeln, Niederschlagsmessungen und Abflussmessstationen vervollständigen das Monitoring der Wasserbilanz in den Einzugsgebieten rund um den Sonnblick. Gegenwärtiges Ziel ist die vollständige Datenanbindung aller räumlich verteilten Stationen und automatischen Kameras an das Sonnblick-Observatorium, damit die Daten in Echtzeit zur Verfügung stehen.

Das Gletschermonitoring wird finanziert durch die ZAMG und das BMLFUW (aktuelles Projekt *High.mon* bzw. *GCW_SG*).

Autoren:

B. Hynek¹, G. Weyss¹, D. Binder¹, W. Schöner¹

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 1190 Wien.

Ansprechpartner :

Bernhard Hynek

Tel.: +43 1 36026 2225; e-mail: b.hynek@zamg.ac.at

U_GLACIER

Wolfgang Schöner, Bernhard Hynek, Anton Neureiter

Im Forschungsprojekt SNOWTRANS (2004-2007) wurde mit Klimadaten der Abfluss von vergletscherten Einzugsgebieten simuliert, bis jetzt jedoch nur für einzelne Jahre der Vergangenheit. Im Forschungsprojekt U_glacier (Unsicherheiten in der Modellierung hydrologischer Szenarien in vergletscherten Einzugsgebieten), das im Dezember 2009 begonnen hat, wird nun basierend auf Klimaszenarien die zukünftige Entwicklung von Gletschern und des Abflusses im Laufe des 21. Jahrhunderts berechnet. Validiert wird das glazial-hydrologische Modell mit Daten aus den umfangreichen Klima- und Gletschermonitoring im Bereich des Rauriser Sonnblicks.

Ziele

Da sich die Gletscherflächen in den Alpen immer mehr verringern, wird der Beitrag der Eisschmelze zum Gesamtabfluss langfristig kleiner, was besonders in trockenen Sommern den Wasserstand der Flüsse verringern kann. 1. Ziel des Projektes ist es, diesen künftigen Rückgang der Gletscherflächen bestmöglich zu simulieren und dann auf der Basis von Klimaszenarien in unterschiedlich stark vergletscherten Teilgebieten zu berechnen. Optimierte und getestet wird das verwendete hydrologische Modell durch die umfangreichen meteorologischen und glazialhydrologischen Messungen im Sonnblickgebiet.

Methodik

Ein hydrologisches Modell wird mit meteorologischen und topographischen Daten betrieben und simuliert den Abfluss im Einzugsgebiet wobei auch die Gletscherschmelze erfasst wird. Überprüft werden die Modellergebnisse mit Abflussmessungen, Gletschermassenbilanzmessungen, zwei automatischen Wetterstationen auf den Gletschern Goldbergkees und Kleinfleißkees, Messungen des Schneewasseräquivalents und Fernerkundungsdaten (automatische terrestrische Photographie und Satellitendaten) der Schneebedeckung. Um das Abflussmodell für die Berechnung langer Zeitreihen in die Zukunft tauglich zu machen, muss zum Beispiel mit einfachen Ansätzen zur Gletscherfließdynamik die berechnete Massenänderung des Gletschers zu einer Änderung der Gletschertopographie und der Gletscherflächen führen. Dieses Modellpaket wird durch gemessene Volums-, Flächen- und Längenänderungen, die für die Gletscher um den Rauriser Sonnblick für die letzten 150 Jahre vorliegen, überprüft.

Autoren:

W. Schöner¹, B. Hynek¹, A. Neureiter¹

1) Central Institute for Meteorology and Geodynamics, Vienna, Austria

Ergebnisse

Kalibriert und validiert wurde das Modell in den Einzugsgebieten des Goldbergbaches (2.1km²) und des Kleinfleißbaches (1.5km²) in der Goldberggruppe der Hohen Tauern, vergletschert durch die Gletscher Goldbergkees und Kleinfleißkees.

Wie die nachfolgende Abbildung verdeutlicht, kommt es zu einem starken Abschmelzen der Gletscher Goldbergkees und Kleinfleißkees unter den herangezogenen Klimaszenarien.

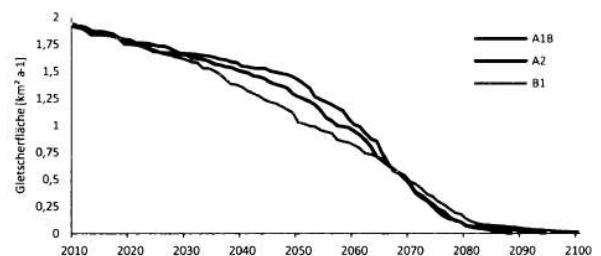


Abb. 1: Simulierte Gletscherfläche der Gletscher Goldbergkees und Kleinfleißkees. Nur ein kleiner Teil des Kleinfleißkeeses bleibt im Szenario B1 bis in das Jahr 2100 erhalten. Durch die kleiner werdenden Gletscher verändert sich auch das Abflussregime. Den simulierten Abfluss im August zeigt die Abbildung 2. Es kommt hier zu einer starken Abnahme der Abflüsse im Hochsommer.

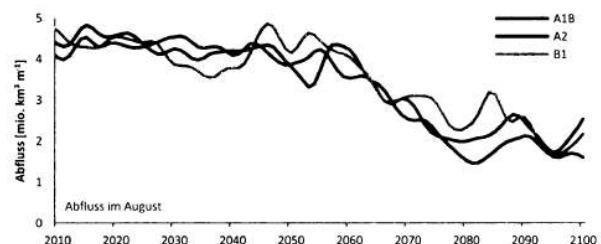


Abb. 2: Simulierter Augustabfluss der Einzugsgebiete Goldbergbach und Kleinfleißbach.

Ansprechpartner :

Dr. Wolfgang Schöner

Central Institute for Meteorology and Geodynamics

Hohe Warte 38, 1190 Vienna, Austria

Tel.: +43 (1) 36026-2290

e-mail: wolfgang.schoener@zamg.ac.at



Monitoring der Schneebedeckung mit automatischen Kameras

Surya Jarausch, Bernhard Hynek, Gernot Weyss, Wolfgang Schöner

Seit 2012 dokumentieren im Gelände montierten Kompaktkameras den Schneebedeckungsgrad der Gletscher Goldbergkees (GOK) und Kleinfleißkees (FLK) durch Aufnahmen in täglicher bis stündlicher Auflösung. Diese Daten steigern die Genauigkeit der Massenbilanzmessung, dienen zur Validierung von glazialhydrologischen Modellen und stellen eine Vorstufe zum Massenbilanzmonitoring in Nahe-Echtzeit dar.

Die Grenze zwischen diesjährigem Winterschnee und Gletschereis (oder Firn) wird als Nulllinie bezeichnet. An dieser Linie ist die Massenbilanz eines Gletschers Null – sie markiert demnach genau den Übergang von negativer (Eis schmilzt ab) zu positiver (Winterschnee bleibt das ganze Jahr liegen) Massenbilanz.

Zur Verortung der Nulllinie diente bislang die relativ ungenauen Methode der visuellen Schätzung. Um diesem Problem entgegenzuwirken wurden im Frühjahr 2012 drei automatische Kameras im Gebiet des Hohen Sonnblick installiert, welche die Gletscheroberfläche und somit auch die Nulllinie in täglicher bis stündlicher Auflösung dokumentieren. Für die automatischen Kamerasysteme fanden kostengünstige Kompaktkameras Verwendung (Materialkosten ca. 250€, Abb. 1).



Abbildung 1: Automatisches Kamerasystem entwickelt von G. Weyss, am Fels montiert und zerlegt. Materialkosten ca. 250€.

Mit Hilfe der Programme *PhotoGeoRef* (Corripio, 2004) und *WSL-Monoplotting-Tool* (Bozzini, 2011) wurden die Fotos auf ein aktuelles digitales Höhenmodell (DHM) projiziert und georeferenziert sowie die Nulllinie digitalisiert. Im Rahmen einer Pilotstudie sollte die Lagegenauigkeit dieser digitalisierten Nulllinien untersucht werden. Zu diesem Zweck wurden während der Ablationsperiode 2012 *GPS-Tracks* der Schneegrenze als Referenz erstellt.

Trotz der Verwendung verhältnismäßig einfacher Kameras ergaben sich lediglich Abweichungen von 5.20 (± 1.24) - 10.66 (± 9.20) Metern. Entscheidend für die Genauigkeit

der Georeferenzierung ist die Entfernung der Kamera zum Gletscher und der Winkel zur Gletscheroberfläche.

Aufgrund der komplexen Orographie der Gletscher am Sonnblick wurden mehrere Kameras verwendet um die Gletscherfläche möglichst optimal abzudecken.

Die mittels der Fotos digitalisierten Schneelinien (Abb. 2) sind essentiell für die Validierung von Massenbilanzmodellen und für die Berechnung der räumlichen Verteilung der Massenbilanz.

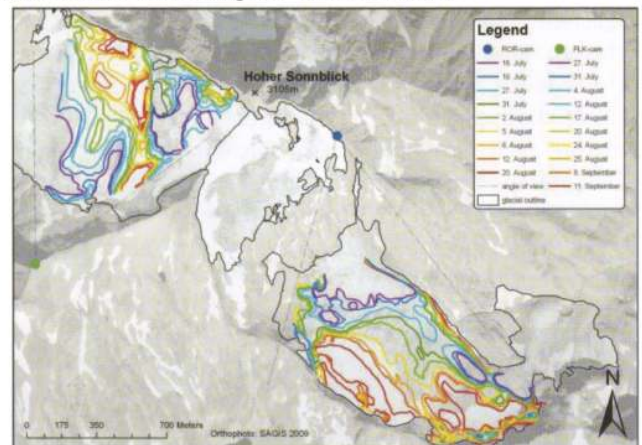


Abbildung 2: Visualisierung der Ausaperung 2012 (18. Juli – 11. Sept.) am FLK und GOK sowie Lage und Blickrichtung der automatischen Kameras.

Im Rahmen des Projektes *Global Cryosphere Watch Sonnblick – Gletscher- und Schneedeckenmonitoring* wird das Kamera-Monitoring auch auf die Pasterze erweitert. Die Fotos sollen über ein lokales *WLAN-mesh* online zu Verfügung gestellt werden um in Nahe-Echtzeit in die Berechnung der aktuellen Gletscherschmelze einzufließen.

Die bisherigen Arbeiten wurden finanziert durch die ÖAW (Projekt *u_glacier*) und das BMLFUW (Projekt *High.mon*).

Autoren:

S. Jarausch^{1,2}, B. Hynek¹, G. Weyss¹, W. Schöner¹

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Hohe Warte 38, 1190 Wien.

2) Universität für Bodenkultur, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau.

Ansprechpartner :

Bernhard Hynek

Tel.: +43 1 36026 2225

E-mail: b.hynek@zamg.ac.at

Lawinenmeldestation Sonnblick

Bernhard Niedermoser

Es gibt im 21. Jahrhundert kaum ein Naturphänomen, bei dem die Wissenschaft und auch die operationelle Warnung noch so nahe an der Natur selbst ist wie beim Themenkreis Lawine. Gute Beobachtungen sind daher essentiell für die Qualität eines Lawinenwarndienstes und für die Einschätzung der Lawinensituation. Neben der bestmöglichen Schnee- und Lawinenbeobachtung ist ein dichtes und ausgewogenes Informationsnetz, das alle Höhenstufen im Salzburger Land umfasst, von entscheidender Bedeutung um ein möglichst komplettes Bild zu bekommen. Das Sonnblickobservatorium spielt in diesem Netzwerk seit Jahrzehnten eine wichtige Rolle als höchst gelegener Vorposten des Salzburger Lawinenwarndienstes.

Der Salzburger Lawinenwarndienst bezieht seine Informationen unter anderem aus einem Netzwerk von über 40 Stationen und Beobachterstandorten, die zum Teil vom Lawinenwarndienst betrieben werden, zum Teil aber auch in Kooperation mit anderen Institutionen, wie z.B. der ZAMG und dem Sonnblickobservatorium. Die täglichen Beobachtungen der Lawinmannschaft erfassen eine Fülle von lawinenrelevanten Daten der Schneedecke, die weit über die reine Gesamtschneehöhe und der Neuschneemenge hinausgehen. Dazu zählen zum Beispiel auch Einsinktiefe, Oberflächenart des Schnees, Schneetemperatur, aber auch Verteilung, Mächtigkeit und Störanfälligkeit von Tribschneepaketen im Gelände sowie eine genaue Beobachtung und Beschreibung spontaner Lawinen.



Abb.1: Schneebrett mit Bruchfortpflanzung in unterschiedlichen Schwachsichten

Sämtliche Infos werden bereits in den frühen Morgenstunden vom Sonnblick an die Lawinenwarnzentrale gemeldet und komplettieren dort ein Bild der Gesamtsituation im Bundesland Salzburg. Der Stützpunkt am Rauriser Sonnblick ist dabei Salzburgs höchstgelegene Lawinenmeldestation und seit den

1960ern ein fixer Bestandteil des Beobachtungsnetzes. Nur mit permanenten Beobachtungspunkten in dieser Höhenlage kann der Unterschied in den verschiedenen Elementen der Schneedecke zwischen den mittelhohen Lagen rund um 2000 m und dem Hochgebirge über 3000 m erfasst werden. Neben den täglichen Beobachtungen werden regelmäßig, im Mittel alle 10 bis 14 Tage, Schneedeckeluntersuchungen und Stabilitätstests in der Nähe des Observatoriums durchgeführt.



Abb.2: Schneedeckenuntersuchung und Stabilitätstest

Damit bekommt man einen tieferen Einblick in die Schneedecke, es zeigen sich Schwachschichten und mögliche Bruchfortpflanzungen. Die Verbindung der einzelnen Schneefallepisoden untereinander kann sich nämlich mit der Zeit stark ändern. Durch Wind, Kälte, Temperaturunterschiede oder Wärme wird die Verbindung der Schichten geschwächt oder gestärkt. Besonders wichtig ist auch die Rolle der Lawinenbeobachter am Sonnblick als Wahrnehmer von Gefahrenzeichen im Gelände – gerade durch den umfassenden Einblick in die umgebende Bergwelt, können Lawinenabgänge sehr gut dokumentiert werden.

Autor:

B. Niedermoser¹

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Salzburg

Ansprechpartner:

L. Rasser, M. Daxbacher, N. Daxbacher, H. Scheer - Lawinenbeobachter
Mag. Bernhard Niedermoser – Leiter Lawinenwarnzentrale Salzburg
Freisaalweg 16, 5020 Salzburg
Tel.: +43 (662) 8042 2170
e-mail: niedermoser@zamg.ac.at



Wetterwürfel

Alois M. Holzer

Im Rahmen der Serie „Painting-Spuren im Land der 1000 Hügel“ schaffen Prominente mit ihren beruflichen oder sportlichen „Werkzeugen“ (Schi von Hermann Maier, Feder von Felix Baumgartner, Mountainbike-Reifen von Brian Lopes, ...) als Pinsel Kunstwerke, zum Beispiel Farbspuren auf einer weißen Leinwand. Allen Kunstaktionen dieser Serie gemeinsam ist die Vorgabe, dass Erlöse, die durch einen eventuellen Verkauf der Kunstwerke erzielt werden, karitativen Zwecken zufließen müssen. So auch bei einem ganz speziellen Projekt, dem Wetter-Painting. Der Wetterredakteur und Unwetterforscher Alois M. Holzer wurde gebeten mit seinem „Wetterpinsel“ etwas beizutragen. Doch womit arbeitet jemand, der Wetterprognosen macht? Lassen wir doch das Wetter selbst auf unsere Objekte wirken, schlug Holzer daher vor, und natürlich auch am Sonnblick!

Am besten könnte das mit einem weißen Würfel gelingen, dessen Seiten nach den Himmelsrichtungen ausgerichtet werden, sodass man also auch die „Wetterseite“ erkennen kann. Und gemeinsam mit dem Unternehmer Norbert Luckerbauer wurde die Idee geboren die Witterung eines ganzen Jahres einzufangen, und zwar repräsentativ für ganz Österreich. Holzer ist im Rahmen des Projektes zweimal durch ganz Österreich gefahren, um in allen Bundesländern seine Wetterwürfel anzubringen, und zwar an den interessantesten und markantesten Plätzen, die das Land in Sachen Wetter zu bieten hat. So entstand das erste Wetter-Jahresbild Österreichs auf Leinwand.



Bild 1: Die unterschiedlichen Verfärbungen nach einem Jahr Auswitterung

Es ergab sich zweimal eine sehr abwechslungsreiche Österreich-Reise durch viele unterschiedliche Wetterwelten: von strahlend blauem Himmel bei angenehmen Temperaturen bis hin zu orkanartigem Schneesturm (das war am Feuerkogel). Und tatsächlich

haben sich die zunächst alle gleich weißen und aus leinenbespannten Holzrahmen bestehenden Würfel im Lauf des Jahres 2012 sehr unterschiedlich entwickelt, von zart rosa marmoriert über unberührt weiß (am Sonnblick!) bis zu zerstückeltem Leinen und bis zu sattem Grün.

Allen Beteiligten an diesem ehrenamtlichen Projekt sei herzlich gedankt, und das waren mehr als 30! Allen, die Genehmigungen für die Anbringung der Wetterwürfel erteilt haben, die bei der Montage oder Demontage geholfen haben, die Behördenwege erleichtert haben, die bei der Sonnblick-Schitour dabei waren, die sonst irgendwie das Projekt unterstützt haben und sich Zeit genommen haben!



Bild 2: Demontage des Sonnblick-Wetterwürfels Anfang 2013

Autor:

Alois M. Holzer¹

1) ESSL, Wiener Neustadt, Austria

Ansprechpartner:

Alois M. Holzer

ESSL European Severe Storms Laboratory – Science and Training
Bräunlichgasse 6a/6

2700 Wiener Neustadt, Austria

Tel.: +43 664 450 99 89

e-mail: alois.holzer@essl.org





DIE VERBINDUNG ZUR WELT I

(Foto: G. Schauer)

Seit den 1950ern überwindet eine „Materialseilbahn mit eingeschränktem Personenverkehr“ die 1500 Höhenmeter von Kolm hinauf zum Sonnblick. Über die steile Nordwand braucht die einspurige Pendelbahn mit geschlossener Zugseilschleife rund 20 Minuten in eine Richtung und kann dabei bis zu 3 Personen befördern. Hinter dem spartanisch aussehenden Fahrbetriebsmittel, welches liebevoll "Kisterl" genannt wird, verbirgt sich eine moderne Seilbahn.



DIE VERBINDUNG ZUR WELT II

(Foto: N. Daxbacher)

Seit den 1980ern geht sämtliche Energie für den gesamten Gipfel (Sonnblick Observatorium und das AV-Schutzhaus) durch ein Stromkabel. Eine 20 kV-Leitung zieht sich vom Kärntner Zirmsee über den Goldzechkopf bis zum Gipfel. Diese lebensnotwendige Nabelschnur wurde vom Verbund errichtet und wird von der APG betreut. Nur dadurch ist es möglich, das Observatorium emissionsfrei zu halten und als internationalen GAW-Standort zu positionieren.