

2018

Sonnblick Observatorium

Sonnblick Observatory



WISSENSCHAFTLICHE AKTIVITÄTEN

SCIENTIFIC ACTIVITIES



## Impressum

Herausgeber: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG),

Hohe Warte 38, 1190 Wien, Österreich

Redaktion: Dr. Elke Ludewig  
(elke.ludewig@zamg.ac.at) und Autoren

Foto:

G. Weyss (Titelseite),

H. Scheer (Titelinnenseite),

H. Tannerberger, N.Daxbacher, M.Daxbacher, H. Scheer (Innenrückseite),

E. Ludewig (Rückseite)

Inhalt: Inhalte, Übersetzungen, Grafiken, Bilder sind den jeweils genannten AutorInnen zu zuordnen

Auflagenzahl: 1500

Erscheinungsdatum: April 2018

## Imprint

Publisher: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG),

Hohe Warte 38, 1190 Vienna, Austria

Editor: Dr. Elke Ludewig  
(elke.ludewig@zamg.ac.at) and authors

Photo:

M. Daxbacher (cover),

H. Tannerberger (cover inside),

H. Tannerberger, N.Daxbacher, M.Daxbacher, H. Scheer (reverse inside),

E. Ludewig (reverse side)

Content: contents, translations, graphics, photos are allocated to the respective authors

Circulation volume: 1500

Date of publication: April 2018

# Inhalt Content

## Inhalt

### Vorworte

Vorwort BMWFW .....	8
Vorwort Observatoriumsleitung .....	9

### Allgemeines

Das Sonnblick Observatorium .....	10
Institutionen hinter dem Sonnblick Observatorium ...	11
Das Team Sonnblick Observatorium .....	12
Forschungskonzept ENVISON .....	13
Forschen am Hohen Sonnblick? .....	14
Infrastruktur Teil I: Infrastrukturmaßnahmen .....	15
Infrastruktur Teil II: IT-Infrastruktur .....	16

### Internationale Netzwerke

Internationale Netzwerke: Kurze Übersicht .....	17
---	----

### Forschungsaktivitäten

#### ***Meteorologie: Extrema***

Exponierter Standort—Messrekorde .....	18
TAWES Kolm Saigurn SAT Tests .....	19

#### ***Strahlung***

Langzeitmessung des Gesamtzons und der spektralen UV Strahlung .....	20
Das österreichische UVB-Messnetz .....	21
ARAD/BSRN: Strahlungsmessungen .....	22
Vergleich zweier Testpyranometer im Hinblick auf thermische Offsets .....	23

## Content

### Preface

Preface BMWFW .....	8
Preface Head of the Sonnblick Observatory .....	9

### General Facts

The Sonnblick Observatory .....	10
Institutions behind the Sonnblick Observatory .....	11
The Team Sonnblick Observatory .....	12
Concept of Research: ENVISON .....	13
Research at Mt. Hoher Sonnblick? .....	14
Infrastructure Part I: Infrastructure Measures .....	15
Infrastructure Part II: IT-Infrastructure .....	16

### International Network

International Networks: Short Overview .....	17
--	----

### Research Activities

#### ***Meteorology: Extremes***

Exposed Site—Measuring Records .....	18
TAWES Kolm Saigurn SAT Trial .....	19

#### ***Radiation***

Longterm measurements of total ozone and spectral UV radiation .....	20
Austrian UV-B Monitoring Network .....	21
ARAD/BSRN: Radiation Measurements .....	22
Comparison of two test pyranometer regarding thermal offsets .....	23

3



# Inhalt

## Content



### Inhalt

#### **Niederschlag, Deposition**

Saurer Regen und Überdüngung .....	24
STOBIMO—Spurenstoffe .....	25
PureAlps: Schadstoffmonitoring .....	26
NISBO: Niederschlagsisotopen .....	27
ANIP: Isotopenmessnetz .....	28

#### **Spurengase & Luftschadstoffe**

Spurengasmessung am Sonnblick.....	29
Evaluierung von Spurengasmodellierungen des Copernicus Atmosphärendienstes.....	30
MONET—MONitoring NETwork für persistente organische Komponenten (POPs) .....	31
Schadstofftransport .....	32

#### **Aerosole & Wolken**

Aerosolmessung .....	33
Bestimmung von Hydrometeore-Messereignissen ....	34
Fossile Brennstoffe und Holzrauch .....	35
Ruß auf Luftfiltern vom Sonnblick .....	36
Projekt DUSTFALL .....	37
Saharastaubprognose .....	38
Ceilometermessung .....	39

#### **Eis & Eiskristalle & Vereisung**

Das Rätsel der Eismultiplikation .....	40
Eislastmessungen am Sonnblick .....	41
Vereisung—eine technische Herausforderung.....	42

#### **Schnee-Analyse**

Die höchstgelegene Lawinenstation .....	43
Schneechemie.....	44
Fingerabdrücke der Vergangenheit im sekundären organischen Aerosol .....	45

### Content

#### **Precipitation, Deposition**

Acid Rain and Nitrogen Input .....	24
STOBIMO—Micropollutants.....	25
PureAlps: Monitoring of persistent pollutants.....	26
NISBO: Stable Isotopes of Precipitation .....	27
ANIP: Isotope Monitoring.....	28

#### **Trace Gases & Air Pollutants**

Monitoring of trace gases at Sonnblick.....	29
Evaluation of Copernicus Atmosphere Monitoring Service Products.....	30
MONET—MONitoring NETwork of persistent organic compounds (POPs) .....	31
Air pollution transport.....	32

#### **Aerosols & Clouds**

Aerosol Measurements .....	33
Identification of hydrometeor events .....	34
Fossil Fuels and Wood Burning .....	35
Soot on air filters from Mount Hoher Sonnblick .....	36
Project DUSTFALL .....	37
Saharan dust forecast.....	38
Ceilometer Measurements .....	39

#### **Ice & Ice Crystals & Icing**

The Mystery of Ice Multiplication .....	40
Measuring Iceloads at Sonnblick.....	41
Icing—a technical challenge.....	42

#### **Snow-Analysis**

The highest situated avalanche site .....	43
Snow Chemistry.....	44
Fingerprints of past in the secondary organic aerosol .....	45

# Inhalt Content

## Inhalt

### **Glaziologie**

Gletscherbeobachtung .....	46
Entwicklung eines Gletscher-Informationssystems in Echtzeit .....	47

### **Permafrost & Seismologie**

Permafrost Monitoring Netzwerk im Sonnblickgebiet .....	48
ATMOperm .....	50
Elektromagnetische Wellen und die Suche nach alpinem Permafrost .....	51
Sonnblick Laserscan Monitoring .....	52
Sonnblick Seismologisches Monitoring.....	53

### **Radioaktivität & Radionuklide**

Sonde für Ortsdosisleistung .....	54
Überwachung der Radioaktivität in Luft .....	55
Deposition von Umweltradionukliden mit Schnee auf drei Alpengipfeln .....	56
Langzeitmessung von <sup>222</sup> Radon-Folgeprodukten.....	58

### **Biologie & Bioaerosole**

Fledermäuse am Hohen Sonnblick .....	59
Projekt: ProtectAlps .....	60
Primäre Biologische Aerosole .....	61
Antibiotikaresistenzen kryophiler Mikroorganismen .	62

### **Obere Atmosphäre**

Temperaturen in 90 km Höhe.....	63
---------------------------------	----

### **Verschiedenes**

Projekt ASBO 2018.....	64
Project INTERACT-II.....	65
Alterung textiler Materialien im Bergsport .....	66

## Content

### **Glaciology**

Longterm Glacier Monitoring .....	46
Towards a remote glacier monitoring in near real time .....	47

### **Permafrost & Seismology**

Permafrost Monitoring Network in the Sonnblick Area.....	48
ATMOperm.....	50
Electromagnetic waves and the quest for alpine permafrost.....	51
Sonnblick Laserscan Monitoring.....	52
Sonnblick Seismological Monitoring .....	53

### **Radioactivity & Radionuclides**

Local Dose Rate Sensor .....	54
Monitoring of Radioactivity in Air .....	55
Deposition of radionuclides with snow at three alpine summits .....	56
Long-term observationa of von <sup>222</sup> Radon-progeny ....	58

### **Biology & Bioaerosols**

Bats on top of Mt. Sonnblick.....	59
Project ProtectAlps.....	60
Primary Biological Aerosols.....	61
Antibiotic resistant cryophilic microorganisms .....	62

### **Upper Atmosphere**

Temperatures at 90 km height.....	63
-----------------------------------	----

### **Miscellaneous**

Project ASBO 2018 .....	64
Project INTERACT-II .....	65
Aging of textile mountaineering equipment .....	66



# Inhalt

## Content

6



### Inhalt

#### *Verschiedenes*

Österreichischer Versuchssenderverband OE2XSR .....	67
Digitalfunk BOS Österreich .....	68
EPOSA Echtzeitpositionierung Austria .....	69

<b>Notizen .....</b>	<b>70</b>
----------------------	-----------

### Content

#### *Miscellaneous*

Amateur Radio Society OE2XSR .....	67
Digital Radio BOS Austria .....	68
EPOSA Realtime positioning Austria.....	69

<b>Notes.....</b>	<b>70</b>
-------------------	-----------





# BMBWF

BUNDESMINISTERIUM  
FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT  
UND FORSCHUNG



Seit 1886 zählt das Sonnblick Observatorium zu den bedeutendsten Forschungseinrichtungen im Alpenraum und der Welt.

Das für unsere Zukunft so wichtige Monitoring am Sonnblick Observatorium ist auf klimarelevante und umweltspezifische Fragestellungen ausgelegt.

Die Integration des Sonnblick Observatoriums in den internationalen Messnetzwerken unterstützt die Entscheidungsfindung bei Klimaaaptionsmaßnahmen zum Schutz der Menschen im Alpenraum und unterstreicht den Beitrag Österreichs an der Klimaforschung.

Derzeit werden große Anstrengungen unternommen um den Mess- und Forschungsstandort Sonnblick Observatorium für die nächsten Jahrzehnte zu sichern. Diese sicherheitstechnischen Verbesserungen der Infrastruktur ermöglichen zukünftig planmäßige Messkampagnen durchzuführen und die Forschungsschwerpunkte des Observatoriums in Bezug auf aktuelle wissenschaftliche Fragestellungen zu erweitern. Das Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung setzt sich für den Erhalt des Sonnblick Observatoriums ein.

The Sonnblick Observatory has been one of the most important research facilities in the Alps and internationally since 1886.

The monitoring of the Sonnblick Observatory, which is vital for our future, is designed for climate-relevant and environment-specific issues.

The integration of the Sonnblick Observatory into international measurement networks supports the decision-making process on climate adaptation measures for protection of people in Alpine regions and underlines Austria's contribution to climate research.

At present, great efforts are being made to secure the measuring and research location Sonnblick Observatory for decades ahead.

These safety improvements to the infrastructure will make it possible to carry out planned measurement campaigns in the future, and to expand the research focus of the Observatory in relation to current scientific issues. The Ministry for Education, Science and Research is committed to preserving the Sonnblick Observatory.

**Univ.-Prof. Dr. Heinz Faßmann**

Bundesminister für Bildung, Wissenschaft und Forschung

*Federal Minister for Education, Science and Research*

# Vorwort

## Preface



9



### Liebe Freunde, Interessierte und Förderer des Sonnblick Observatoriums!

Das Sonnblick Observatorium ist weltweit bekannt und geschätzt durch seine traditionellen, aber modern ausgerichteten Forschungsschwerpunkte, die permanent ausgebaut und erweitert werden.

Für dieses bedeutende österreichische Observatorium gilt es die Zukunft zu sichern und die Attraktivität für Forschung und Wissenschaft weiter ständig zu steigern.

Nur der Erhalt und die ständige Verbesserung des erforderlich hohen Leistungsniveaus, ist der Garant für einen dauerhaften hochrangigen Platz in der Welt-Forschung.

Die dazu dringend notwendigen Maßnahmen, um die Infrastruktur auf den Stand neuester Technik zu bringen, sind eingeleitet und werden voraussichtlich in 2019 abgeschlossen sein.

Mit diesem Ausblick auf die Zukunft, möchte ich allen Forschungseinrichtungen danken, die uns wieder das Vertrauen geschenkt haben und darum werben uns weiter die Treue zu halten.

An dieser Stelle möchte ich auch allen Mitgliedern, Förderern und Sponsoren des Sonnblick Vereins danken, die eine große Unterstützung für das Sonnblick Observatorium bedeuten.

Wir tun was dafür!

### Dear Friends, Interested People and Sponsors of the Sonnblick Observatory!

The Sonnblick Observatory is prominent worldwide with its traditional yet modern research priorities, which are constantly being expanded and developed.

For our Austrian observatory, the future must be secured and the appeal for research and science elevated.

Only continuing maintenance combined with constant improvement of scientific infrastructure guarantee cutting edge results in global research.

The urgently required measures to bring the infrastructure to a high standard have been initiated and are expected to be completed in 2019.

With this positive outlook for the future, I would like to thank all research institutions that have expressed confidence in the observatory and continue to promote allegiance.

I would also like to thank all members, supporters and sponsors of the Sonnblick Verein, who have testified support for the Sonnblick Observatory.

We do something for it!

**Dr. Elke Ludewig**

Leiterin Sonnblick Observatorium

*Head of the Sonnblick Observatory*

# Allgemeines General Facts

## Das Sonnblick Observatorium

## The Sonnblick Observatory

10



Abb. Sonnblick Observatorium am Hohen Sonnblick | Fig.: Sonnblick Observatory at Mt. Hoher Sonnblick | Quelle/Source: G.Weys@ZAMG

Das Sonnblick Observatorium wurde im Jahr 1886 am Hohen Sonnblick, nahe Rauris bzw. Heiligenblut in Österreich, gegründet. Die Gründung basierte auf Diskussionen des Meteorologenkongresses in Rom 1879 über die Errichtung von Höhenstationen zur Erforschung höherer Atmosphärenschichten.

Das Sonnblick Observatorium ist exponiert freistehend am Alpenhauptkamm in 3.106 über NN gelegen. Die Erreichbarkeit dieses Standortes ist eingeschränkt und limitiert Emissionsquellen durch den Menschen. Begünstigt durch den Schutz der Kernzone des Nationalparks Hohe Tauern und einer emissionsfreien Stromversorgung können hier unter anderem spezielle luftchemische und physikalische Messungen durchgeführt werden. Dank der unterstützenden Zusammenarbeit mit dem österreichischen Alpenverein (Sektion Rauris) können Forscher im benachbarten Zittelhaus nächtigen und so Ihre Messkampagnen durchführen. Die Institutionen hinter dem Sonnblick Observatorium sind der Sonnblick Verein als Eigentümer und die ZAMG als Betreiber.

In 1886, the Sonnblick Observatory was founded at Mt. Hoher Sonnblick, near the villages Rauris and Heiligenblut in Austria. The foundation was based on discussions at the Meteorologists Congress in Rome in 1879. Here the idea of constructions of high-altitude stations to study higher atmospheric layers was supported.

The Sonnblick Observatory is exposed detached on the alpine ridge in 3.106m above sea level. The accessibility of this site is limited and limits sources of emissions by humans. Benefiting from the protection of the core zone of the „Nationalpark Hohe Tauern“ and an emission – free power supply, special air-chemical and physical measurements can be carried out here, among other things. Due to the supportive cooperation with the Austrian „Alpenverein“ (Section Rauris), researchers have an accommodation in the neighboring hut Zittelhaus and hence can carry out their measuring campaigns.

The institutions behind the Sonnblick Observatory are the Sonnblick Verein as owner and the ZAMG as operator.



### Autoren /Authors

Elke Ludewig<sup>1) 2)</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Abteilung Sonnblick Observatorium

2) Generalsekretärin Sonnblick Verein

### Ansprechpartner /Contact Person

Dr. Elke Ludewig

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO, SV

Email: [elke.ludewig@zamg.ac.at](mailto:elke.ludewig@zamg.ac.at)

[www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net), [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)

## Allgemeines General Facts

## Institutionen hinter dem Sonnblick Observatorium Institutions behind the Sonnblick Observatory

Hinter der österreichischen Forschungsinfrastruktur Sonnblick Observatorium stehen zwei Institutionen ohne die ein Forschungsbetrieb nicht möglich wäre: ZAMG & SV

The Austrian research infrastructure Sonnblick Observatory stands with two institutions without having the research operation would be impossible: ZAMG & SV

11

### ZAMG: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

### ZAMG: Central Institution for Meteorology and Geodynamics



**Dr. Michael Staudinger**

*Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik*

*Director of the Central Institute for Meteorology and Geodynamics.*



Die ZAMG mit Herrn **Direktor Dr. Michael Staudinger (Foto)** ist Betreiber des Sonnblick Observatoriums, stellt die Mitarbeiter, koordiniert die Forschungsaufgaben und den Monitoringbetrieb.

The ZAMG with **Director Dr. Michael Staudinger (photo)** is the operating company of the Sonnblick Observatory. The ZAMG presents the employees, coordinate the research tasks and the monitoring.

### SV: Sonnblick-Verein

### SV: Association Sonnblick-Verein



**Univ. Prof. Dr. Franz Schausberger**

*Landeshauptmann a. D.,  
Erster Vorsitzender des Sonnblick-Vereins*

*State governor (retired),  
First chairman of Association  
Sonnblick-Verein*

Der Sonnblick-Verein mit dem ersten Vorsitzenden Herrn **Univ. Prof. Dr. Franz Schausberger, Landeshauptmann a. D. (Foto)** ist Eigentümer der Infrastruktur des Sonnblick Observatoriums mit Gebäude und Sonnblick-Seilbahn. Es gilt die Infrastruktur für wissenschaftliche Zwecke zu erhalten und Forschung zu fördern.

The association Sonnblick-Verein with the first chairman Mr. **Univ. Prof. Dr. Franz Schausberger**, state governor (retired) (photo) is the owner of the Sonnblick Observatory's infrastructure including building and the Sonnblick-Cable-Car. It is valid to maintain the infra-structure for the scientific use as well as to support research.

# Allgemeines General Facts

## Das Team Sonnblick Observatorium



Abb.1: Sonnblick Team. Von rechts nach links stehend/sitzend: G.Schauer, T.Krombholz, A.Wiegele, H.Tannerberger, H.Scheer, E.Ludewig / L.Hettegger, L.Rasser, N.Daxbacher. M.Daxbacher fehlt.  
Fig.1: Sonnblick Team. Right to left staying/sitting: G.Schauer, T.Krombholz, A.Wiegele, H.Tannerberger, H.Scheer, E.Ludewig / L.Hettegger, L.Rasser, N.Daxbacher. M.Daxbacher is missing..  
Quelle/Source: E.Ludewig@ZAMG-SBO

Das Sonnblick Observatorium ist das ganze Jahr über rund um die Uhr besetzt. Mindestens zwei Techniker sind stets vor Ort und arbeiten im operationellen Betrieb. Das Sonnblick Observatorium wird von der ZAMG-Dienststelle in Salzburg koordiniert und erhält personelle Unterstützung aus der ZAMG-Dienststelle Klagenfurt.

Kernaufgaben des Teams sind die Wartung, Kontrolle von Messgeräten, Daten, EDV, der Haustechnik und Seilbahnanlage, sowie die Durchführung, Organisation von Projektaufgaben und Monitoringaufgaben innerhalb und außerhalb des Observatoriums.

Wetterbeobachtungen finden nach wie vor statt—alle drei Stunden wird eine synoptische Beobachtung durchgeführt und ins GTS (Global Telecommunication System) der Welt-Meteorologischen Organisation (WMO) gesendet, welche dann für die ganze Welt verfügbar ist. Zusätzlich wird stündlich ein METAR erstellt, der für die AUSTRO CONTROL (Flugsicherheit Österreich) Informationen über das aktuelle Flugwetter rund um den Hohen Sonnblick enthält. Das Thema Sicherheit im Hochgebirge und das Einarbeiten in neue Aufgabenfelder gehört zum ständigen Tagesgeschäft.

## The Team Sonnblick Observatory

The Sonnblick Observatory operates constantly, around the clock, all year long. A minimum of two technicians work at the site on a routine basis.

Our ZAMG facility in Salzburg coordinates the Sonnblick Observatory. Additional personnel support is provided via the ZAMG office in Klagenfurt.

Core tasks of the team include maintenance, controlling and measuring of instruments, data, IT, construction, the ropeway system as well as the implementation, organization of project and monitoring tasks both within and outside of the observatory.

Weather observations are the backbone of the observatory. A synoptical observation has to be completed and sent to the GTS (Global Telecommunication System) of the World Meteorological Organization (WMO) every three hours to be available worldwide. Additionally, the METAR including the aviation weather of Mt. Hoher Sonnblick has to be sent to the AUSTRO CONTROL (Austrian flight security).

Day-to-day business includes the safe handling of the high-Alpine surrounding, and our dedicated, experienced team must adapt with new task fields constantly.

The tasks of the team are complex and demand teamwork at the highest level!



Abb.2: L. Rasser und M.Daxbacher beim Check der Permafrostsensoren  
Fig.2: L. Rasser und M.Daxbacher checking sensors for permafrost measurements  
Quelle/Source: E.Ludewig@ZAMG-SBO



### Autoren /Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Abteilung Sonnblick Observatorium

### Ansprechpartner /Contact Person

Dr. Elke Ludewig

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO

Email: elke.ludewig@zamg.ac.at

www.sonnblick.net, www.zamg.ac.at

# Allgemeines General Facts

## Forschungskonzept ENVISON

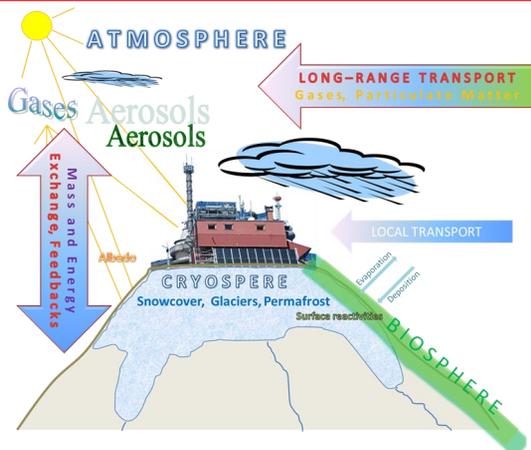


Abb.1: Das Sonnblick Observatorium als Schnittstelle zwischen Atmosphäre, Kryosphäre und Biosphäre.

Fig.1: Sonnblick Observatory as an interface between atmosphere, cryosphere and biosphere.

Quelle/Source: ENVISON, 2016 (www.sonnblick.net)

Der wissenschaftliche Beirat des Sonnblick Observatoriums zur Koordination der wissenschaftlichen Aktivitäten beschließt gemeinsam mit internationalen und nationalen Experten alle fünf Jahre die Schwerpunktsetzung der Forschungsaktivitäten des Sonnblick Observatoriums.

Diese Schwerpunkte sind im dem Forschungsprogramm **ENVISON (Environmental Research and Monitoring Programme Sonnblick)** zusammengefasst und kann auf der Webseite [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net) eingesehen werden.

ENVISON bietet einen Rahmen für die langfristigen hochqualitativen Monitoringprogramme in Zusammenhang mit zeitlich befristeten Forschungsprojekten und unterstützt die interdisziplinäre Arbeit an den Schnittstellen Atmosphäre, Kryosphäre und Biosphäre. Diese Schwerpunktsetzung fokussiert aktuelle wichtige Forschungsfragen und fördert die wissenschaftliche Weiterentwicklung am Hohen Sonnblick.

Neben der Schwerpunktsetzung in ENVISON steht das Sonnblick Observatorium dennoch für Projektanfragen anderer Fachrichtungen offen gegenüber. Neue Projekte werden auf die aktuellen Aktivitäten aufmerksam gemacht um fachübergreifende Zusammenhänge zu identifizieren und die vorhanden Ressourcen intelligent zu nutzen. So wird der exponierte Standort auch für Materialalterungsanalysen oder Kunstprojekte genutzt.

### Autoren /Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Abteilung Sonnblick Observatorium

## Concept of Research: ENVISON

The scientific advisory board of the Sonnblick Observatory, together with both national and international experts determine the scientific focus for the Sonnblick Observatory every five years.

These objectives are summarized for the observatory's research program, **ENVISON (Environmental Research and Monitoring Programme Sonnblick)**. ENVISON can be viewed at our website [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net) and is free to download.

ENVISON provides a framework for high-quality long-term monitoring programs in connection with short-term research projects and supports interdisciplinary work at interfaces between the atmosphere, cryosphere and biosphere.

This prioritization focuses on current research and encourages the scientific development at Mt. Hoher Sonnblick.

Besides ENVISON's prioritization, the Sonnblick Observatory is also open to requests of additional project activity. Proposed requests are set into connection with preplanned projects to identify interdisciplinary correlations and to use all available resources strategically.

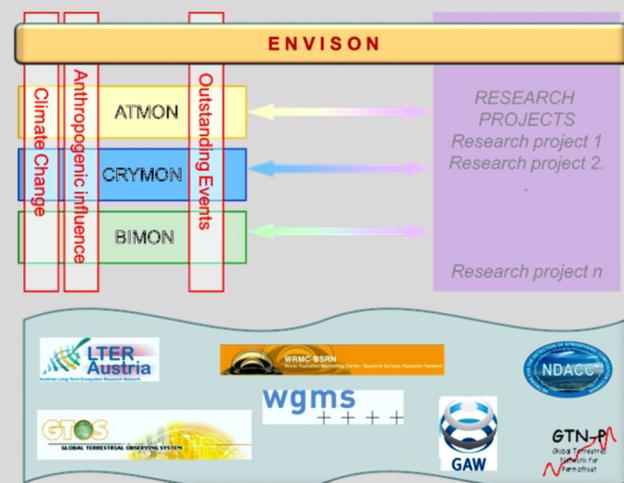


Abb.2: Illustration des Konzepts hinter ENVISON. Quelle: ENVISON, 2016

Fig.2: Illustration of the concept behind ENVISON: Source: ENVISON, 2016.

Quelle/Source: ENVISON, 2016 (www.sonnblick.net)

13



### Ansprechpartner /Contact Person

Dr. Elke Ludewig | Prof. Dr. Anne Kasper-Giebl

ZAMG-SBO | TU Wien

Email: [elke.ludewig@zamg.ac.at](mailto:elke.ludewig@zamg.ac.at)

Email: [anneliese.kasper-giebl@tuwien.ac.at](mailto:anneliese.kasper-giebl@tuwien.ac.at)

# Allgemeines General Facts

## Forschen am Sonnblick Observatorium

14

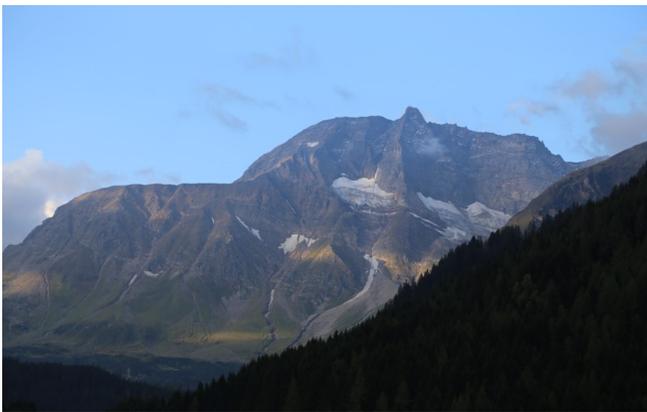


Abb.1: Der Hohe Sonnblick mit der markanten Spitze auf dem das Sonnblick Observatorium steht. Foto von E. Ludewig.

Fig.1: Mt. Hoher Sonnblick with the distinctive summit—the site of the Sonnblick Observatory.

Quelle/Source: E.Ludewig@ZAMG-SBO

Der Forschungsschwerpunkt des Sonnblick Observatoriums ist im Forschungskonzept „ENVISON“ zusammen gefasst.

Das Sonnblick Observatorium der ZAMG ist aber dennoch offen für jede Forschungsidee und versucht den Wünschen der Projektanten nach zu kommen.

Das Team rund um das Sonnblick Observatorium unterstützt bei der Planung und Durchführung von Projekten vor Ort. Dank der langen Messtradition und der Vielfältigkeit des Forschungsstandortes stehen eine Vielzahl von Datensätzen zur Verfügung, die im Rahmen von registrierten Projekten am Sonnblick verwendet werden können.

Das Sonnblick Observatorium arbeitet eng mit der Alpenvereins Sektion Rauris zusammen, die Eigentümer der Alpenvereins hütte Zittelhaus ist. Das Zittelhaus ist direkt an das Sonnblick Observatorium angeschlossen und verfügt über eine hohe Bettenanzahl, sowie köstliche Verpflegung durch den Hüttenwirt. Die Hütte ist meist nur im Sommer geöffnet, kann aber in Rücksprache für wissenschaftliche Zwecke auch in den anderen Jahreszeiten genützt werden.

Ansuchen für die Nutzung der Forschungsinfrastruktur Sonnblick Observatorium kann direkt über die Stationsleitung oder über das EU-Projekt INTERACT –II erfolgen.

### Autoren /Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Abteilung Sonnblick Observatorium

## Research at Sonnblick Observatory

The main focus of research at the Sonnblick Observatory follows the a program called "ENVISON". In addition to ENVISON, the Sonnblick Observatory is open to a large amount of ideas in various field.

The on-site the team at the Sonnblick Observatory can support projects starting from initial planning via implementation through to finalization. Due to the observatory's well documented past, a huge diversity of various data is readily available which can be used for accepted and registered projects at Sonnblick.

The Sonnblick Observatory closely cooperates with the owner of the alpine hut "Zittelhaus". The "Zittelhaus" is owned by the association "Alpenverein Rauris" and is connected to the Sonnblick Observatory to provide accommodation. During summer, the "Zittelhaus" is a managed hut with delicious meals made by lodge host A. Haugsberger.

Besides the summer operation, the Zittelhaus can be used for project work by the observatory and in consultation with the lodge host catering can also be offered.

Applications for using the Sonnblick Observatory for projects can be directly send to the head of the Sonnblick Observatory or via the EU-project INTERACT-II.



Abb.2:Sonnblick Observatorium „Labor über den Wolken“

Fig.2: Sonnblick Observatory „Laboratory above the clouds“

Quelle/Source: L.Rasser@ZAMG-SBO

### Ansprechpartner /Contact Person

Dr. Elke Ludewig

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO

Email: elke.ludewig@zamg.ac.at

www.sonnblick.net, www.zamg.ac.at



## Infrastruktur: Teil I Infrastrukturmaßnahmen



Abb.1: Sonnblick Seilbahn des Sonnblick Observatoriums  
Fig.1: Sonnblick Cable Car of the Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: E.Ludewig@ZAMG-SBO

Das Sonnblick Observatorium setzt sich aus einer komplexen Gebäudestruktur zusammen. Neben dem Hauptgebäude mit Labore, Technik- und Lagerräume, Messterrassen, Büro- und Wohnbereich sind zwei Infrastrukturen von besonderer Bedeutung – die Seilbahnanlage und die Stromversorgung.

In 2017 musste der Sonnblick Verein die 20kV-Stromversorgungsanlage von Kärnten hinauf zum Gipfel von der Verbund AG übernehmen. Diese nun rund 34 Jahre alte Leitung muss bis 2020 saniert und das Energiekabel getauscht werden. Dank dieser emissionsfreien Stromversorgung hat sich das Sonnblick Observatorium zu einer wichtigen internationalen Messstation für Gase und Aerosole etabliert. Neben der 20kV-Anlage verfügt das Observatorium über ein Notstromaggregat und eine hausinterne USV. Dadurch kann ein ununterbrochener Messbetrieb gewährleistet werden.

In den 1950ern wurde die Seilbahn von Kolm Saigurn hinauf zum Sonnblick Observatorium installiert. Die aktuelle Talstation wurde in den 1980ern erbaut. Seither findet mit Hilfe des sogenannten „Kisterl“ der Werksverkehr des Sonnblick Observatoriums statt, sofern es die Windverhältnisse zulassen. Um die Sicherheit für Mitarbeiter und Forscher zu erhöhen, erneuert der Sonnblick Verein in 2018 die Seilbahnanlage. Diese beiden infrastrukturellen Großprojekte sichern den Forschungsbetrieb für die nächsten Jahrzehnte und legen die Basis für die volle Nutzung des wissenschaftlichen Potentials des Sonnblick Observatoriums. Wir danken allen Unterstützern dieser Infrastrukturmaßnahmen und sagen Danke an alle Sonnblickbesucher für Ihr Verständnis für Bauarbeiten vor Ort.

## Infrastructure: Part I Infrastructure Measures

The Sonnblick Observatory is composed of a complex building structure. In addition to the main building with laboratories, technical and storage rooms, measuring terraces, office and living areas, two infrastructures are of particular importance - the cable car system and the power supply.

In 2017, the association Sonnblick Verein had to take over the 20kV power supply system from Carinthia up to the summit from the Verbund AG. This 34 year old power supply system must be renovated and the energy cable replaced until 2019/2020. Due to the emission-free power supply, the Sonnblick Observatory has become an important international measuring station for gases and aerosols. In addition to the 20kV system, the observatory has an emergency generator and an in-house UPS. As a result, an uninterrupted measuring operation can be ensured.

In the 1950s, the cable car from Kolm Saigurn was installed up to the Sonnblick Observatory. The current valley station was built in the 1980s. Since then, the traffic of the Sonnblick Observatorium takes place with the help of the so-called "Kisterl", as far as the wind conditions allow. In order to increase safety for employees and researchers, the association Sonnblick Verein will renew the cable car system in 2018.

These two infrastructural large-scale projects secure the research operation for the next decades and lay the basis for the full utilization of the scientific potential of the Sonnblick Observatory. We thank all supporters of these infrastructure measures and say thank you to all Sonnblick visitors for their understanding of construction work on site.



Abb.2: Energiekabel des Sonnblick Observatoriums  
Fig.2: power cable of the Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: E.Ludewig@ZAMG-SBO

### Autoren /Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Abteilung Sonnblick Observatorium

### Ansprechpartner /Contact Person

Dr. Elke Ludewig

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO

Email: elke.ludewig@zamg.ac.at

www.sonnblick.net, www.zamg.ac.at

# Allgemeines General Facts

## Infrastruktur: Teil II IT-Infrastruktur

16

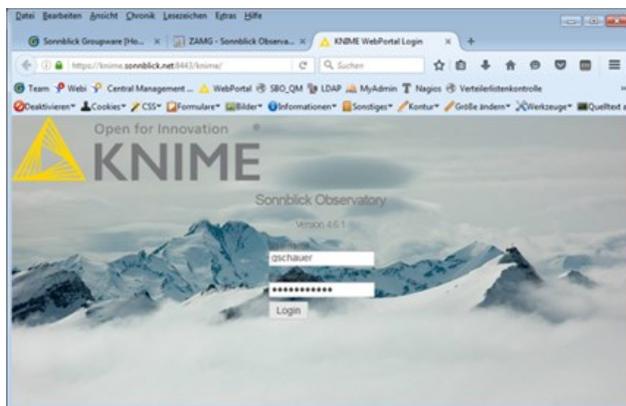


Abb.1: KNIME WebPortal Anmeldeseite  
Fig.1: KNIME WebPortal login page  
Quelle/Source: G. Schauer (Foto: B.Hynek)

Das Projekt „Cloud neu definiert“ konnte im Jänner 2018 abgeschlossen werden, die gesamte Datenverarbeitung für das Sonnblick Observatorium läuft nun in einem Rechenzentrum in Deutschland.

Die Messgeräte und Computer sind vom Sonnblick über eine permanente, verschlüsselte Verbindung mit den Servern in der Cloud vernetzt. Die Nutzer der Messdaten profitieren von der hohen Bandbreite und modernen Schnittstellen, mit denen der Zugriff auf die Datenbank möglich ist. Für die Abfrage von Messdaten werden drei Wege angeboten:

- KNIME Knoten für interaktive Abfragen
- REST API Interface für automatisierte Zugriffe
- Download über ein Datenportal

Mittels KNIME Workflows wird sowohl die Abfrage und Aufbereitung als auch die Analyse und Publikation von Messdaten zu einem Dokument zusammengefasst – die Entstehungskette wissenschaftlicher Arbeit bleibt reproduzier- und nachvollziehbar. Für die Analyse der Daten stehen mächtige Werkzeuge von KNIME zur Verfügung, eigene Entwicklungen per R, Java oder Python können eingebettet werden.

Zusätzlich bietet der Sonnblick KNIME Server ein zentrales Repository für Workflows, die zeitgesteuerte Ausführung von Charts, Berichten und Publikationen und ermöglicht es, Workflows im Web bereitzustellen.

### Autoren /Authors

G. Schauer  
ZAMG, Sonnblick Observatorium

## Infrastructure: Teil II IT-Infrastructure

Since the successful completion of the project “Cloud re-definition” in January 2018, data processing has been moved from the Sonnblick Observatory to a German datacenter.

All measurement devices and computers located at Sonnblick are linked via permanent, redundant tunnels to the Servers in the Cloud. Scientists benefit from the broadband link as well as state of the art interfaces for accessing data within the Sonnblick database. At present, we provide three different ways to query data:

- KNIME nodes for interactive access
- REST API Interface for automated access
- Download via Data-portal

KNIME workflows collect all tasks necessary for querying, blending and preparing as well as analyzing and publishing of data within one single document – thus keeping the chain of scientific work reproducible and verifiable. Powerful KNIME - tools supporting analysis of data could be extended by embedding external R, Java or Python snippets.

Furthermore, the Sonnblick’s KNIME Server provides a common repository for sharing workflows between workgroups, allows scheduled execution of charts, reports and publications and supports web-enabling of certain workflows.

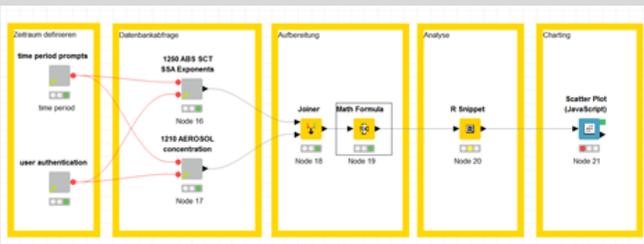


Abb.2: Musterbeispiel eines KNIME - Workflows  
Fig.2: Exemplary KNIME Workflow  
Quelle/Source: G. Schauer

### Ansprechpartner /Contact Person

Dipl.-Ing. Gerhard Schauer  
ZAMG, Sonnblick Observatorium  
Email: gerhard.schauer@zamg.ac.at  
www.sonnblick.net

# Internationale Netzwerke

## International Network

### Internationale Netzwerke

#### Kurze Übersicht

Internationale Netzwerke in der Forschungswelt sind ein bedeutendes Instrument. Dank solchen Verknüpfungen können Erfahrung und Wissen ausgetauscht werden, sowie globale Messnetzwerke aufgebaut werden. Globale Messnetzwerke koordinieren einheitlich durchgeführte Messungen an den verschiedensten Orten weltweit. Jede Messstation muss bestimmte Kriterien erfüllen, um in ein globales Messnetzwerk aufgenommen zu werden. Hier spielt vor allem die Messinfrastruktur, der Messstandort, die Art der Messgeräthewartung, der Datenerfassung und der Datenprüfung eine wichtige Rolle. Die Daten solcher Messstationen werden in Datenbanken gesammelt und stehen Forschern weltweit zur Verfügung. Dies vereinfacht die Analyse von globalen Fragestellungen, wie z.B. Klimawandel. Das Sonnblick Observatorium ist mit seinen aktiven Partnern in mehreren solcher internationalen Netzwerken vertreten. Einige wichtige sind hier aufgezählt. Wollen Sie mehr darüber erfahren? - Dann kontaktieren Sie uns!

### Internationale Netzwerke

#### Shor Overview

International networks are an important instrument in the world of research. Such connections support an exchange in experiences and knowledge and support the development of global measuring networks. Global measuring networks coordinate the process of measuring parameters in a consistent way at different locations all over the world. Each measuring station has to comply with certain criteria to become a member of the network. Especially measuring infrastructure, measuring site, data handling and maintenance of instruments play an essential role. The gathered data within the network are stored in special databases and can be used for free by researches all over the world. This helps to analyze global questions like climate change. The Sonnblick Observatory is a member and active in a number of such international networks. Some special networks the Sonnblick Observatory and its active partners are involved in are listed below. Do you want to know more about it? - Then contact us!

17



<b>NDACC</b>	
Network for the Detection of Atmospheric Climate Change	
<a href="http://www.ndsc.ncep.noaa.gov">www.ndsc.ncep.noaa.gov</a>	
<b>GAW</b>	
Global Atmosphere Watch	
<a href="http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/gaw_home_en.html">http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/gaw_home_en.html</a>	WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION
<b>GCW</b>	
Global Cryosphere Watch	
<a href="http://www.globalcryospherewatch.org">www.globalcryospherewatch.org</a>	WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION
<b>GTN-P</b>	
Global Terrestrial Network for Permafrost	
<a href="https://gtnp.arcticportal.org/">https://gtnp.arcticportal.org/</a>	
<b>BSRN</b>	
Baseline Surface Radiation Network	
<a href="http://www.gewex.org/bsrn.html">www.gewex.org/bsrn.html</a>	
<b>LTER</b>	
Long-Term Ecosystem Research Network	
<a href="http://www.lter-europe.net">www.lter-europe.net</a>	
<b>VAO</b>	
Virtual Alpine Observatory	
<a href="http://www.schneefernerhaus.de/en/research-station/virtual-alpine-observatory/linking-alpine-research.html">http://www.schneefernerhaus.de/en/research-station/virtual-alpine-observatory/linking-alpine-research.html</a>	

#### Autoren /Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Abteilung Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner /Contact Person

Dr. Elke Ludewig

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO

Email: [elke.ludewig@zamg.ac.at](mailto:elke.ludewig@zamg.ac.at)

[www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net), [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)



### Exponierter Standort Messrekorde

### Exposed Site Measuring Records

18



Über Nacht—Eingang Zittelhaus eingeschneit—4m hohe Schneeverwehung.  
Foto von H. Scheer Overnight—Entry of Zittelhaus is snow-covered—snow drift of 4m height. Photo by H. Scheer.



Raureif einer Nacht am Sonnblick  
Observatorium. Foto von G. Schauer  
Hoarfrost being developed during one night  
at Sonnblick Observatory. Photo by G.  
Schauer

Datenaufzeichnung seit 1886. Unterbrechung von 4 Tagen nach dem 1. Weltkrieg  
Data Logging since 1886. There exist a gap of 4 days after the 1<sup>st</sup> World War.

Temperatur	WERT	VALUE	ZEIT	TIME	Temperature
Absolutes Maximum	+15,30 °C		30.06.2012		Absolute Maximum
Absolutes Minimum	-37,40°C		02.01.1905		Absolute Minimum
Jahres-Maximum	+5,70°C		08/2003		Yearly Maximum
Jahres-Minimum	-21,10°C		02/1956		Yearly Minimum
Monats-Maximum	-4,20°C		2002		Monthly Maximum
Monats-Minimum	-7,80°C		1909		Monthly Minimum

Niederschlag	WERT	VALUE	ZEIT	TIME	Precipitation
Maximale Monatssumme	490 mm		05/1962		Maximum Monthly Sum
Größter Tagesniederschlag	183 mm		10/1986		Highest Day Amount

Schneedecke	WERT	VALUE	ZEIT	TIME	Snow Cover
Maximale Gesamthöhe	11,90 m		05/1944		Maximum Total Height

Wind	WERT	VALUE	ZEIT	TIME	Wind
Böen	201,6 km/h		20.12.1993		Gusts
Monatsmittel	54,72 km/h (15,2m/s)		17.01.1920		Monthly Mean

Luftdruck	WERT	VALUE	ZEIT	TIME	Air Pressure
Maximum	717,1 hPa		17.09.1975		Maximum
Minimum	654,4 hPa		26.02.1989		Minimum

<b>Saharastaub</b>	In leichter Ausprägung ca. einmal im Monat. Als intensives, oft sichtbares Phänomen ca. 2-4 mal pro Jahr
<b>Saharan Dust</b>	In form of an easier expression, approx. once a month In form of an intense, mostly visible phenomena, approx. 2-4 times a year.

#### Autoren /Authors

L. Rasser<sup>1</sup>, M. Daxbacher<sup>1</sup>, H. Scheer<sup>1</sup>, N. Daxbacher<sup>1</sup>,  
E.Ludewig<sup>1</sup>  
1) ZAMG, Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner /Contact Person

Dr. Elke Ludewig  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO  
Email: elke.ludewig@zamg.ac.at  
www.sonnblick.net, www.zamg.ac.at



### TAWES Kolm Saigurn SAT Tests



Abb.1: Meteorologisches Messnetz in Österreich  
Fig.1: network of weather stations in Austria  
Quelle/Source: ZAMG

Die Zentralanstalt betreibt ein Netz von TAWES (teilautomatisierte Wetterstationen) in Österreich. Die Werte dieser Stationen werden alle 10 Minuten abgerufen und versorgen somit ununterbrochen viele öffentliche und private Institutionen und Einrichtungen wie z.B. Katastrophenschutz, Lawinenwarndienst, Medien mit den aktuellsten Wetterdaten.

Die Daten der Tawes Station Kolm Saigurn auf 1626m bei der Seilbahn Talsstation werden seit Dezember 2017 über eine Satellitenverbindung übertragen. Diese Art der Anbindung wird für ein Jahr als zusätzliche Möglichkeit für unversorgtes Gebiet getestet.

Die Messdaten werden über einen Router, der einerseits über das Sonnblick Netzwerk und andererseits über die Satellitenverbindung mit der Zentrale in Wien verbunden ist, übertragen. Im Normalbetrieb, beide VPN-Tunnel sind aktiv, wird jede zehnte Übertragung über den Satelliten geroutet, wenn eine Verbindung ausfällt wird automatisch der gesamte Traffic über die Verbleibende gesendet. Technisch funktioniert das System einwandfrei, auch bei ungünstigen Witterungsverhältnissen, jedoch werden die Kosten, circa 4000€ an Hardware und vor allem die Übertragungskosten von 10 € pro MB, die Nutzung einschränken. An sehr exponierten Stellen kann es aber die einzige Wahl sein.

### TAWES Kolm Saigurn SAT Trial

The Central Institute operates a network of TAWES (semi-automated weather stations) in Austria. The values of these stations are retrieved every 10 minutes, thus continuously providing many public and private institutions and facilities, such as Civil protection, avalanche warning service, media with the latest weather data.

The data of the weather station Kolm Saigurn at 1626m at the cable car station are transmitted since December 2017 over a satellite connection. This type of connection will be tested for one year as an additional option for unoccupied areas.

The measured data are transmitted via a router that is connected via the Sonnblick network on the one hand and via the satellite connection to the central office in Vienna on the other. If one connection fails, all traffic is automatically sent over the remaining one. The system works reliable, even in bad weather conditions, therefore, in very exposed areas; however, it may be the only choice.



Abb.1: HUGHES 9502 Satellitenmodem  
Fig.1: HUGHES 9502 satellite

Quelle/Source: ZAMG

#### Autoren /Authors

Leo Hettegger1)  
1) Zentralanstalt für Meteorologie & Geodynamik

#### Ansprechpartner /Contact Person

Leo Hettegger  
Zentralanstalt für Meteorologie & Geodynamik  
Email: l.hettegger@zamg.ac.at  
www.zamg.ac.at



### Langzeitmessung des Gesamtozons und der spektralen UV Strahlung

### Longterm measurements of total ozone and spectral UV radiation

20



Abb.1: Das Bentham Spektラルradiometer am Hohen Sonnblick (3106 m).  
Fig.1: The Bentham spectralradiometer at Hoher Sonnblick (3106 m).  
Quelle/Source: S. Simic

Seit 1994 werden am Hohen Sonnblick kontinuierliche Messungen von Gesamtozon, sowie spektraler UV Strahlung durchgeführt. Diese stellen eine wesentliche Voraussetzung zur Abschätzung der Auswirkungen von UV Strahlung auf Mensch und Ökosystem, sowie der Wechselwirkungen mit anderen atmosphärischen Parametern dar.

Hohe Datenqualität und Verfügbarkeit sind wesentliche Voraussetzung langfristiger UV Messungen. Die Messungen werden vom Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur Wien im Auftrag des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus durchgeführt und entsprechen den sehr hohen Qualitätsanforderungen des „Network for the Detection of Atmospheric Composition Change“ (NDACC). Aufgrund der spektralen Eigenschaften ist die Messung der UV Strahlung technisch aufwendig und erfordert langzeitstabile und genaue Messsysteme. Die hohe Messgenauigkeit wird durch regelmäßige Kalibrierungen, sowie durch internationale Gerätevergleiche gewährleistet.

Ein Brewer Spektrophotometer wird zur Bestimmung der UV Bestrahlungsstärke, des Gesamtozongehalts und vertikaler Ozonprofile eingesetzt. 1997 wurde das Instrumentarium um ein Bentham Spektラルradiometer erweitert. Die nun über 20 jährigen Datenreihen von Gesamtozon und UV Bestrahlungsstärke gehören zu den längsten Europas und ermöglicht Untersuchungen, die einen wichtigen Schritt zum Verständnis der Ozonschicht und der UV Strahlung am Erdboden bilden. Die Veröffentlichung der Gesamtozonwerte erfolgt im ORF Teletext auf Seite 644.6 und unter der Internetadresse <https://imp.boku.ac.at/Strahlung/messwert.htm>

Continuous measurements of spectral UV radiation and total ozone column are carried out at Hoher Sonnblick observatory since 1994. They are a prerequisite for the assessment and understanding of effects of UV radiation on human health and the ecosystem, as well as interactions with various atmospheric parameters. High levels of data quality and availability are cornerstones of continuous long-term measurements of UV. Measurements are carried out by the Institute of Meteorology at University of Natural Resources and Life Sciences Vienna on behalf of the Austrian Federal Ministry of Sustainability and Tourism and comply with the tight quality requirements of the “Network for the Detection of Atmospheric Composition Change” (NDACC). Due to its spectral characteristics, measuring UV radiation is technically complex and requires systems that exhibit high accuracy and long-term stability. The high quality is assured through regular calibrations and international intercomparison campaigns.

A Brewer spectrophotometer is used to measure UV irradiance, total ozone column and vertical ozone profiles. 1997 a Bentham spectroradiometer was installed, extending the measured UV range and temporal resolution. The over 20-year long data records of total ozone and UV irradiance are now among the longest available in Europe and help us to better understand the ozone layer and UV ground insolation alike. Total ozone column data is published via ORF teletext at page 644.6 and on the webpage <https://imp.boku.ac.at/Strahlung/>

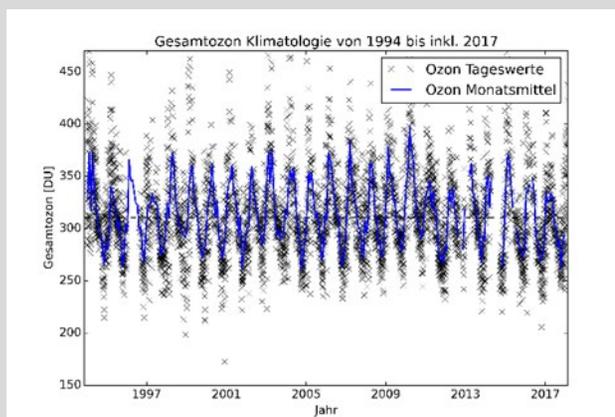


Abb.2: Tägliche Gesamtozonwerte (schwarz) und Monatsmittel (blau).  
Fig.2: Daily total ozone column (black) and monthly mean values (blue). Quelle/Source: S. Simic



#### Autoren /Authors

S. Simic<sup>1)</sup>

1) Universität für Bodenkultur, Institut für Meteorologie

#### Ansprechpartner /Contact Person

Dr. Stana Simic

BOKU, Institut für Meteorologie

Email: [stana.simic@boku.ac.at](mailto:stana.simic@boku.ac.at)

<http://www.wau.boku.ac.at/met/>

### Das österreichische UVB-Messnetz

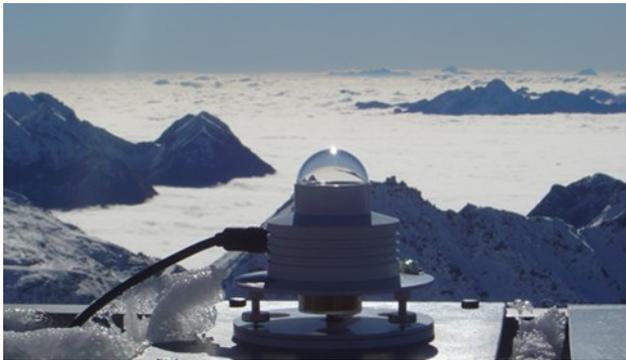


Abb.1: Das UV-Biometer von CMS Schreder auf dem Hohen Sonnblick (3106 m).  
Fig.1: The UV-biometer built by CMS Schreder at Hoher Sonnblick (3106 m).  
Quelle/Source: S. Simic

Der UV-B Anteil der Sonnenstrahlung hat sowohl positive, als auch negative Effekte auf den Körper. Eine UV Überdosierung verursacht akut Sonnenbrand und chronisch eine erhöhtes Hautkrebsrisiko. Unzureichende UV Exposition führt zu einem Vitamin-D Mangel, welcher ebenfalls mit verschiedenen gesundheitlichen Risiken verbunden ist. Um Gesundheitsgefährdungen wie Sonnenbrand, Hautkrebs etc. durch UV Strahlung zu minimieren, ist es von großer Bedeutung, die Öffentlichkeit laufend über die aktuelle Strahlungsbelastung auf hohem Qualitätsniveau zu informieren. Um dieses Ziel zu erreichen und um dadurch die Bewertung der biologischen und medizinischen Auswirkungen von UV Strahlung zu ermöglichen, wurde im Jahr 1996 das österreichische UV-B Messnetz im Auftrag des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus etabliert. Das UV-Biometer am Hohen Sonnblick wurde 1998 installiert und ist seitdem Teil des Messnetzes. Zwölf Stationen, ausgestattet mit UV-Biometern, verteilt über ganz Österreich und vier zusätzliche Stationen in der Schweiz und Deutschland liefern kontinuierlich Daten an das Netzwerk. Damit wird das charakteristische Verhalten der biologisch wirksamen UV Strahlung in ganz Österreich erfasst.

Die Sektion für Biomedizinische Physik der Medizinischen Universität Innsbruck und die Firma CMS Ing. Dr. Schreder betreuen das Messnetz gemeinsam seit 1996. Das Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur Wien betreut im Rahmen dieses Projekts die Stationen Hoher Sonnblick und Groß-Enzersdorf. Die UV-Index Werte werden laufend, alle zehn Minuten auf der öffentlichen Webseite „<http://www.uv-index.at>“ veröffentlicht.

### Austrian UV-B Monitoring Network

The UV-B part of the solar radiation has both positive and negative effects on the human body. An overdose of UV radiation causes sunburn on short-term and a higher skin cancer risk on long-term. Insufficient exposure to UV radiation on the other hand results in a vitamin-D shortage which may also cause various health risks. Delivering up-to-date information about current surface UV levels to a broad public on a high quality level is essential to assess and minimise the risks for human health through UV radiation, like sunburn and skin cancer. To meet this goal the Austrian UV-B monitoring network was established in 1996 on behalf of the Austrian Federal Ministry of Sustainability and Tourism. The UV-biometer at Hoher Sonnblick was installed in 1998 and is since then part of the network. Twelve sites situated all over Austria, along with four stations in Swiss and Germany, all equipped with UV-biometers are delivering data to the network continuously. Therefore the characteristics of biologically relevant UV radiation in Austria are extensively captured.

The network is maintained by the Division of Biomedical Physics of the Innsbruck Medical University and the company CMS Ing. Dr. Schreder since 1996. The University of Natural Resources and Life Sciences Vienna is operating two of the network's stations, namely Hoher Sonnblick and Groß-Enzersdorf.

The most recent UV-indexes are made openly accessible on a public domain (<http://www.uv-index.at>) in intervals of ten minutes.

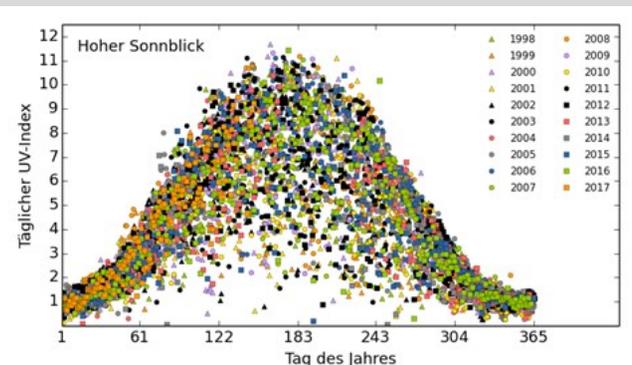


Abb.2: Täglicher UV-Index der Station Hoher Sonnblick von 1998 bis 2017.  
Fig.2: Daily UV-index at Hoher Sonnblick from 1998 to 2017.  
Quelle/Source: S. Simic

#### Autoren /Authors

S. Simic<sup>1)</sup>

1) Universität für Bodenkultur, Institut für Meteorologie

#### Ansprechpartner /Contact Person

Dr. Stana Simic

BOKU, Institut für Meteorologie

Email: [stana.simic@boku.ac.at](mailto:stana.simic@boku.ac.at)

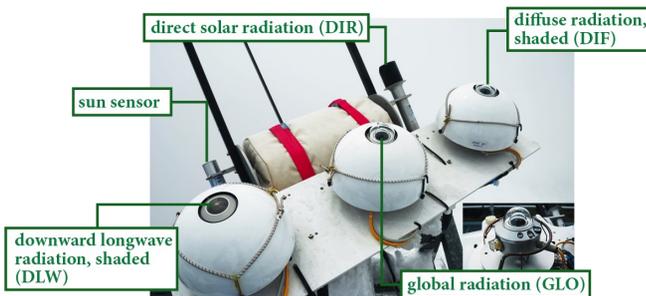
<http://www.wau.boku.ac.at/met/>



### ARAD/BSRN

#### Strahlungsmessung

22



Details des Solartrackers am Sonnblick. Foto von H. Scheer  
Details of the Solatracker at Sonnblick. Photo by H. Scheer

#### Was ist ARAD?

ARAD („Austrian Radiation“ – Österreichische Strahlung) ist ein Projekt zur langfristigen Messung der Sonnenstrahlung und der Wärmestrahlung der Atmosphäre in Österreich. Derzeit werden an 6 Standorten (Wien Hohe Warte, Sonnblick, Graz, Innsbruck, Kanzelhöhe, Klagenfurt) die zeitlichen und räumlichen Änderungen der Strahlungskomponenten mit sehr genauen Messgeräten erfasst.

#### Wer macht ARAD ?

ARAD ist ein Forschungsprojekt der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) in Kooperation mit der Universität Innsbruck, der Karl-Franzens Universität Graz und der Universität für Bodenkultur (BOKU) in Wien.

#### Was bringt ARAD ?

ARAD liefert sehr präzise Messdaten der zeitlichen und räumlichen Änderung der Strahlungskomponenten der Sonne und Atmosphäre. Neben einer ständigen Überwachung unseres Klimas können anhand dieser Daten auch regionale Klimamodelle, Wettervorhersagemodelle und Satellitendaten überprüft und verbessert werden. ARAD leistet somit einen wichtigen Grundlagenbeitrag zum Wohl der Allgemeinheit.

#### BSRN

Das Baseline Surface Radiation Network (BSRN) gilt als das globale Referenznetzwerk für bodennahe Strahlungsmessungen. Die Station Sonnblick des ARAD Messnetzes ist seit dem Jahr 2013 auch eine von derzeit weltweit 64 aktiven BSRN Stationen.

### ARAD/BSRN

#### Radiation Measurements

#### What is ARAD?

ARAD (“Austrian Radiation”) is a longterm measurement project for solar radiation and thermal radiation of the atmosphere in Austria. Currently, the temporal and spatial variations of the radiative components are recorded at six sites (Vienna, Sonnblick, Graz, Innsbruck, Kanzelhöhe, Klagenfurt) using very high quality instruments.

#### Who is behind ARAD?

ARAD is a scientific research project lead by the Central Institute for Meteorology and Geodynamics (ZAMG) in collaboration with the University of Innsbruck, the Karl-Franzens-University Graz and the University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU) in Vienna.

#### Why ARAD?

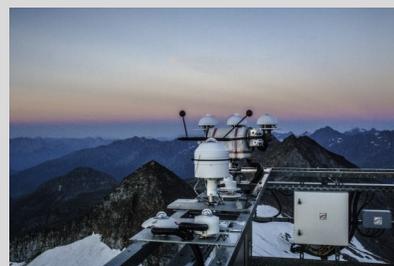
The sun is the “driver” for changes in the earth’s climate. Small changes in surface solar or thermal radiation have important consequences on thermal properties and circulation of the atmosphere and the oceans. Thus, all data acquired during the ARAD project are an important step towards a better understanding of the past and future climate on earth.

#### What are the benefits of ARAD?

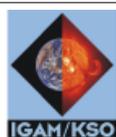
ARAD provides very accurate data of the temporal and spatial changes of the radiation components of the sun and atmosphere. Besides a continuous survey of our climate, these data can also be used to verify and improve regional climate models, satellite data and weather forecasting models. Therefore, ARAD contributes to the public good.

#### BSRN

The Baseline Surface Radiation Network (BSRN) is the global reference network for near surface radiation measurements. Since 2013, the station Sonnblick of the ARAD Network is part of currently 64 worldwide BSRN



Solartracker  
Foto von H. Scheer  
Photo by H. Scheer



#### Autoren /Authors

M. Olefs<sup>1</sup>

1) ZAMG Wien – Abteilung Klimaforschung  
<https://www.zamg.ac.at/cms/de/forschung/klima/datensatze/arad>

#### Ansprechpartner /Contact Person

Mag. Dr. Marc Olefs

ZAMG, Klimaforschung  
marc.olefs@zamg.ac.at



### Vergleich zweier Testpyranometer im Hinblick auf thermische Offsets

### Comparison of two test pyranometer regarding thermal offsets



Abb.1: Aufbau der beiden Testpyranometer der Firma Hukseflux  
Fig.1: Set up of the two testing pyranometers from Hukseflux  
Quelle/Source: R. Tasch

Die Genauigkeit von Messdaten ist bei klimatologischen Langzeitanalysen von großer Bedeutung. Bei kurzweiligen Strahlungsmessungen mittels Pyranometer stellen sogenannte thermische Offsets (TOFS) eine der stärksten Fehlerquellen dar.

Ausgelöst werden sie durch Temperaturdifferenzen zwischen Glasdom und Messgerätekörper des Pyranometers. Diese Temperaturdifferenzen kommen durch die thermische Ausstrahlung des Glasdoms zustande, der dem relativ kalten Himmel ausgesetzt ist. Sie erzeugen einen Wärmestrom im Messgerät, wodurch der thermoelektrische Sensor ein negatives Ausgangssignal produziert. Diese thermischen Offsets sind nur nachts eindeutig erkennbar, wenn kurzweilige Strahlungsquellen fehlen und der Messwert eigentlich den Wert null zeigen sollte. Tagsüber („daytime thermal offsets“) können vom Betrag her sogar größer sein, aber überdeckt vom natürlichen Strahlungssignal sind sie vom richtigen Messsignal nicht trennbar und daher nicht eindeutig erkennbar. Durch ein ausgeklügeltes Heizungs- und Ventilationssystem versucht man diese Temperaturdifferenzen so gering wie möglich zu halten.

Aus diesem Grund wurden im März 2016 am Sonnblick Observatorium neben dem derzeitigen Messstandard der Globalstrahlung zwei weitere Pyranometer der Firma Hukseflux installiert. Aufgrund ihrer Bauweise, sollen sie thermische Offsets auf ein Minimum reduzieren. Weiters sollen sie auf ihre Messgenauigkeit untersucht werden

The precision of measurement data for climatological long-term analysis is very important. For shortwave radiation measurements, so called thermal offsets (TOFS) represent the strongest source of error. They occur, because of temperature differences between the dome and the instrument body. These temperature differences occur, because of thermal radiance of the glass dome, which is exposed to the colder sky. They cause a heat flow in the instrument, whereby the thermoelectric sensor in the instrument produces a negative output signal. Thermal offsets are only visible during the night, when shortwave radiation is missing and the measured value should be zero. During the day, so called „daytime thermal offsets“ can occur with an even larger error, which is overlapped by the natural radiation signal and therefore can not be separated from the correct measured signal. By a clever heating and ventilation system, these temperature differences can be reduced to a minimum.

For this reason, beside the standard global radiation measurement, two new pyranometer of the company Hukseflux got installed in march 2016 at the Sonnblick observatory. Because of their construction, they should minimize the thermal offsets. Moreover the testing pyranometers get analyzed due to their measurement accuracy.



Abb.1: Darstellung der durch Temperaturdifferenzen hervorgerufene Wärmeströme im Messgerät  
Fig.1: Representation of the heat flux in the instrument caused by temperature differences  
Quelle/Source: Kipp & Zonen

#### Autoren /Authors

Marc Olefs<sup>1)</sup>, Raphael Tasch<sup>2)</sup>

- 1) ZAMG Wien-Abteilung Klimaforschung
- 2) Universität Wien

#### Ansprechpartner /Contact Person

Mag. Dr. Marc Olefs  
Institut: ZAMG, Hohe Warte 38, 1190 Wien  
Email: marc.olefs@zamg.ac.at  
www.zamg.ac.at

### Saurer Regen und Überdüngung

24



Abb.1: Sammler zur Schneeprobenahme - WADOS (Wet And Dry Only Sampler)  
Fig.1: Sampling of Snow with a WADOS (Wet And Dry Only Sampler) English  
Quelle/Source: G. Schauer

Als die Messungen der chemischen Zusammensetzung des Niederschlags am Sonnblick begonnen wurde, lenkte der ‚Saure Regen‘ die Aufmerksamkeit vieler Forschergruppen auf den Stoffeintrag auf den Gletschern. Inzwischen sind die Konzentrationswerte für Sulfat und der Säureeintrag deutlich zurückgegangen. Grund dafür ist die Verwendung schwefelarmer Brennstoffe und die Reinigung der Abgase. Heute richtet sich das Interesse auf den erhöhten Stickstoffeintrag, der eine Überdüngung bewirkt und so den Artenreichtum schädigt.

Seit 1987 sammelt ein ‚Wet and Dry Only Sampler‘ Schnee und in der warmen Jahreszeit auch Regen. Die chemische Analyse umfasst die Ionen Sulfat, Nitrat und Ammonium. Das sind die Umwandlungsprodukte von Schwefeldioxid, den Stickstoffoxiden und von Ammoniak. Diese Spurengase werden durch Industrie, Verkehr und Landwirtschaft emittiert. 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 elektrischen Leitfähigkeit vervollständigt das Bild.

Die Konzentrationswerte der genannten Spurenstoffe im Niederschlag am Sonnblick sind zumeist gering. Aufgrund der hohen Niederschlagsmengen ist der Stoffeintrag aber mit manchen Stationen in Tallagen vergleichbar.

### Acid Rain and Nitrogen Input

In 1987 the phenomenon of ‘Acid Rain’ urged scientists to have a closer look at the situation in high alpine environments. Meanwhile the concentrations of sulfate and the acidity in rain and snow decreased, due to the use of fuels containing less sulfur and the desulfurization of flue gases. Now the main focus is put on the deposition of nitrogen containing compounds. An elevated input of nitrogen leads to eutrophication and thus can influence biodiversity.

Snow and rain samples are collected daily with a ‘Wet And Dry Only Sampler’. Chemical analyses comprise major inorganic anions and cations, e.g. sulfate, nitrate and ammonium. The trace gases sulfur dioxide, nitrogen oxides and ammonia are precursors of these compounds and are emitted by industry, traffic and agriculture. Emissions occur near the ground, but get transported to higher regions. Precipitation scavenges the pollutants and deposits them back onto the ground – thus cleaning the atmosphere. Additionally chloride and the basic cations sodium, potassium, calcium and magnesium are analysed. The determinations of the pH-value (a measure for the acidity) and the electrical conductivity complement the data set.

Usually concentration values in precipitation samples collected at the Sonnblick Observatory are low. Still the high precipitation amount observed can lead to deposition loads which are similar to condition observed at lower altitudes.

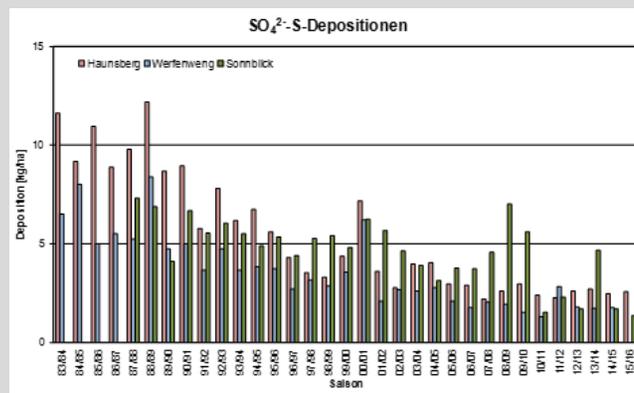


Abb.2: Zeitlicher Verlauf des Eintrags durch Nasse Deposition von Sulfat  
Fig.2: Temporal trend of wet deposition loads of sulfate  
Quelle/Source: Bericht zur Nassen Deposition in Salzburg (2017)

#### Autoren /Authors

A. Kasper-Giebl<sup>1)</sup>, J. Firmkranz<sup>1)</sup>, A. Kranabetter<sup>2)</sup>

1) TU-Wien, Institut für Chem. Technologien und Analytik

2) Amt der Salzburger Landesregierung, Immissionsschutz

#### Ansprechpartner /Contact Person

Ao Prof. DI Dr. Anne Kasper-Giebl

TU-Wien, E 164

Email: akasper@mail.tuwien.ac.at

www.cta.tuwien.ac.at



### STOBIMO Spurenstoffe



Deposition Sampler at „Hoher Sonnblick“  
Quelle/Source: H.Scheer@ZAMG-SBO

Mit Einführung der Wasserrahmenrichtlinie werden Spurenstoffe in die Gewässerzustandsbewertung einbezogen, wobei vor allem prioritäre Stoffe und national relevante Stoffe (sonstige Stoffe oder river basin specific pollutants RBSP) hervorzuheben sind. Bei Nichterreichung eines Zielzustandes haben sich bisher die Überlegungen zu möglichen Maßnahmen zumeist auf punktuelle, kontinuierliche Einleitungen wie die Abläufe kommunaler oder betrieblicher Kläranlagen bezogen. Stoffspezifisch sind daneben jedoch auch andere, oft diffuse Eintragspfade von großer Relevanz. Dies ist vor allem für ubiquitäre persistente, bioakkumulierende und toxische Stoffe (uPBT) wichtig. Das Projekt zielt darauf ab, die Stoffbilanzmodellierung für Nährstoffe und ausgewählte Spurenstoffe für das gesamte österreichische Staatsgebiet auf Ebene von Teileinzugsgebieten zu implementieren und weiter zu entwickeln. Vor allem die Konsolidierung und Aktualisierung der generellen Inputdaten und der Berechnungsmethoden, die Verbesserung der spezifischen Eingangsdaten für Spurenstoffe für die unterschiedlichen Herkunftsbereiche und Haupt-eintrags-pfade (z.B. Deposition, Grundwasser, Oberflächen-abschwemmung, Boden, Erosion und industrielle Direkt-einleiter), der Abgleich der berechneten Modellierungsergebnisse mit Messungen im Gewässer (Validierung) und die Ausweisung potentieller Risikogewässer dienen als Planungsgrundlage für ein Gewässermonitoring. Am Sonnblick Observatorium wurde bis 2017 Deposition in zwei beheizten Bulk-Depositionssammlern gesammelt und die Proben im Labor am Umweltbundesamt auf uPBT untersucht. Für 2018 ist die Berichterstellung geplant

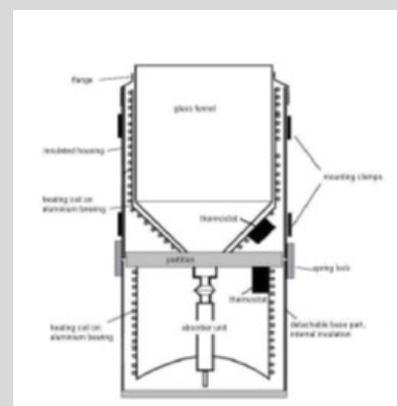
### STOBIMO Micropollutants

With the implementation of the Water Framework Directive, micropollutants are to be included in the assessment of the status of water bodies, and special attention is to be paid to priority substances and substances of national relevance (i.e. other substances or River Basin Specific Pollutants RSBPs). If water bodies are not in the good status, measures have so far focused mostly on continuous discharges from point sources such as effluents from urban or industrial sewage treatment plants. For specific substances, however, other (often diffuse) inputs and pathways are of particular relevance, especially in the case of ubiquitous persistent, bioaccumulative and toxic substances (uPBT). The aim of the project is to implement mass balance modelling for nutrients and selected micropollutants across the whole Austrian territory at sub-basin level and to develop these models further. Especially the consolidation and the updates of general input data and calculation methods, along with improvements of the specific input data on micropollutants from different sources and major pathways (e.g. deposition, groundwater, surface runoff, soil, erosion and direct industrial discharges), comparisons of the calculated modelling results with measurements in the water body (validation) and the identification of water bodies which pose a potential risk will provide a basis for planning a water monitoring programme. Until 2017 deposition was sampled at the Sonnblick Observatory in two heated bulk deposition samplers and the samples were analysed for uPBT in the laboratory at the Environment Agency Austria. The report will be available in 2018.



Deposition Sampler  
in section

Quelle/Source: Fa.  
Kroneis, Wien



#### Autoren /Authors

M. Clara<sup>1</sup>, M. Zessner<sup>2</sup>, O. Gabriel<sup>1</sup>, C. Scheffknecht<sup>3</sup>

1) Environment Agency Austria

2) Technical University Vienna, Institute for Water Quality, Resource and Waste Management

3) Institute for Environment and Food Safety of the State Vorarlberg

#### Ansprechpartner /Contact Person

Manfred Clara

Environment Agency Austria

manfred.clara@umweltbundesamt.at

<http://www.umweltbundesamt.at/>

### PureAlps Schadstoffmonitoring



Abb.1: Probensammelgeräte für persistente Schadstoffe am Hohen Sonnblick  
Fig.1: Sampling Devices for persistent pollutants at Hoher Sonnblick  
Quelle/Source: Umweltbundesamt/W.Moche

Das Projekt PureAlps setzt eine 10-jährige Tradition bewährter Messkampagnen fort: Obwohl die Alpen sprichwörtlich für saubere Luft stehen, lassen sich auch hier global verbreitete Schadstoffe nachweisen. Beginnend mit dem Projekt MONARPOP im Jahr 2005 werden im Rahmen internationaler Abkommen wie der Stockholm Konvention schwer abbaubare Schadstoffe in Luft und Niederschlag überwacht. Dazu zählen Verbindungen wie Dioxine, PCB, Organochlor-Pestizide (z.B. DDT) oder Flammschutzmittel. Seit 2017 wird auch Quecksilber und ab 2018 perfluorierte Tenside (PFT) im Niederschlag gemessen. Ziel ist es, die Wirksamkeit der Abkommen zu überprüfen und im Sinne eines Frühwarnsystems neuartige, kritische Verbindungen zu erfassen. Beispielsweise lassen sich in zunehmenden Konzentrationen neue bromierte Flammschutzmittel wie Decabromdiphenylethan (DBDPE) nachweisen. Partner des Sonnblick Observatoriums sind das Umweltbundesamt und an der Zugspitze die Umweltforschungsstation Schneefernerhaus und das Bayerische Landesamt für Umwelt (Bay-LfU). In dieser Kooperation können Unterschiede zwischen Nördlichen Kalkalpen und Zentralalpen erfasst werden. Zudem werden Synergien in Probenahmetechnik und Analytik genutzt. Die Probenahme erfolgt mit teilautomatischen Systemen, die über Zeiträume von 3 Monaten autonom laufen. Die Luftkonzentrationen werden erfasst, indem Aktiv-Sammler Umgebungsluft in hohen Volumina über Kartuschen mit Adsorbentmaterial saugen. Die Probenahme zur Deposition erfolgt über beheizte Bulk-Sammler, die den Niederschlag über Adsorbent-Kartuschen leiten. In den Ultraspurenlabors von Umweltbundesamt und Bay-LfU werden die Kartuschen auf ein breites Spektrum an Substanzen analysiert.

### PureAlps Monitoring of persistent pollutants

PureAlps is the continuation of a 10-year tradition of successful monitoring projects. Even though one might think that the Alps are synonymous with clean air, globally distributed persistent pollutants can be found even here. Since the project MONARPOP in 2005, persistent pollutants in deposition and ambient air have been monitored here under international agreements such as the Stockholm Convention. The substances of interest include dioxins, PCBs, organochlorine pesticides (e.g. DDT) and flame retardants. Since 2017 Mercury is included in the program, and starting with 2018 also Perfluorinated Compounds (PFC). The aim is to verify the effectiveness of the international agreements and to spot new emerging compounds in the sense of an early warning system. For instance, new brominated flame retardants such as decabrom-diphenyl-ethane (DBDPE) have been detected in increasing concentrations in recent years. The PureAlps project partners are: the Sonnblick Observatory, the Environment Agency Austria and the Environmental Research Station at the Zugspitze/Germany, together with the Bavarian Environment Agency. This cooperation enables the detection of differences in pollution levels between the Northern Limestone and the Central Alps and the exploitation of synergies in sampling techniques and laboratory analysis. Sampling persistent pollutants is done using semi-automatic systems which run autonomously for periods of three months. Air concentrations are sampled using active air samplers which collect specified compounds from ambient air sucked into cartridges with adsorbent material. Deposition is sampled using heated bulk samplers where precipitation is passed through adsorbent cartridges. In the ultra-trace laboratories of EAA and Bay-LfU the cartridges are analysed for a wide range of substances.



Parallelmessungen erfolgen an der Umweltforschungsstation UFS an der Zugspitze  
Parallel determinations are performed at Mt. Zugspitze, Germany  
Quelle/Source: UFS GmbH

#### Autoren /Authors

K. P. Freier<sup>1</sup>, W. Moche<sup>2</sup>, P. Weiss<sup>2</sup>, M. Denner<sup>2</sup>  
1) Bayerisches Landesamt für Umwelt, Germany  
2) Umweltbundesamt, Austria  
[https://www.lfu.bayern.de/analytik\\_stoffe/purealps/english/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/purealps/english/index.htm)

#### Ansprechpartner /Contact Person

Wolfgang Moche  
Environment Agency Austria  
Email: [wolfgang.moche@umweltbundesamt.at](mailto:wolfgang.moche@umweltbundesamt.at)  
<http://www.umweltbundesamt.at/>

### NISBO

#### Niederschlagsisotopen

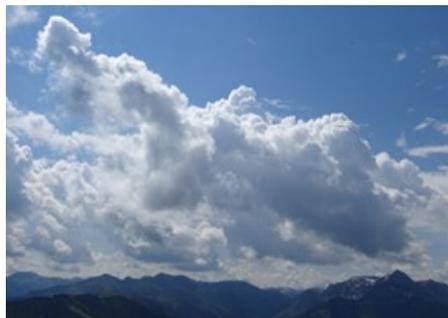


Abb.1: Basis der Methode sind Abreicherungsprozesse im hydrologischen Kreislauf  
Fig.1: Basis of the method is depletion in water cycle  
Quelle/Source: GEOCONSULT ZT GmbH

Im Zuge des hydrologischen Kreislaufs separiert die Natur unterschiedlich schwere Wassermoleküle. Damit wird Wasser zu einem natürlichen, stabilen Umwelttracer. Die Isotopengehalte schwanken – im einzelnen Niederschlagsereignis, im Jahresgang und über Kalt- und Warmzeiten der Erdgeschichte. Diese Schwankungen kann man sich zunutze machen, um verschiedenste Zusammenhänge zu verstehen. Isotopenanalytik ist eine anerkannte Methode in Fragen um atmosphärische Prozesse, Grundwasserneubildung und Klimaforschung.

Das Projekt NISBO (Niederschlagsisotopen Sonnblick Observatorium) sieht die Erstellung der Charakteristik der Niederschlagsisotopen für  $^{18}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$  und  $^2\text{H}$  vor. Hinsichtlich der Effekte von Abreicherungsverfahren stellt das SBO ein Endglied dar, da sich hier Temperatur-, Jahreszeiten-, Niederschlagsmengen- und Kontinentaleffekt aufsummieren. In Zusammenschau mit den meteorologischen Ereignissen (z.B. Oberitalien-Tief versus Atlantik-Front) lassen sich auch großmaßstäbliche Ereignisse nachvollziehen.

Ein wesentliches Merkmal von NISBO ist die tägliche Beprobung und Analyse des Niederschlages, um Veränderungen durch partielle Verdunstung in Mischproben hintanzuhalten. Gemeinsam mit anderen, tiefer liegenden Messstellen, die demselben Probenahme- und Messintervall unterliegen, wird eine Datenbasis geschaffen, die Grundlage für weitere Studien für wasserwirtschaftliche Fragestellungen und Klimaforschung bieten.

Das Projekt NISBO wird durch die Projektpartner ZAMG, GEORESEARCH und GEOCONSULT in Eigenleistung finanziert und durchgeführt

### NISBO

#### Stable Isotopes of Precipitation

During the water cycle nature separates isotopes of  $\text{H}_2\text{O}$  of different weight. This fact turns water into a natural stable environment tracer. Isotope contents change – during a single precipitation event, annually and in cold and warm phases of the geological history of the Earth. These fluctuations are used by scientists for understanding different contexts. Isotope analysis is a recognized method in research of atmospheric processes, groundwater flow and climate.

The NISBO project (Stable isotopes of precipitation at Sonnblick Observatorium) provides characterization of precipitation isotopes for  $^{18}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$  and  $^2\text{H}$ . Concerning depletion effects, Sonnblick Observatorium provides an end member summarizing temperature, season, precipitation amount and continental effects. By combination with meteorological events like Genoa versus Icelandic Lows large scale effects can be followed.

One of the substantial basics of NISBO is daily sampling and analysis of the probes. This helps avoidance of evaporation effects in the sample.

The idea is to compare the results with other precipitation stations, which provide daily sampling, as well. The collected data are basis for further studies concerning water management and climate research.

NISBO is carried out and financed by the project partners ZAMG, GEORESEARCH and GEOCONSULT.



Abb.1: Die Analysen werden mit einem modernen Laser Absorptions-Spektrometer durchgeführt

Fig.1: The analysis are carried out with a modern OA-ICOS laser absorption spectrometer

Quelle/Source: Quelle/Source: ISOLAB SALZBURG – [www.georesearch.at](http://www.georesearch.at)

#### Autoren /Authors

G. Höfer-Öllinger<sup>1,2</sup>, K. Müggenburg<sup>1</sup>, E. Ludewig<sup>3</sup>

1) GEOCONSULT ZT GmbH, Hölzlstraße 5, 5071 Wals

2) GEORESEARCH Forschungsgesellschaft mbH, Hölzlstraße 5, 5071 Wals

3) ZAMG, Freisaalweg 16, 5020 Salzburg

#### Ansprechpartner /Contact Person

Giorgio Höfer-Öllinger

Project Manager

Email: [giorgio.hoefer-oellinger@georesearch.at](mailto:giorgio.hoefer-oellinger@georesearch.at)

[www.georesearch.at](http://www.georesearch.at)

### ANIP Isotopenmessnetz

28

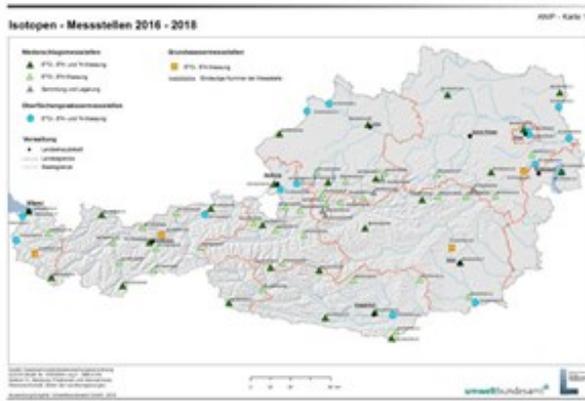


Abb. 1: Österreichisches Messnetz für Isotope im Niederschlag und in Oberflächengewässern (ANIP)

Fig.1: The current Austrian Network of Isotopes in Precipitation and Surface waters (ANIP)

Quelle/Source: Umweltbundesamt GmbH

Seit Anfang 2016 werden am Sonnblick Observatorium im Rahmen des vom Umweltbundesamt betreuten Österreichischen Messnetzes für Isotope im Niederschlag und in Oberflächengewässern (ANIP) Monatsmischproben des Niederschlags erhoben. Das bundesweite Monitoring generiert essentielle Grundlagendaten hauptsächlich für hydrologische aber auch ökologische Fragestellungen.

Die Niederschlagsproben vom Hohen Sonnblick werden routinemäßig auf Sauerstoff-18, Deuterium und Tritium hin analysiert.

Die exponierte Höhenlage des Sonnblick Observatoriums am Alpenhauptkamm schließt eine vorhergehende Lücke im mehr als 40 Jahre alten Isotopenmessnetz.

Ausgehend von den am Sonnblick und im gesamten Netzwerk erhobenen Daten, sollen (A) der Einfluss der Luftmassenherkunft und (B) der Einfluss der hochalpinen Lage auf das Isotopensignal ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$ ) des Niederschlags genauer untersucht werden.

### ANIP Isotope Monitoring

Since early 2016, monthly composite precipitation samples are collected at the Sonnblick Observatory within the scope of the Austrian Network of Isotopes in Precipitation and Surface Waters (ANIP) maintained by the Environment Agency Austria.

The national monitoring network provides essential input data largely for hydrological but also for ecological questions.

Precipitation samples from the Sonnblick Observatory are routinely analyzed for oxygen-18, deuterium and tritium.

The high altitude sampling location at the main Alpine ridge closes a previously existing gap in the more than 40-year old monitoring network.

Based on the isotope data generated at the Sonnblick Observatory and the entire network, we aim to (A) further elucidate the impact of the origin of air masses and (B) that of high relief on the isotopic ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$ ) signal in Austrian precipitation.



Abb.2: Niederschlagssammlung und Messung auf der nördlichen Messplattform des Sonnblick Observatoriums. Foto von H. Scheer.

Fig.2: Precipitation collectors and measurements at the northern measuring platform of the Sonnblick Observatory. Photo by H. Scheer.

#### Autoren /Authors

Heike Brielmann  
Umweltbundesamt / Environment Agency Austria,  
<http://www.umweltbundesamt.at/>

#### Ansprechpartner /Contact Person

Heike Brielmann  
[heike.brielmann@umweltbundesamt.at](mailto:heike.brielmann@umweltbundesamt.at)  
Arnulf Schoenbauer  
[arnulf.schoenbauer@umweltbundesamt.at](mailto:arnulf.schoenbauer@umweltbundesamt.at)

### Spurengasmessungen am Sonnblick



Abb.1: Zentrale Ansaugung für Spurengasmessungen  
Fig.1: Central sampling manifold for trace gas monitoring  
Quelle/Source: ZAMG

Das Umweltbundesamt führt seit 1988 Messungen von Spurengasen am Sonnblick durch. Erfasst werden Ozon (O<sub>3</sub>), Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffoxide (NO, NO<sub>2</sub>) sowie die Treibhausgase Methan (CH<sub>4</sub>) und Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>). Die Messungen dienen der Erforschung großräumigen Schadstofftransports über Mitteleuropa und der Langzeitüberwachung von Schadstofftrends in der alpinen Region.

Die Konzentration des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) wird seit 2000 auf dem Sonnblick im Rahmen des Global Atmosphere Watch-(GAW)-Programmes der WMO (World Meteorological Organization) gemessen, seit 2012 auch Methan (CH<sub>4</sub>). Kohlenstoffdioxid stellt das wichtigste Treibhausgas dar, dessen Konzentration infolge anthropogener Emissionen (Verbrennung fossiler Energieträger) in den letzten zwei Jahrhunderten deutlich zugenommen hat.

Die CO<sub>2</sub>-Daten spiegeln in den letzten Jahren den global beobachteten Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration im Jahresmittel wider. Im Jahr 2015 wurde erstmals ein Jahresmittelwert knapp über 400 ppm gemessen, 2017 lag dieser bei 407 ppm. Erhöhte Emissionen aus Raumheizungen und geringere Aufnahme von CO<sub>2</sub> durch Pflanzen im Winter führen zu einem Jahresgang mit erhöhten CO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Winter (siehe Abbildung).

### Monitoring of trace gases at Sonnblick

Since 1988, the Environment Agency Austria has been monitoring atmospheric trace gases at the Sonnblick site. These gases include ozone (O<sub>3</sub>), carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NO, NO<sub>2</sub>) and the greenhouse gases methane (CH<sub>4</sub>) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). The measurements are used for the investigation of large-scale pollutant transports across Central Europe and the long-term monitoring of pollutant trends in the alpine region.

The concentration of the greenhouse gas carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) has been measured since 2000 on the Sonnblick within the framework of the Global Atmosphere Watch (GAW) program of the WMO (World Meteorological Organization), since 2012 also methane (CH<sub>4</sub>). Carbon dioxide is the most important greenhouse gas. Its concentration has increased significantly over the last two centuries due to anthropogenic emissions (burning of fossil fuels).

The CO<sub>2</sub>-data reflect the globally observed increase in the annual mean CO<sub>2</sub>-concentration in recent years. In 2015, an annual mean of just over 400 ppm was measured for the first time; in 2017, it was 407 ppm. Increased emissions from space heating and reduced uptake of CO<sub>2</sub> by plants in winter lead to a seasonal cycle with increased CO<sub>2</sub> concentrations in winter (see figure below)

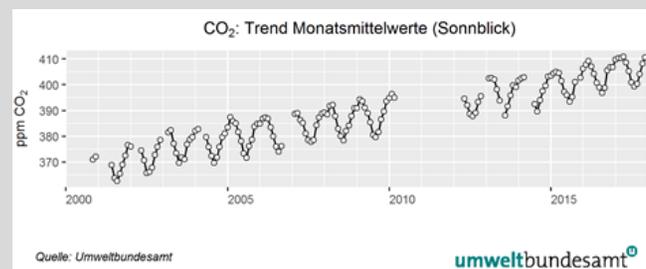


Abb.2: Monatsmittelwerte der CO<sub>2</sub>-Konzentration am Sonnblick, 2000-2017  
Fig.2: Monthly mean values of CO<sub>2</sub>-concentration at Sonnblick, 2000-2017  
Quelle/Source: Umweltbundesamt

#### Autoren /Authors

I. Buxbaum<sup>1</sup>, W. Spangl<sup>1</sup>, G. Schauer<sup>2</sup>  
1) Umweltbundesamt / Environment Agency Austria  
2) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Salzburg

#### Ansprechpartner /Contact Person

Iris Buxbaum  
Umweltbundesamt GmbH  
Email: [iris.buxbaum@umweltbundesamt.at](mailto:iris.buxbaum@umweltbundesamt.at)  
[www.umweltbundesamt.at](http://www.umweltbundesamt.at)

### Evaluierung von Spurengasmodellierungen des Copernicus Atmosphärendienstes

### Evaluation of Copernicus Atmosphere Monitoring Service Products



30

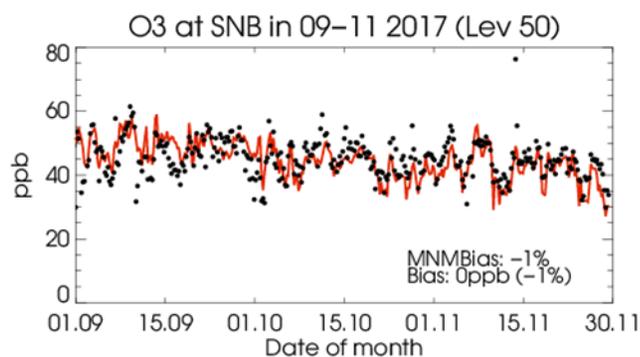


Abb.1: Modellerte 6-stündige Ozon Werte (rot) im Vergleich zu den Messungen (schwarz) für die Station Sonnblick Im Zeitraum September –November 2017

Der Copernicus Atmosphere Monitoring Service CAMS ist Teil des Copernicus Programmes der Europäischen Union zur Erdbeobachtung.

CAMS ist ein operationeller Dienst, der Vorhersage- und Analyseprodukte im Bereich der Luftqualität und Atmosphärenzusammensetzung öffentlich und kostenfrei bereitstellt. Hierbei kommt ein globales Beobachtungs- und Vorhersagemodell, das Satelliteninformation und Atmosphärenmodellierung verbindet, zum Einsatz.

CAMS Produkte umfassen, unter anderem, tägliche Vorhersagen über Treibhausgas- und Spurengaskonzentrationen, sowie Vorhersagen zu Aerosolgehalten der Atmosphäre. Neben globalen Vorhersagen stehen auch höher aufgelöste regionale Vorhersagen zur Verfügung.

Zur Validierung der Vorhersageprodukte werden Daten aus dem GAW (Global Atmosphere Watch) Netzwerk verwendet. Das Sonnblick Observatorium liefert zu diesem Zwecke täglich aktuelle Spurengasdaten in exzellenter Qualität. Abbildung 1 zeigt den Vergleich zwischen modelliertem Ozon (ppb) des CAMS Globalmodells und gemessenem Ozon am Sonnblick im Zeitraum September-November 2017.

Detaillierte Informationen über CAMS lassen sich auf der CAMS Homepage finden:  
<https://atmosphere.copernicus.eu/>

The Copernicus Atmosphere Monitoring Service CAMS is part of the European Copernicus Program for monitoring the earth.

CAMS provides forecast products on atmospheric composition, supporting policy makers, business and citizens with enhanced environmental information. The CAMS service uses a global monitoring and forecasting system that is based on combining satellite observations of atmospheric composition with state-of-the-art atmospheric modelling. CAMS provides daily forecasts of greenhouse gases, aerosols and reactive gases on a global scale and supplies the boundary conditions for an ensemble of more detailed regional air quality models. Within CAMS there is a dedicated validation activity providing up-to-date information on the quality of the global and regional products. Modelled global and regional CO and O<sub>3</sub> mixing ratios are validated, amongst others, with near-real-time (NRT) observations from the Global Atmosphere Watch (GAW) network. The Sonnblick observatory supports the CAMS validation activities in providing near-real-time hourly observational CO and O<sub>3</sub> data in excellent quality. Figure 1 shows a comparison between modelled CO concentrations (CAMS regional Ensemble) and measured CO concentrations for Sonnblick in the period September to November 2017.

More detailed information about CAMS (e.g. quarterly validation reports) can be downloaded at:  
<https://atmosphere.copernicus.eu/>

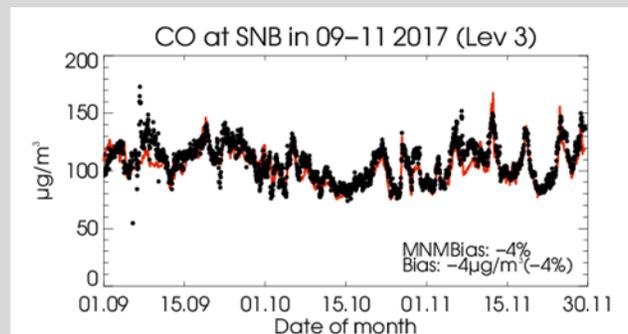


Fig.1: Modelled hourly carbon monoxide concentrations (red) in comparison with surface observations (black) for Sonnblick station in the period September to November 2017



#### Autoren /Authors

Annette Wagner<sup>1)</sup>

1) Max Planck Institute for Meteorology, Hamburg

#### Ansprechpartner /Contact Person

Annette Wagner

Max Planck Institut für Meteorologie, Hamburg

Email: [annette.wagner@mpimet.mpg.de](mailto:annette.wagner@mpimet.mpg.de)

<https://atmosphere.copernicus.eu/>

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

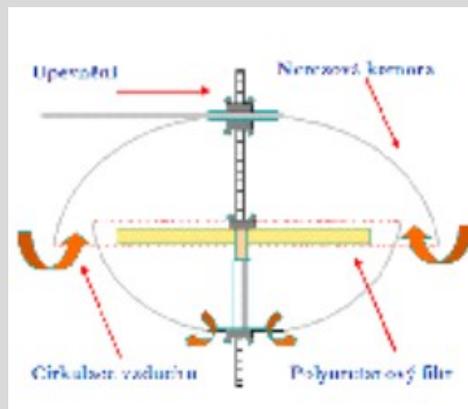


Passive Samplers at „Hoher Sonnblick“  
Quelle/Source: Umweltbundesamt/W.Moche

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 Schlüsselmatrices Luft und Muttermilch wichtig. Ein Hauptaugenmerk wurde daher auf die Entwicklung von einfachen und billigen passiven Luftprobenahme-techniken 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. Das Sonnblick Observatorium ist Teil des europäischen Messnetzes MONET Europa. Im Rahmen dieses Netzwerkes wird die Verteilung der POPs in Europa mit einfachen, geräuschlosen 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. 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. Die Messergebnisse werden in der GENASIS Datenbank, die von der Universität Brunn betrieben wird, gesammelt (<http://www.genasis.cz/index-en.php>).

The MONET monitoring network. The Czech Republic has a long tradition of monitoring programmes for POPs in all important environmental matrices. In the context of the Stockholm Convention, monitoring of the key matrices air and breast milk is essential. Close attention has therefore been paid to the development of simple to use and inexpensive passive air sampling techniques. These methods were integrated into the national monitoring network (MONET CZ) and, based on these experiences, a Europe-wide long-term monitoring programme at background sites was proposed which involves the use of these passive samplers. This network (MONET Europe) currently comprises 37 European countries. The Sonnblick Observatory is part of the European monitoring network MONET Europa. In the network the distribution of POPs in Europe is analysed using simple, noiseless and low-maintenance passive air samplers. The samplers can be deployed at remote background sites, allowing for comparisons of pollutant levels between the most diverse parts of Europe. Passive samplers consisting of polyurethane foam (PUF) are well suited for long-term monitoring of specific POPs. Sampling is done through spontaneous diffusion of ambient air containing the substances which are captured on the PUF disk. The air flows freely through the gap of the sampler housing and around the stationary PUF disk on which the pollutants are retained. The results of the measurements are collected in the GENASIS database which is run by the University of Brno.

(<http://www.genasis.cz/index-en.php>)



Passive Sampler in section

Quelle/Source: Rcetox, Brno



Research centre  
for toxic compounds  
in the environment



**Autoren /Authors**

Wolfgang Moche<sup>1</sup>, Peter Weiss<sup>1</sup>, Jana Klánová<sup>2</sup>, Pavel Čupr<sup>2</sup>  
1) Environment Agency Austria, Vienna, Austria  
2) Masaryk University, Research Centre for Toxic Compounds in the Environment, Brno, Czech Republic

**Ansprechpartner /Contact Person**

Wolfgang Moche  
Environment Agency Austria  
Email: [wolfgang.moche@umweltbundesamt.at](mailto:wolfgang.moche@umweltbundesamt.at)  
<http://www.umweltbundesamt.at/>

### Schadstofftransport



32

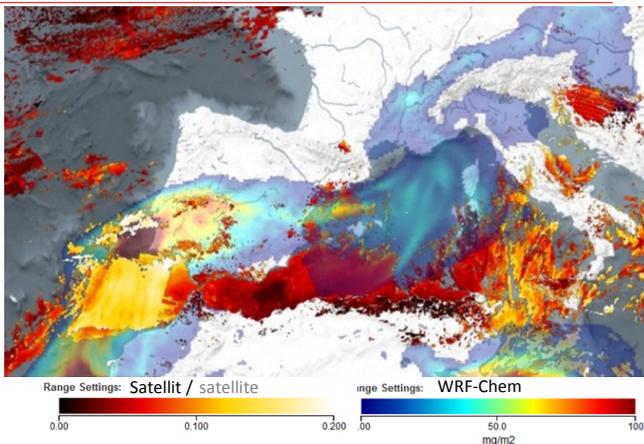


Abb.1: Messungen der Aerosol-optischen Dicke der Atmosphäre (AOD) der Satelliten AQUA und TERRA (Instrument MODIS) am 24.11.2017 sowie die vorhergesagte Staub-Säule von WRF-Chem (24.11.2017 15:00 UTC).

Fig.1: AQUA und TERRA (instrument MODIS) satellite observations of optical depth of the atmosphere (AOD) on 24.11.2017 as well as the dust column simulated with WRF-Chem (24.11.2017 15:00 UTC).

Quelle/Source: TAMP-Plattform/ZAMG

Bei der Analyse von Ereignissen, bei welchen größere Mengen an Staub oder Luftschadstoffen über weite Distanzen in den Alpenraum transportiert werden, z.B. Sandwolken aus Wüstengebieten, können neben Modellberechnungen und chemischen Analysen von Messungen auch Produkte aus Satellitenbeobachtungen herangezogen werden. Beispielsweise wurden die Messungen der Aerosol-optischen Dicke der Atmosphäre (AOD) der Satelliten AQUA und TERRA mit der modellierten Gesamtstaubsäule (WRF-Chem) für den 24.11.2017 15 UTC verglichen (Abb. 1). Die Satellitendaten zeigen erhöhte AOD-Werte westlich von der Straße von Gibraltar (gelb schattiert). Im selben Bereich sind auch im Modellergebnis hohe Staubkonzentrationen (blass überlagertes Modellfeld) zu sehen.

Die Rückwärtsmodellierung mit dem Ausbreitungsmodell FLEXPART ermöglicht den Weg von eintreffenden Luftmassen zurückzuverfolgen, um auf mögliche Herkunftsgebiete zu schließen. Die am Sonnblick eintreffenden Staubmengen sind über die iberische Halbinsel bis Südmarokko und Westsahara zurück verfolgbar (Abb. 2)

### Air pollution transport

Analyses of events with long-range transport of relevant amounts of dust or pollutants to the Alpine area, e.g. dust clouds from desert areas, based on model simulations and chemical analyses can be supplemented with new satellite products.

For example, AQUA and TERRA satellite data of the aerosol optical depth of the atmosphere (AOD) are compared with the dust column simulated with WRF-Chem for 24.11.2017 15 UTC (Fig. 1). The satellite data indicate increased AOD-levels west of the Strait of Gibraltar (yellow shaded areas). In the same region, high dust concentrations are also found in the model results (faintly overlaid model field).

Backwards modelling with the dispersion model FLEXPART allows to track back the way of air masses to identify possible source regions (example in Fig. 2). At Sonnblick observatory a relevant contribution of Saharan dust can be traced backwards over the Iberian Peninsula to South Morocco and West Sahara.

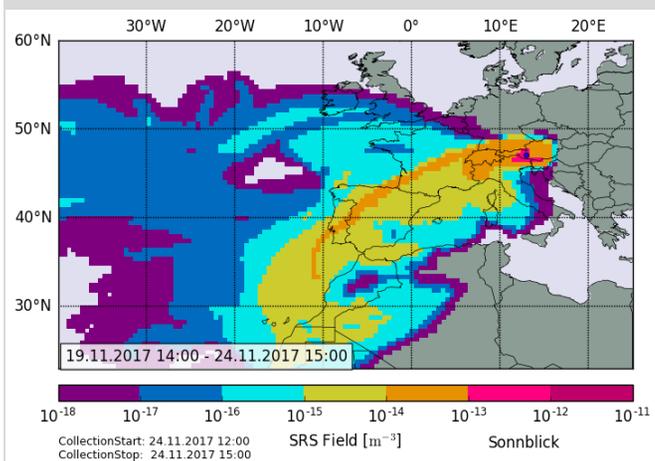


Abb.2: 5-Tagessumme der Quell-Rezeptor-Sensitivität (Modell FLEXPART) für die Ankunftsperiode des Saharastaubs am Sonnblick am 24.11.2017 12 UTC bis 15 UTC.

Fig.2: 5 days sum of source-receptor sensitivities (model FLEXPART) for the arrival time of Saharan dust at Sonnblick on 24.11.2017 12 UTC to 15 UTC.

Quelle/Source: ZAMG



#### Autoren /Authors

K. Baumann-Stanzer<sup>1)</sup>, C. Flandorfer<sup>1)</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

#### Ansprechpartner /Contact Person

Dr. Kathrin Baumann-Stanzer

ZAMG - Kundenservice

Email: k.baumann-stanzer@zamg.ac.at

Webseite: www.zamg.ac.at



### Aerosolmessung

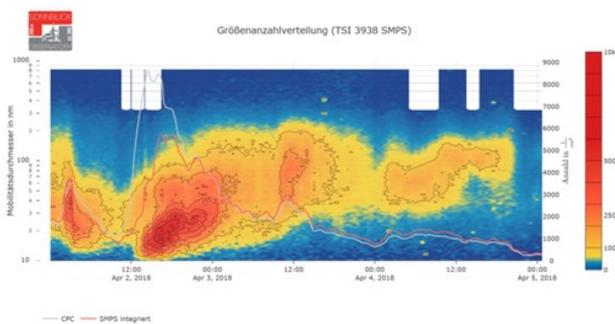


Abb.1: Bildung und Anwachsen von Partikeln  
Fig.1: Formation and growth of aerosol particles  
Quelle/Source: G. Schauer

Aerosolpartikel sind winzig klein Teilchen oder Tröpfchen in der Atmosphäre, die eine große Wirkung zeigen. Sie beeinflussen den Strahlungshaushalt der Erde, wobei sie kühlen oder erwärmen können, bilden die Grundlage für die Entstehung von Wolken und in der Folge des Niederschlags und sind, besser bekannt unter dem Namen Feinstaub, eine gesundheitsrelevante Größe. Die Aerosolmessungen am Sonnblick Observatorium liefern Grundlagen für all diese Themenbereiche.

Seit November 2012 wird in Zusammenarbeit der ZAMG mit dem Umweltbundesamt, dem Amt der Salzburger Landesregierung, der Kommission für Klima und Luftqualität der ÖAW und der TU-Wien ein umfassendes Messprogramm umgesetzt. So liefert das Observatorium rund um die Uhr und 365 Tage im Jahr einen Einblick in die Menge und Beschaffenheit dieser Staubteilchen fernab von menschlichen Emissionen. Dabei kann auch der Effekt spezieller Ereignisse, wie zum Beispiel der Ferntransport von Staub aus natürlichen Quellen (z.B. Wüstensand oder Vulkanasche) aber auch aus Industriegebieten gut erkannt werden.

So wird die Staubmasse gemessen und auch die Anzahl der Staubpartikel erfasst. Dabei gilt es die einzelnen Größenklassen zu unterscheiden. Die Durchmesser der Partikel liegen im Bereich von wenigen Millionstel bis zu einigen Tausendstel eines Millimeters. Auch die optischen Eigenschaften der Partikel, das heißt die Fähigkeit zur Lichtstreuung oder Lichtschwächung werden bestimmt.

### Aerosol Measurements

Aerosol particles are tiny, but they have important impact on our environment. Influencing the radiative balance they can be responsible for both, warming or cooling of the atmosphere. By providing cloud and ice nuclei they are responsible for the formation of clouds and they induce precipitation. Furthermore elevated concentrations of aerosol particles cause adverse health effects. Aerosol measurements at the Sonnblick Observatory are linked to all of those topics.

Since November 2012 an extended sampling program is realized in cooperation of the ZAMG with Umweltbundesamt, the local authorities of Salzburg, the Climate and Air Quality Commission of the Austrian Academy of Sciences and TU-Wien. It provides a continuous picture of aerosol concentration and composition at background conditions - 24 hours a day and 12 month a year. Simultaneously the occurrence and impact of outstanding events, like the long range transport of natural sources like desert dust or volcanic ash, or anthropogenic sources can be monitored and investigated.

Aerosol mass is determined as well as number concentrations of aerosol particles in different size classes. These range from a few millionth up to comparable big sizes of a few thousands of a millimeter. Furthermore the optical properties of the particles are characterized, like their ability to scatter or absorb radiation of different wavelength.

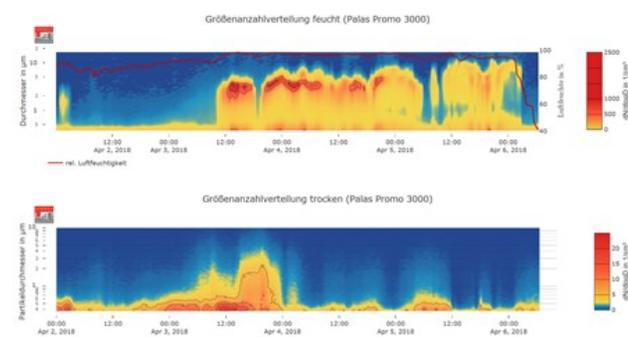


Abb.2: Größenverteilung von Saharastaub  
Fig.2: Particle size distribution of Saharan dust  
Quelle/Source: G. Schauer



#### Autoren /Authors

A. Kasper-Giebl<sup>1)</sup>, G. Schauer<sup>2)</sup>

1) TU-Wien, Institut für Chem. Technologien und Analytik

2) ZAMG, Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner /Contact Person

Dipl.-Ing. Gerhard Schauer

ZAMG, Sonnblick Observatorium

Email: gerhard.schauer@zamg.ac.at

www.sonnblick.net



### Bestimmung von Hydrometeor-Messereignissen

34



Abb.1: Aerosolmessgeräte (links) und Whole-Air Inlet (rechts)  
Fig.1: Aerosol measuring devices (left) and Whole-Air Inlet (right)  
Quelle/Source: ZAMG

Am Sonnblick Observatorium wird seit 2011 die Anzahlgrößenverteilung der Aerosolpartikel mithilfe des Klotz TCC aufgezeichnet. Jener misst in sechs verschiedenen Kanälen, welche Aerosoldurchmesser von  $0.3\mu\text{m}$  bis  $5.0\mu\text{m}$  registrieren. Dieses Spektrum beinhaltet zum Beispiel atmosphärischen Feinstaub. Nebeltröpfchen, Schnee usw. bestehen aus Wasser und werden als Hydrometeore bezeichnet. Sie sind laut Definition keine Aerosolpartikel, werden jedoch von manchen Messinstrumenten fälschlicherweise als Aerosole registriert. Dies ist eine primäre Fehlerursache der Aerosolmessung und soll mittels dieser Untersuchung näher analysiert werden.

Die Messwerte des Klotz TCC sowie die meteorologischen Daten der TAWES Station werden von der Inbetriebnahme 2011 bis 2017 ausgewertet. Ab Oktober 2012 wurde ein verbessertes Aerosolinlet verwendet, das durch die beheizte Ansaugung zu einem Schmelzen und Verdampfen der Hydrometeore führt. Mithilfe dieser Daten werden Grenzwerte definiert, mit welchen man die verfälschten Werte evaluieren kann. Jene Werte wurden beispielsweise unter erhöhten Windgeschwindigkeiten und hoher Luftfeuchtigkeit beobachtet. Ziel ist es, diese Messungen herauszufiltern um am Ende verwendbare Daten des Klotz TCC für weitere Forschungen zu erhalten. Diese Abhandlung wird in Form einer Bachelorarbeit an der Universität Wien im Rahmen eines Praktikums am Sonnblick Observatorium durchgeführt.

### Identification of hydrometeor events

At the Sonnblick Observatory the particle size distribution of aerosol particles has been measured by using the Klotz TCC since 2011. This device uses six different channels which register aerosol diameters from  $0.3\mu\text{m}$  to  $5.0\mu\text{m}$ . The observed spectrum includes, for example, atmospheric dust. Fog droplets, snow, etc. are made of water and are characterized as hydrometeors. They are by definition not aerosol particles, but are mistakenly registered as aerosols by some devices. This is a primary cause of error in the aerosol measurement and will be further analysed by this study.

The measured values of the Klotz TCC as well as the meteorological data of the TAWES station will be analysed in the period from 2011 to 2017. From October 2012 on, an improved heated aerosolinlet was used, which leads to the melting and evaporation of the hydrometeors. Using this data limits are defined, with which one can evaluate the falsified values. Those values were observed, for example, under increased wind speeds and high humidity. The aim is to filter out these measurements to obtain finally usable data from the Klotz TCC for further research. The present study was conducted in the form of a bachelor thesis at the University of Vienna as part of an internship at the Sonnblick Observatory

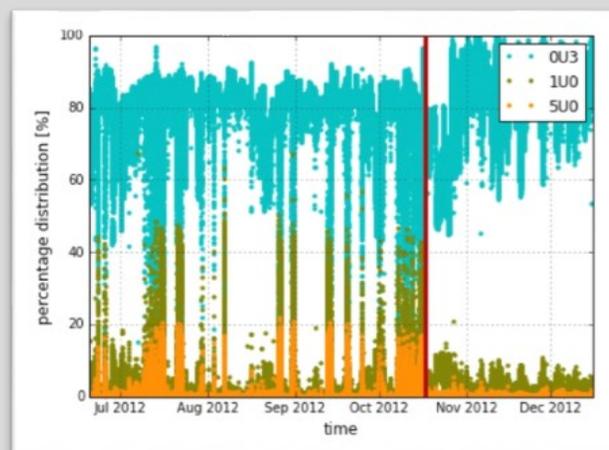


Abb.1: Partikelgrößenverteilung (Klotz TCC)  
Fig.1: Particle size distribution (Klotz TCC)  
Quelle/Source: D. Vollgruber, Universität Wien



universität  
wien

#### Autoren /Authors

D. Vollgruber<sup>1)</sup>, E. Ludewig<sup>2)</sup>, G. Schauer<sup>3)</sup>, M. Hantel<sup>4)</sup>

- 1) Universität Wien, Institut für Meteorologie und Geophysik
- 2) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO
- 3) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Salzburg
- 4) Universität Wien, Institut für Meteorologie und Geophysik

#### Ansprechpartner /Contact Person

Doris Vollgruber  
Universität Wien  
Email: a01405082@unet.univie.ac.at



### Fossile Brennstoffe und Holzrauch



Abb.1: Blick zur Messplattform am Sonnblick Observatorium  
Fig.1: View of the Sampling Plattform of Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: H. Scheer

Ein bedeutender Anteil der Staubteilchen in der Atmosphäre besteht aus kohlenstoffhaltigem Material. Ein Teil davon ist gefärbt und hat daher spezielle Auswirkungen auf den Strahlungshaushalt der Atmosphäre. Für die Entstehung dieser gefärbten Staubteilchen sind unterschiedliche Quellen verantwortlich. Besonders wichtig ist die Verbrennung fossiler Brennstoffe, aber auch die von erneuerbaren Energieträgern wie zum Beispiel Holz. Dabei gilt: Ruß aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe hat eine andere ‚Farbe‘ als Ruß aus der Holzverbrennung.

Das Aethalometer erlaubt eine detaillierte Analyse der optischen Eigenschaften von Staubteilchen. Es wird nicht nur die Konzentration des ‚schwarzen Kohlenstoffs‘ bestimmt, sondern es ist auch eine Unterscheidung der Anteile möglich, die bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen oder von Holz gebildet wurden.

Im Winter 2017/2018 wird am Sonnblick, gemeinsam mit vielen anderen Messpunkten in Europa, eine Intensivmesskampagne zur oben beschriebenen Quellenzuordnung durchgeführt. So können regionale Besonderheiten erfasst und beschrieben werden. Die Initiative wird von den Programmen EMEP (European Monitoring and Evaluation Programm, [www.emep.int](http://www.emep.int)), ACTRIS (Aerosol, Clouds Trace Gases Research Infrastructure, [www.actris.eu](http://www.actris.eu)) und COLOSSAL (Chemical on-line composition and source apportionment of fine aerosols, [www.costcolossal.eu](http://www.costcolossal.eu)) unterstützt.

### Fossile Fuels and Wood Burning

Carbonaceous particles are a major and ubiquitous part of atmospheric particulate matter. Part of them are light absorbing aerosols and thus of special interest regarding the radiative properties of the atmosphere. Combustion of fossil fuels as well as wood combustion have been identified as the main sources for the formation of black carbon (also reported as elemental carbon or soot). Still, the optical properties of particles formed by the respective combustion processes are different.

An Aethalometer is a dedicated instrument for the analysis of light absorbing particles. It gives mass concentrations of equivalent BC (black carbon) and also differentiates between the BC which can be traced back to the combustion of fossil fuels, or to wood combustion. These evaluations, the so-called ‘aethalometer-model’, are based on the wavelength dependence of the absorption coefficients.

During winter 2017/2018 the Sonnblick takes part in an intensive measurement period carried out across Europe. A variety of sampling stations conducts measurements focusing on the above mentioned source apportionment. Thus regional differences as well as similarities across Europe can be identified and discussed. The measurements are supported by EMEP (European Monitoring and Evaluation Programm; [www.emep.int](http://www.emep.int)), ACTRIS (Aerosol, Clouds Trace Gases Research Infrastructure, [www.actris.eu](http://www.actris.eu)) and COLOSSAL (Chemical on-line composition and source apportionment of fine aerosols, [www.costcolossal.eu](http://www.costcolossal.eu)).



Abb.1: Aethalometer am Sonnblick Observatorium  
Fig.1: Aethalometer at the Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: H. Scheer

#### Autoren /Authors

A. Kasper-Giebl<sup>1)</sup>, G. Schauer<sup>2)</sup>, I. Buxbaum<sup>3)</sup>  
1) TU-Wien, Institut für Chem. Technologien und Analytik  
2) ZAMG, Sonnblick Observatorium  
3) Umweltbundesamt GmbH

#### Ansprechpartner /Contact Person

ao Prof. DI Dr. Anne Kasper-Giebl  
Institut: TU-Wien, E 164  
Email: [akasper@mail.tuwien.ac.at](mailto:akasper@mail.tuwien.ac.at)  
Webseite: [www.cta.tuwien.ac.at](http://www.cta.tuwien.ac.at)



### Ruß auf Luftfiltern vom Sonnblick



Abb.1: Beprobte Filter vom Sonnblick und SootScan™ OT21 Transmissometer  
Fig.1: Filters sampled on Mount Sonnblick and SootScan™ OT21 Transmissometer  
Quelle/Source: Marion Greilinger

Auf den im Rahmen des FFG-Projektes DUSTFALL beprobten Filtern wird die chemische Zusammensetzung des abgelagerten Aerosols gemessen, u.a. anorganische Ionen, Zucker, Kohlenstoffkomponenten und Metalle.

Um von den Filtern eine einfache und rasche Quantifizierung von „Schwarzem Kohlenstoff“ (engl. Black Carbon, BC) oder Ruß zu ermöglichen, wurde eine Methode basierend auf Durchlichtmessungen im Infrarotbereich bei 880nm (SootScan™ Model OT21 Transmissometer, Fa. Magee Scientific) entwickelt.

Hierfür wurden die gemessene Lichtschwächung (engl. Attenuation, ATN), mit den Rußkonzentrationen aus einer unabhängigen thermo-optischen Messung (Sunset Laboratory Inc.) verglichen. Daraus lassen sich die Aerosol- und Filtertyp abhängigen Kennzahlen des „Filter loading Parameters k“ und des „Absorptionsquerschnittes MAC“ ermitteln. Diese sind notwendig, um in Folge die Rußkonzentrationen alleine durch die optische Messung zu bestimmen.

Diese Methode wurde auch für andere Stationstypen in Österreich getestet um darzustellen, ob die Anwendbarkeit sowohl für den Hintergrund (Sonnblick), als auch für städtische und ländliche Gebieten gegeben ist. Erwartungsgemäß werden bessere Ergebnisse erzielt, wenn der Stationstypus berücksichtigt wird.

Die Ergebnisse können in weiterer Folge mit den on-line BC-Messungen mittels Aethalometer verglichen werden.

### Soot on air filters from Mount Sonnblick

The chemical composition of the filters sampled within the FFG-project DUSTFALL is measured, including inorganic ions, sugars, Carbon components and metals.

To provide a fast and easy quantification of “Black Carbon” (BC), also known as soot, a method based on light transmission in the infrared at 880nm (SootScan™ Model OT21 Transmissometer, Fa. Magee Scientific) was established.

For this, the measurements of light attenuation (ATN), are compared with soot measurements using an independent thermal-optical measurement (Sunset Laboratory Inc.). Based on this comparison, the aerosol and filter type specific “filter loading parameter k” and the “mass absorption cross section MAC” can be computed. Those values are necessary to determine the soot concentrations using only the optical measurements. This method was also established and tested for other station types in Austria to show whether it can be applied for only in background regions (Sonnblick) or at urban and rural sites as well. The application is possible, but, as expected, more accurate results can be achieved when the station type is known.

Results of this off-line measurements of BC can be also compared with the routine on-line BC monitoring using an Aethalometer.

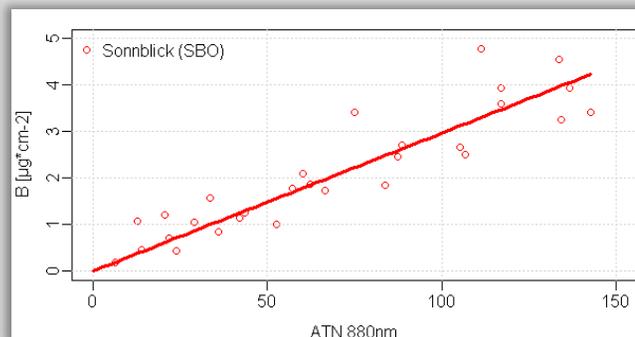


Abb.2: Vergleich der ATN mit der thermo-optischen Messung von B zur Bestimmung von k und MAC  
Fig.2: Comparison of ATN and thermal-optically measured B to determine k and MAC

Quelle/Source: Marion Greilinger



#### Autoren /Authors

Marion Greilinger<sup>1)</sup>, Anne Kapser-Giebl<sup>2)</sup>

1) ZAMG, Fachabteilung für Klimafolgen

2) TU Wien, Institut für chemische Technologien und Analytik

#### Ansprechpartner /Contact Person

Mag. Marion Greilinger

ZAMG, Fachabteilung für Klimafolgen

Email: marion.greilinger@zamg.ac.at

### Projekt DUSTFALL

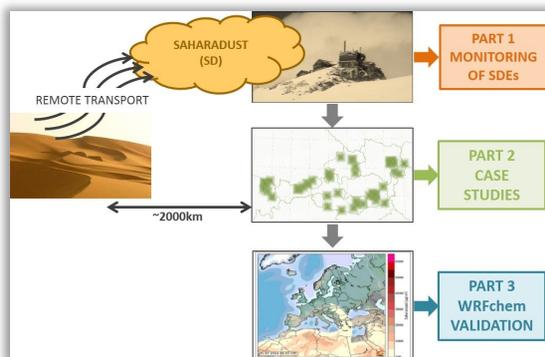


Abb.1: Skizze des Projektes DUSTFALL  
Fig.1: Sketch of the project DUSTFALL  
Quelle/Source: Marion Greilinger

Im FFG-Projekt „DUSTFALL“ wird eine Verbesserung der Erfassung, Modellierung und Vorhersage von Saharastaubereignissen sowie eine Verbesserung des Verständnisses des Ferntransportes und der Deposition von Saharastaub angestrebt. Dieser wird in periodischen Abständen über tausende Kilometer transportiert, oftmals bis nach Österreich und kann einen starker Anstieg der Feinstaubkonzentrationen fernab der Herkunftsregion, unter Umständen sogar mit Überschreitung der festgesetzten Grenzwerte zur Luftreinhaltung, verursachen.

Die Projektinhalte lassen sich in drei Teile aufteilen:

- 1. Monitoring:** Erfassung und Quantifizierung der Intensität von Saharastaubereignissen am Sonnblickobservatorium und wöchentliche Filterprobenahme zwei Größensfraktionen des Feinstaubes für chemische Analysen
- 2. Fallstudien:** Vergleich der Intensitäten und der chemischen Zusammensetzung des Feinstaubes am Sonnblick sowie an österreichischen Immissionsmessstellen während ausgewählter Saharastaubereignisse
- 3. WRFchem Validierung:** Vergleich der WRFchem Feinstaubvorhersagen in Bodennähe mit den gemessenen Konzentrationen an den österr. Immissionsmessstellen während ausgewählter Saharastaubereignisse

Aufgrund der erheblichen Auswirkungen von Saharastaub auf die Luftqualität sowie auf das Klima, gewinnt dessen Erforschung immer mehr an Bedeutung

### Project DUSTFALL

The FFG-project “DUSTFALL” aims to improve the identification, the modelling and the forecast of Sahara dust events (SDEs) as well as to improve the understanding of the transport and deposition processes. Sahara dust is episodically transported over thousands of kilometres and reach Austria every now and then. This remote transport of Saharan dust can cause an increase of the local particulate matter concentrations, in some cases associated with exceedances of existing limit values. The project can be divided into three parts:

- 1. Monitoring:** Identification and quantification of Saharan dust events at the Sonnblick observatory accompanied with a weekly filter sampling of two size fractions of the particulate matter
- 2. Case studies:** Comparison of the intensities and the chemical composition of particulate matter at the Sonnblick observatory and stations of the Austrian air monitoring network during selected SDEs
- 3. WRFchem validation:** Comparison of the WRFchem particulate matter forecasts at ground level with the measured concentrations at the Austrian air monitoring stations during selected SDEs

Due to the substantial effects of Saharan dust on air quality but also on the climate, the investigation of SDEs is of great importance.



Abb.2: Saharastaub beeinflusst nicht nur die Luftqualität, sondern auch Wolkenprozesse, den Strahlungshaushalt, Albedoeffekte und die Ökologie.  
Fig.2: Saharan dust influences not only air quality but also cloud processes, the radiation budget, albedo effects and ecology  
Quelle/Source: Marion Greilinger

#### Autoren /Authors

Marion Greilinger<sup>1)</sup>, Anne Kasper-Giebl<sup>2)</sup>

1) ZAMG, Fachabteilung für Klimafolgen

2) TU Wien, Institut für chemische Technologien und Analytik

#### Ansprechpartner /Contact Person

Mag. Marion Greilinger

ZAMG, Fachabteilung für Klimafolgen

Email: marion.greilinger@zamg.ac.at



### Saharastaubprognose

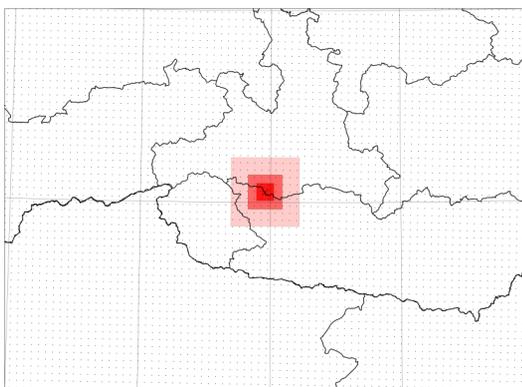


Abb.1: Verifikationsgebiete um den Sonnblick mit 10, 20, 40 km Seitenlänge.  
Fig.1: Verification domains around the Sonnblick with 10, 20, 40 km side length.  
Quelle/Source: ZAMG

WRF-Chem (Weather Research and Forecasting model coupled with Chemistry) ist ein numerisches Vorhersagemodell, welches unter Berücksichtigung der zu erwartenden meteorologischen Gegebenheiten die Emission, den Transport, die Vermischung und chemische Zusammensetzung von Luftschadstoffen und Aerosolen simuliert. Modelle wie WRF-Chem simulieren die Ausbreitung der chemischen Substanzen aus diversen anthropogenen Quellen (Verkehr, Hausbrand, u.a.) sowie aus natürlichen Quellen (Aufwirbelung von Staub aus ariden Gebieten, biogene Emissionen u.a.), um die Luftschadstoff- und Aerosolkonzentrationen vorherzusagen zu können.

Die Verifikation der Saharastaub-Vorhersagen am Sonnblick wird quasi-operationell durchgeführt. Aus den täglichen 72-Stunden Luftqualitätsvorhersagen werden die PM10- und PM2,5-Konzentrationen rund um den Sonnblick (Boxen mit 10, 20 oder 40 Kilometer Seitenlänge um den Sonnblick, siehe Abb. 1) extrahiert und ausgewertet. Von allen Gitterpunkten in dieser Box werden Minimum, Mittelwert und Maximum der beiden Parameter bestimmt und gemeinsam mit den Staubmessungen am Sonnblick dargestellt (Abb. 2).

Neben der grafischen Auswertung werden auch statistische Parameter (Korrelation, Bias, u.a.) für die Langzeit- bzw. Episodenevaluierung berechnet.

### Saharan dust forecast

WRF-Chem (Weather Research and Forecasting model coupled with Chemistry) is a numerical prognostic model, that does not only simulate meteorology but also emissions, turbulent mixing, transport, transformation as well as the fate of trace gases and aerosols. Models such as WRF-Chem simulate the dispersion of chemical substances from various anthropogenic sources (traffic, domestic fuel etc.) and from natural sources (dust from arid areas, biogenic emissions etc.) in order to forecast the concentrations of air pollutants and aerosols.

The verification of the forecasts of Saharan dust at the Sonnblick is done quasi-operationally. The PM10- and PM2.5-concentrations from the daily 72-hours forecasts for the Sonnblick area (boxes with 10, 20, or 40 km side length around the Sonnblick, see Fig. 1) are extracted and analyzed. From all grid cells inside the box the minimum, mean, and maximum values of both parameters are calculated and illustrated together with the dust measurements from Sonnblick (Fig. 2).

Beside of the graphical verification, some statistical measures (correlation, bias etc.) for long-term and event-driven evaluations are also calculated.

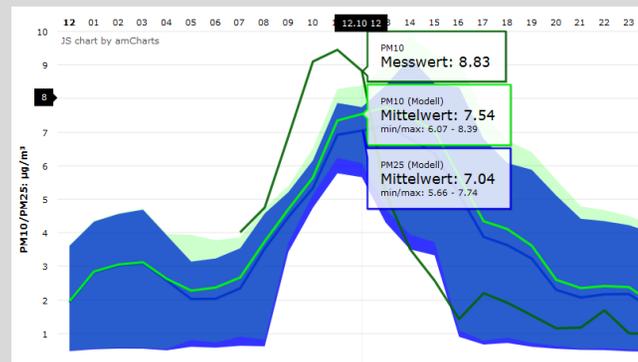


Abb.2: WRF-Chem Prognose für den 12.10.2017 (Max./Min./Mittelwert der betrachteten Gitterzellen für PM10 in hellgrün und PM2,5 in blau) und PM10-Messung am Sonnblick (dunkelgrün).

Fig.2: WRF-Chem forecasts for 12.10.2017 (max./min./mean of all considered grid cells for PM10 in light green and for PM2.5 in blue) and PM10-measurements at Sonnblick (dark green).

Quelle/Source: ZAMG



#### Autoren /Authors

Claudia Flandorfer<sup>1</sup>, Florian Geyer<sup>1</sup>,

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

#### Ansprechpartner /Contact Person

Mag. Claudia Flandorfer

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Email: [claudia.flandorfer@zamg.ac.at](mailto:claudia.flandorfer@zamg.ac.at)

[www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)



### Ceilometermessungen

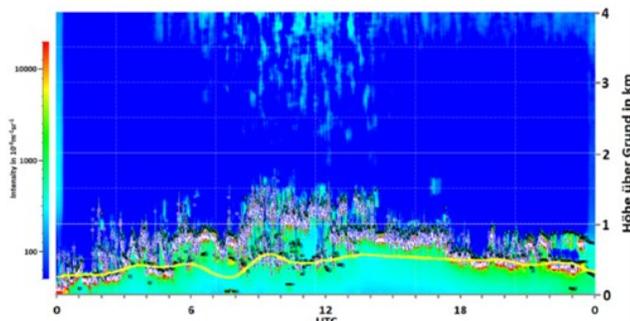


Abb.1: Rückstreuendiagramm des Ceilometers in Kolm-Saigurn vom 27.Oktober 2016. Die gelbe Linie zeigt den abgeleiteten Mischungshöhen-Verlauf.

Fig.1: Backscatter intensity plot of the ceilometer in Kolm-Saigurn on October 27, 2016. The yellow line shows the derived course of the mixing height.

Quelle/Source: C. Lotteraner, ZAMG

Die ZAMG betreibt seit Juni 2016 in Kolm-Saigurn (am Fuße des Sonnblicks) ein Ceilometer CL51 des Herstellers Vaisala. Mit einem Ceilometer werden mit Hilfe eines Laserstrahls Wolkenhöhen und die vertikale Aerosol-Verteilung gemessen. Ergebnisse sind Rückstreuendiagramme (Zeit-Höhen-Diagramme über 24 Stunden und 4 km Höhe über Grund; siehe Abb.1) mit eingezeichneten Wolkenhöhen und Aerosolschichthöhen. Daraus werden mit einem an der ZAMG entwickelten Verfahren Zeitreihen der Mischungshöhe berechnet. Diese Größe gibt jenen Höhenbereich an, über den sich bodennah freigesetzte Luftschadstoffe verteilen. Das Verfahren wurde 2017 weiterentwickelt, sodass auch Wolkenhöhendaten bei Schichtbewölkung (Hinweis auf Sperrschicht) in die Berechnung der Mischungshöhen-Zeitreihe einfließen. Die Verfügbarkeit von Mischungshöhendaten konnte dadurch noch weiter verbessert werden.

Die Abb.2 zeigt den über 18 Monate gemittelten Tagesgang der Mischungshöhe sowie die mittleren Verläufe getrennt nach Sommerhalbjahr (April bis September) und Winterhalbjahr (Oktober bis März). Im Winter führt der niedrigere Sonnenstand zu einer Abschattung dieses Talstandortes am Vormittag. Die Mischungsschicht beginnt daher erst deutlich später anzuwachsen als im Sommer.

### Ceilometer Measurements

ZAMG is operating a ceilometer CL51 of the company Vaisala at Kolm-Saigurn (at the bottom of mountain Sonnblick) since June 2016. The ceilometer detects cloud ceilings as well as aerosol profiles by means of a remote sensing laser technique. Results are backscatter intensity plots (time-height-series covering 24 hours and 4 km height above ground; see Fig.1) with additionally marked cloud ceilings and heights of aerosol-layers. From these, time-series of the mixing-height are deduced by a technique developed on ZAMG. This parameter describes the altitude range, pollutants from near-ground emissions are mixed up to. This technique was further developed in 2017 taking into account cloud height data in the case of existing layer clouds (which is an indication of an inversion layer). Therefore the availability of mixing layer height data was further improved.

Fig.2 shows the mean diurnal variation of the mixing layer height averaged over a 18 months period as well as separated for summertime (April to September) and winter-time (October to March), respectively. In winter, when the sun is low, the site in the valley is shaded during the first half of the day. The mixed layer therefore starts to rise much later than in summer.

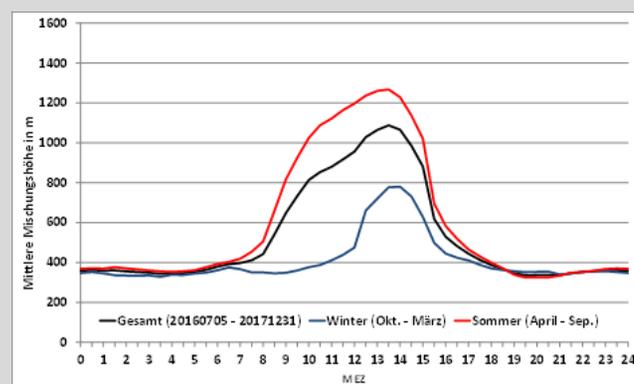


Abb.2: Mittlerer Tagesgang der Mischungshöhe abgeleitet aus Ceilometermessungen in Kolm-Saigurn im Zeitraum 5.7.2016 bis 31.12.2017.

Fig.2: Mean diurnal variation of mixing height deduced from ceilometer data in Kolm-Saigurn in the time period July 5, 2016 to December 31, 2017.

Quelle/Source: C Lotteraner, ZAMG



#### Autoren /Authors

C. Lotteraner<sup>1)</sup>, K. Baumann-Stanzer<sup>1)</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
www.zamg.ac.at

#### Ansprechpartner /Contact Person

Dr. Christoph Lotteraner  
ZAMG, Fachabteilung Umweltmeteorologie  
ZAMG, Section Environmental Meteorology  
Email: christoph.lotteraner@univie.ac.at



### Das Rätsel der Eismultiplikation



Abb.1: Eismultiplikation (ein Eiskristall zerbricht in mehrere Stücke)  
Fig.1: Ice multiplication (ice crystals breaks up into several pieces)  
Quelle/Source: Annika Lauber

Wolken bestehen aus Wassertropfen und Eiskristallen. Wassertropfen gefrieren nicht, wie häufig angenommen, bei 0°C, sondern können bei sehr viel tieferen Temperaturen in flüssigem Zustand bleiben. Nur wenn ein sogenannter Eiskeim vorhanden ist, beispielsweise in Form eines Staubteilchens, kann ein Wassertropfen vor dem Erreichen von  $-38^{\circ}\text{C}$  gefrieren und damit zu einem Eiskristall werden.

Dennoch wurde wiederholt gemessen, dass die Konzentration der Eiskristalle, die der Eiskeime um Größenordnungen überschreiten kann. Ursache dafür können vom Boden aufgewirbelter Schnee oder herabfallende Eiskristalle aus höheren Wolken sein. Ein weiterer Grund ist die sogenannte Eismultiplikation. Das bedeutet, dass aus einem Eiskristall mehrere Eiskristalle entstehen, beispielsweise dadurch, dass zwei Eiskristalle zusammenstoßen und daraufhin auseinanderbrechen.

Bei welchen Bedingungen diese Eismultiplikationen stattfinden und wie viele zusätzliche Eiskristalle sie erzeugen ist bis heute eine große Wissenslücke. Mithilfe unseres Messgerätes HOLIMO bekommen wir Informationen über die räumliche Verteilung, die Größen, die Formen, sowie die Konzentrationen von Wassertropfen und Eiskristallen. Mit unseren Messungen erhoffen wir uns besser zu verstehen unter welchen Bedingungen Eismultiplikationen besonders wichtig sind. Unsere Erkenntnisse sollen Klima- und Wettermodellen helfen die Entstehung und Entwicklung von Wolken und Niederschlag besser vorhersagen können.

Um den Einfluss von aufgewirbeltem Schnee zu verringern und gleichzeitig in verschiedenen Höhen messen zu können, nutzen wir die Seilbahn des Sonnblick Observatorium für unsere Messungen. Für weitere Informationen könnt ihr gerne unseren Blog unter <https://blogs.ethz.ch/Holographen/> besuchen.

### The Mystery of Ice Multiplication

Clouds consist of water droplets and ice crystals. Unlike commonly assumed, water droplets do not freeze at 0°C but can stay liquid well below this temperature. Only a so-called ice nucleating particle (INP), e.g. a dust particle, can initiate freezing of water droplets above  $-38^{\circ}\text{C}$ .

Nevertheless, several measurements show that the concentration of ice crystals can exceed the concentration of INPs by several orders of magnitude. This may be caused by blown-up snow from the ground or ice crystals falling down from clouds above. Another cause is called ice multiplication, where several ice crystals arise from one ice crystal, for instance, from the collision and subsequent breakup of two ice crystals.

However, it is still not fully understood at which conditions ice multiplication preferably takes place and how many extra crystals are generated. From our measurement instrument HOLIMO, we receive information about the spatial distribution, the sizes, the shapes, as well as the concentration of water droplets and ice crystals. With that, we hope to improve our understanding of the favored conditions for ice multiplication to take place. Our insight should help weather and climate models to predict the formation and development of clouds.

For our measurements, we use the cable car of the Sonnblick Observatory to avoid the influence of blown up snow and to be able to measure at different heights. For further information, we invite you to visit our blog at <https://blogs.ethz.ch/Holographen/>.



Abb.2:  
Unser Messinstrument HOLIMO auf der Seilbahn des Sonnblick Observatorium.  
Fig.2:  
Our measurement instrument HOLIMO on the cable car of the Sonnblick Observatory.  
Quelle/Source: Annika Lauber

40



ETH zürich

**Autoren /Authors**

A. Lauber, J. Henneberger, A. Beck, U. Lohmann  
Institute for Atmospheric and Climate Science, ETH Zurich  
Link: [www.iac.ethz.ch/group/atmospheric-physics.html](http://www.iac.ethz.ch/group/atmospheric-physics.html)

**Ansprechpartner /Contact Person**

Annika Lauber  
E-Mail: [annika.lauber@env.ethz.ch](mailto:annika.lauber@env.ethz.ch)



### Eislastmessungen am Sonnblick

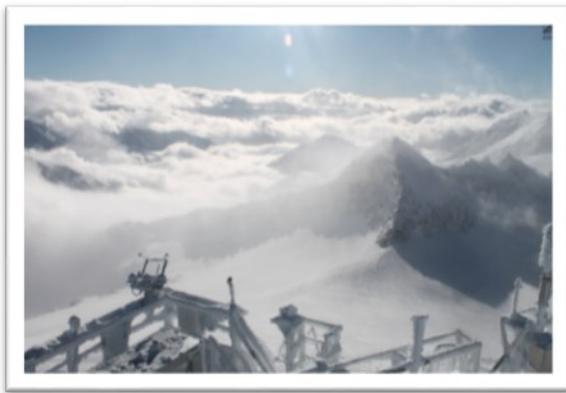


Abb.1: Automatische Messung der Eislast mit allseitigem Eisansatz.  
Fig.1: Iceload measurements with IceMonitor with all-rounded accreted ice.  
Quelle/Source: Hermann Scheer / ZAMG

Das Projekt EIS widmet sich der Vereisung bodengebundener Objekte. Auch 2017 konnten die Eislastmessungen mittels IceMonitor™ (Kriterien nach ISO Standard 12494, „Atmospheric icing of structures“: 3 mm dicker Zylinder mit mindestens 0,5 m Länge, langsam um Vertikalachse rotierend) am Sonnblick fortgeführt werden. Dabei zeigte sich auch in der zweiten Saison, dass die Messung von Vereisung in der Natur eine große Herausforderung darstellt. Zusatzbeobachtungen und Webcam-Bilder dienen dem weiteren Informationsgewinn von Vereisungsprozessen und unterstützen die Analyse sowie Prüfung der automatischen Messung.

Die geprüften Eislastmessdaten stellen eine Basis für die Validierung eines Eislastmodells und den damit berechneten Eislasten aus meteorologischen Daten dar.

Nach Identifikation der wichtigsten Vereisungsereignisse, wurden für jedes Ereignis der Zeitraum, der maximale Eisansatz sowie die Vereisungsart ausgewertet und auf Basis der Masse und der Beobachtungsdaten (Durchmesser, Vereisungsart) wurden Volumina und Dichte abgeleitet. Am Sonnblick traten im April und Dezember 2017 die zwei markantesten Vereisungsereignisse auf, dabei wurde die Eismasse von rund 8 kg bzw. mehr als 11 kg registriert.

Die Messungen und Beobachtungen werden auch 2018 weitergeführt und werden mit anderen Projekten zum Thema Vereisung ausgetauscht

### Measuring Iceloads at Sonnblick

The project EIS deals with icing of structures near ground level. Also in 2017 onsite measurements at Sonnblick were performed by IceMonitor™ (according to ISO-12494 standard “Atmospheric icing of structures”: cylinder with a diameter of 30 mm, at least 0,5 m length, slowly rotating around vertical axis). In the second season it was evident that the measurement of icing in nature is a great challenge. Due to those circumstances additional observations and webcam images serve to gain more information about icing processes and further support the analysis and data controlling of the automatic measurement.

These reviewed ice load data provide the basis for the validation of an ice load model and the calculated ice loads from meteorological data.

After identification of the most important icing events, the duration, the maximum accreted ice and the type of ice were evaluated for each event were analyzed. Corresponding volumes and density were derived on the basis of the mass measurement and the observation data (diameter, icing). On Sonnblick, the two most significant icing events occurred in April and December 2017, ice mass of around 8 kg and more than 11 kg registered.

The measurements and observations will continue in 2018 and will be exchanged with other icing projects.

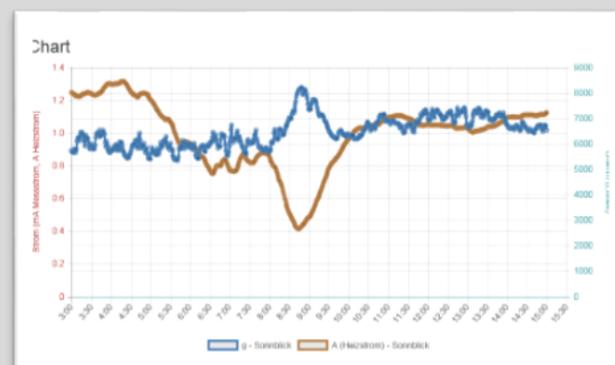


Abb.2: Maximale Eislast (Masse in Gramm) im April 2017, 8 kg Raureif.  
Fig.1: Maximum iceload (mass in gram) in April 2017, 8 kg hard rime.  
Quelle/Source: ZAMG

#### Autoren /Authors

Hildegard Kaufmann<sup>1)</sup>, Martin Ortner<sup>1)</sup>  
1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

#### Ansprechpartner /Contact Person

Mag. Hildegard Kaufmann  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
E-Mail: hildegard.kaufmann@zamg.ac.at  
www.zamg.ac.at



### Vereisung – eine technische Herausforderung

42

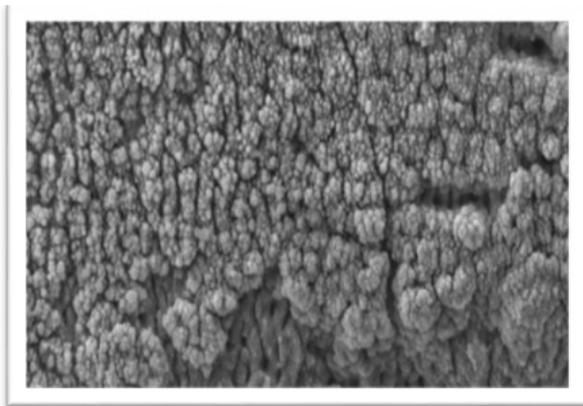


Abb.1: Rasterelektronenmikroskopaufnahme Nanooberfläche/Messing 5000x Vergrößerung  
Fig.1: Raster electron microscope image /brass 5000x zoom  
Quelle/Source: Uwe Langer/HTL Spengergasse

Die Vereisung von Oberflächen wird in Zeiten des Klimawandels und immer heftigeren Wetterphänomen zum Problem für Mensch und Maschine.

Im Zuge unserer diesjährigen Diplomarbeit haben wir uns gemeinsam mit unserem Projektpartner der technischen Universität Wien (TU-Wien) und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) das Ziel gesetzt nanostrukturierten Werkstoffoberflächen auf ihre hydrophoben und eisabweisenden Eigenschaften zu untersuchen.

In nahe Zukunft können nanostrukturierten Oberflächen heute verwendete Vereisungspräventionsmethoden und Enteisungsmethoden überflüssig machen. Somit können Enteisungskosten gespart werden und die Auswirkungen auf die Umwelt, durch den reduzierten Einsatz von Enteisungsmitteln, gesenkt werden.

Das Sonnblick Observatorium bietet uns die perfekten Bedingungen um unsere Proben unter realen Wetterbedingungen zu testen und so wertvolle Daten für unser Projekt zu sammeln.

### Icing – a technical challenge

In the time of changing climates and more extreme weather phenomena the icing of surfaces is becoming a problem for humans and machines.

Together with our project partners the University of Technology Vienna (TU-Wien) and the Central Institute for Meteorology and Geodynamics (ZAMG), we have set ourselves the goal to investigate the hydrophobic and ice-resisting characteristics of nanostructured surfaces.

In the near future, nanostructured surfaces may render anti-icing methods and de-icing methods obsolete. This can save cost of de-icing and reduce the environmental impact due to less de-icing chemicals usage.

The Sonnblick Observatory offers us the perfect conditions to test our samples under real weather conditions and to collect valuable data for our project.



Abb.2: Eisoberfläche  
Fig.2: Ice surface  
Quelle/Source: Open Source

#### Autoren /Authors

Tobias Hinterberger<sup>1)</sup>, Oliver Jakisch<sup>1)</sup>

1) HTBLuVA Wien 5 Spengergasse

#### Ansprechpartner /Contact Person

Tobias Hinterberger  
HTBLuVA Wien 5 Spengergasse  
Email: HIN16192@spengergasse.at



### Die höchst gelegene Lawinenstation



Abb.1: Schneebrett mit 4 m Anriß unterhalb des Sonnblickobservatoriums 03/2017  
Fig.1: Slab avalanche with 4 metres thickness below the Observatory in 03/2017  
Quelle/Source: Bernhard Niedermoser

Das Sonnblickobservatorium ist die höchstgelegene Lawinenmeldestation des Landes und seit den 1960ern ein fixer Bestandteil des Info-Netzwerkes.

Der Standort ist Teil des Frühbeobachternetzwerkes, ist aktiver Partner im Team der Geländebeobachter und ist auch ein wesentliches Element für die Arbeit der Lawenkommission in Kolm Saigurn und im Rauriser Tal. Somit liefert das Observatorium einen wichtigen Beitrag für mehr Sicherheit im Salzburger Winter!

Zwischen November und Mai wird täglich um 06:30 vom Sonnblick an die Lawinenwarnzentrale gemeldet. Sämtliche lawinenrelevanten Informationen über Wetter und Schneedeckenentwicklung werden penibel aufgezeichnet und kommuniziert. Dazu gehören zum Beispiel die Tribschneebildung (Umfang, Mächtigkeit, Höhenstufe, Störanfälligkeit), die Neuschneevertelung, sowie Temperatur- und Strahlungsauswirkung auf die Schneedecke. Nur mit permanenten Beobachtungen 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 vom Beobacherteam regelmäßig Schneedeckenuntersuchungen und Stabilitätstests zwischen Neubau und dem Observatoriums durchgeführt. Damit bekommt man einen tieferen Einblick in die Schneedecke, es zeigen sich Schwachschichten und Bruchfortpflanzungen. Besonders wichtig ist auch die Rolle der gut ausgebildeten Lawinenbeobachter am Sonnblick als Wahrnehmer von Gefahrenzeichen.

### The highest situated avalanche site

The Sonnblick Observatory is the highest situated avalanche reporting station of the country and ever since the 1960s an integral part of the avalanche network.

The site is part of the early morning avalanche observer network, a committed partner within the terrain observation team and also it plays a vital role regarding the activity of the local panel for avoiding avalanche accidents in Kolm Saigurn and the Rauris valley. Hence, the Sonnblick Observatory makes a significant contribution to safety during winter in Salzburg!

Between November and May reports are made daily at 6:30am to the avalanche center. All information on weather and snow pack development which is relevant for avalanche safety is registered and communicated thoroughly. This includes for instance the evolvement of wind-drifted snow situations (spatial distribution of snowdrift deposits, thickness of the windslab layer, how easy to trigger), the spatial distribution of new snow, as well as the consequences of radiation and the change of temperature for the snowpack. Only due to constant monitoring at the Observatory's altitude we are able to determine differences between the exposures of medium height around 2000m and the high mountain region over 3000m regarding the various elements of the snowpack. Apart from daily report the observers conduct stability tests and snowpack investigations at the area between the Observatory (3.100m) and the alpine hut Neubau (2100m) on a regular basis. This provides a detailed insight into the snowpack, which enables to make weak layer and potential crack propagation recognisable.

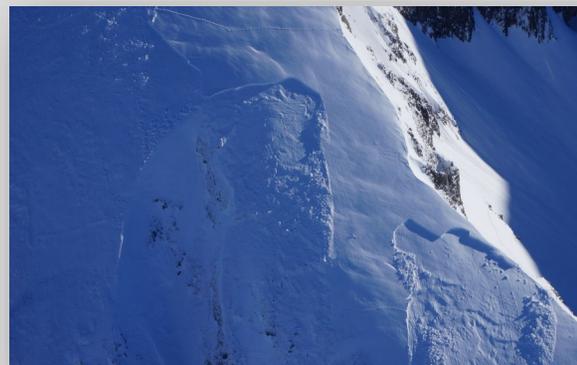


Abb.2: Tribschnee auf Schwachschicht führt zu Schneebrettlawinen  
Fig.2: Wind-drifted snow on a weak layer can cause extensive slab avalanches  
Quelle/Source: Bernhard Niedermoser



#### Autoren /Authors

Niedermoser Bernhard<sup>1)</sup>

1) ZAMG Salzburg und Oberösterreich

#### Ansprechpartner /Contact Person

Mag. Bernhard Niedermoser

ZAMG

Email: [niedermoser@zamg.ac.at](mailto:niedermoser@zamg.ac.at)

[www.lawine.salzburg.at](http://www.lawine.salzburg.at)

## Schnee-Chemie



Abb.1: Schneeprobenahme | Fig.1: Collection of samples  
Quelle/Source: ZAMG A. Neureiter

Seit über 30 Jahren wird die winterliche Schneedecke am Sonnblick als Archiv für Umweltbelastungen genutzt (Greilinger et al., 2016, *Atm. Env.* 132, 141-152). Alljährlich werden Ende April – d.h. am Ende der Winterperiode bevor die Schneedecke zu schmelzen beginnt - Schneeschichten bis zum Sommerhorizont des letzten Jahres gegraben. Schicht für Schicht wird Schnee entnommen und tiefgekühlt zur chemischen Analyse nach Wien gebracht.

Die chemische Zusammensetzung des Schnees ist auch eine Folge großräumiger Transporte von Schadstoffen. So erkennt man am Sonnblick eindrucksvoll den Rückgang der Sulfatbelastung im Schnee – eine Erfolgsgeschichte der Umweltmaßnahmen in Europa. Zusätzlich zur Chemie werden Kornform und Korngröße, Härte, Wassergehalt, Temperatur und Dichte der einzelnen Schichten bestimmt. Aus diesen Kenngrößen und den meteorologischen Messungen am Sonnblick können die einzelnen Schichten speziellen Niederschlagsereignissen zugeordnet werden. Von besonderem Interesse sind dabei die Staubfälle aus der Sahara, die eine deutliche Pufferwirkung gegenüber den sauren Bestandteilen in der Schneedecke ausüben.

**Die Arbeiten werden vom BMLFUW im Rahmen des Projektes GCW-S\_G finanziert mit folgenden Zielen:**

- ⇒ Langfristiges Monitoring der chemischen Zusammensetzung der Schneedecke
- ⇒ Zuordnung einzelner Schichten zu Niederschlagsereignissen und deren Beschreibung
- ⇒ Quantifizierung des Beitrags von Ferntransportes von Schadstoffen in Europa an der Deposition
- ⇒ Verständnis der Prozesskette: Luftschadstoff - Einbindung in den Niederschlag – Deposition

## Snow Chemistry

Since 30 years the snow cover accumulating at the Sonnblick during wintertime is used as an archive to evaluate environmental pollution (Greilinger et al., 2016, *Atm. Env.* 132, 141-152). Every year at the end of April, just before snow melt is likely to occur, scientists dig snow pits down to the horizon when winter accumulation has started. Then 10 cm layers of snow samples are collected and sent to the lab in Vienna for chemical analyses.

The chemical composition of snow is strongly influenced by long range transport of air pollutants. Thus the decrease of sulfur emissions is impressively reflected in the snow cover at Sonnblick. In addition to the chemical analyses grain size and shape, water equivalent, hardness, temperature and density of the snow are determined for every single layer. The evaluation of these parameters and of meteorological measurements conducted at the Observatory allows the alignment of single layers to special precipitation events. Transport of mineral dust origination in the Sahara is of special interest as the input of dust markedly changes the composition of the snow cover.

**The work is funded by the BMLFUW within the GSW-S\_G project, pursuing the following aims:**

- ⇒ Long-term monitoring of the chemical composition of the snow cover
- ⇒ Correlation between single snow layers and deposition events and subsequent analysis
- ⇒ Evaluation of the importance of long range transport regarding overall deposition loads

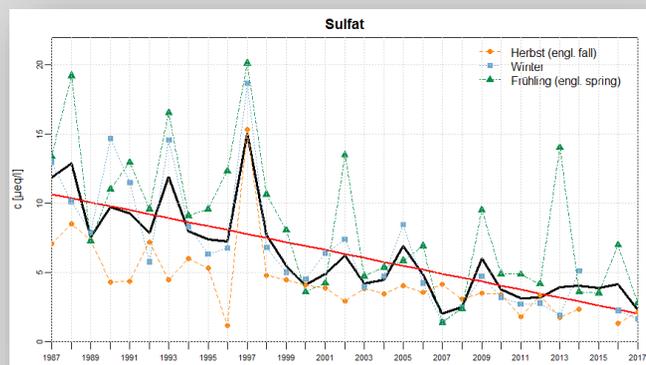


Abb.2: Trendanalyse für Sulfat von 1987-2017  
Fig.2: Temporal trend of Sulfate from 1987-2017  
Quelle/Source: M.Greilinger@ZAMG

### Autoren /Authors

Marion Greilinger<sup>1)</sup>, Anne Kasper-Giebl<sup>2)</sup>

1) ZAMG, Fachabteilung für Klimafolgen

2) TU Wien, Institut für chemische Technologien und Analytik

### Ansprechpartner /Contact Person

Mag. Marion Greilinger

ZAMG, Fachabteilung für Klimafolgen

Email:marion.greilinger@zamg.ac.at

www.zamg.ac.at



### Fingerabdrücke der Vergangenheit im sekundären organischem Aerosol

Organische Spurengase in unserer Atmosphäre stammen aus natürlichen und anthropogenen Quellen und spielen eine wichtige Rolle im Klimasystem. Moleküle wie Monoterpene werden in großen Mengen aus Nadelwäldern emittiert. Diese Moleküle durchlaufen komplexe Oxidationsprozessen, in denen sie in sekundäre organische Aerosole (SOA) umgewandelt werden. Aerosole reflektieren das Sonnenlicht direkt und reduzieren so die für die Erwärmung der Erdoberfläche verfügbare Energie. Darüber hinaus dienen sie als Wolkenkondensationskerne (engl. CCN) und verändern so die Eigenschaften von Wolken. Mehr Wolkenkondensationskerne führen typischerweise zu Wolken mit kleineren Tröpfchen, die das Sonnenlicht effizienter reflektieren als Wolkem mit weniger, aber größeren Tröpfchen. Schnee und Eis interagieren mit der umgebenden Luft in einer Weise, dass halbflüchtige organische Materie (wie SOA) durch trockene oder feuchte Ablagerung auf der Schneefläche abgelagert wird. Einige dieser organischen Stoffen werden dann aber wieder an die Atmosphäre abgegeben oder verloren chemische und/oder biologische Aktivität. Das Verständnis für den Schnee-Luft-Austausch dieser organischen Stoffe ist Hauptziel dieses Projekts. Durch die Analyse von Eisbohrkernen werden wir in der Lage sein, die atmosphärischen Bedingungen in der Vergangenheit besser zu verstehen. Der Gewinn und Verlust der speziellen organischen Verbindungen ist in Abb.1 veranschaulicht. Zudem zeigen unsere Ergebnisse, dass der Schnee-Luft-Austausch nach etwa acht Tagen im Gleichgewicht ist. Wir konnten auch Zeiträume identifizieren, in denen verschiedene Luftmassen und atmosphärische Chemieprozesse einen Fingerabdruck in den organischen Verbindungen in Schneeproben hinterlassen (wie Perioden mit angekündigter Biomassenverbrennung oder reicherer Waldmonoterpen

Abb.1: Van Krevelans Darstellung zeigt eine Veränderung der Massenspektren und des Aromatenverhältnisses aufgrund der trockenen Ablagerung von schwerflüchtigen organischen Substanzen (die Größe der Symbole spiegelt die Konzentration wider). Grafik links zeigt frischen Schnee; Graphik rechts zeigt eine Schneeprobe, die drei Tage lang der Luft ausgesetzt war (Die Proben wurden aus der Umgebung des Sonnblick-Observatoriums entnommen)

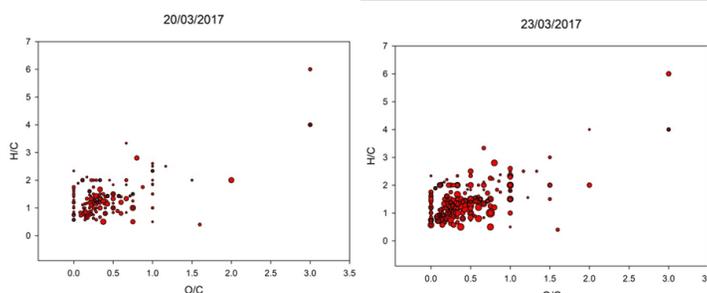


Figure 1: Van Krevelan's plot indicating a change in the mass spectra and the aromatic ratio, due to the dry deposition of semi-volatile organic matter (the symbols size reflects the concentration). Graph left represents fresh snow; graph right represents snow sample exposed to the air for three days (The samples were taken from surrounding of Sonnblick observatorium).

### Fingerprints of past in the secondary organic aerosol

Organic trace gases in our atmosphere originate from natural and anthropogenic sources play an important role in the climate system. Molecules such as monoterpenes are emitted in large quantities from conifer forests. They undergo complex oxidation processes in which they are transformed into secondary organic aerosols (SOA). Aerosols directly reflect sunlight and thus reduce the energy available for heating Earth's surface. Furthermore, they serve as cloud condensation nuclei (CCN) thus change the properties of clouds. More CCN typically results in clouds with smaller droplets that reflect sunlight more efficiently than clouds with fewer but larger droplets. Snow and ice interact with surrounding air and in a way that semi-volatile organic matter (such as one that constitutes SOA) is deposited on the snow surface via dry or wet deposition, but some of these organics are reemitted in the atmosphere or lost via chemical and/or biological activity. Understanding of the snow-air exchange of these organics is the primary goal of this project. Shedding light on these processes, we will be able to better understand the atmospheric conditions in the past, by analyzing ice cores. Gaining and losing of the particular organic compounds is illustrated in Fig 1. Furthermore, our results show that after approximately eight days the snow-air exchange reaches equilibrium. We have also been able to identify periods in which different air masses and the atmospheric chemistry processes left the fingerprint in the organic compounds present in the snow samples (such as periods of more preannounced biomass burning, a period of more rich forest monoterpene emission etc.).



#### Autoren /Authors

Dušan Materić<sup>1</sup>, Kangming Xu<sup>1</sup>, Elke Ludewig<sup>2</sup>, Thomas Röckmann<sup>1</sup>, Rupert Holzinger<sup>1</sup>

1) Institute for Marine and Atmospheric Research, Utrecht University, Princetonplein 5, 3584CC Utrecht, The Netherlands

2) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

#### Ansprechpartner /Contact Person

Dušan Materić

Institute for Marine and Atmospheric Research, Utrecht University, Princetonplein 5, 3584CC Utrecht, The Netherlands

Email: d.materic@uu.nl

### Gletscherbeobachtung



Abb.1: Akkumulationsmessung auf der Pasterze  
Fig.1: Accumulation measurements using ground penetrating radar  
Quelle/Source: G.Weys@ZAMG

Die Veränderungen der alpinen Kryosphäre sind im Zusammenhang mit dem Verständnis des Klimawandels von ganz besonderer Bedeutung, insbesondere für Gebirgländer wie Österreich. Rund um den Sonnblick besteht die einzigartige Chance, die Zusammenhänge der Kryosphärenänderung mit dem sehr umfangreichen atmosphärischen Beobachtungsprogramm zu untersuchen.

#### Die Ziele des laufenden Gletscher- und Schneedeckenmonitorings am Sonnblick und der Pasterze sind:

- ⇒ Laufende Messung von Schneebedeckung und Massenänderung der Gletscher als nationaler Beitrag zu Global Cryosphere Watch, GCOS und WGMS
- ⇒ Laufende Messung des Glazialabflusses
- ⇒ Laufende Messung der Energiebilanz der Eisoberfläche
- ⇒ Jährliche Messung der chemischen Zusammensetzung der Winterschneedecke
- ⇒ Laufende Datenprüfung und Publikation der Daten über entsprechende internationale Netzwerke und Datenbanken
- ⇒ Halbjährliche Pressemitteilungen über den aktuellen Zustand der Alpengletscher

Das Gletschermonitoring an der ZAMG wird finanziert durch das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft im Rahmen des Projektes Global Cryosphere Watch – Sonnblick. Gletscher- und Schneedeckenmonitoring und unterstützt durch das Land Kärnten, die Verbund-Austrian Hydro Power und die Großglockner Hochalpenstrassen AG.

### Longterm Glacier-Monitoring

Changes in the Alpine cryosphere are directly linked to climate change. Around Sonnblick Observatory there is a special opportunity to study the details of this link between atmospheric changes and the change of the cryosphere. Therefore, a long term monitoring of glacier mass change and snow cover properties has been established decades ago.

#### The aims of this longterm monitoring programme at the glaciers Pasterze, Goldbergkees and Kleinfleißkees:

- ⇒ Monitoring of the spatial distribution of snow cover properties and glacier mass balance as a national contribution to Global Cryosphere Watch/WMO, GCOS and the World Glacier Monitoring Service
- ⇒ Monitoring of glacial streamflow
- ⇒ Monitoring of the glacier surface energy balance
- ⇒ Annual measurements of the chemical composition of the winter snow cover
- ⇒ Publication of data via international networks and databases
- ⇒ Biannual press releases about the actual state of mass change of the monitored glaciers

Glacier monitoring on Pasterze and the glaciers at Sonnblick is carried out by ZAMG, funded by the Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management and supported by the Federal Province of Kärnten, Verbund-Austrian Hydro Power and Großglockner Hochalpenstrassen AG.

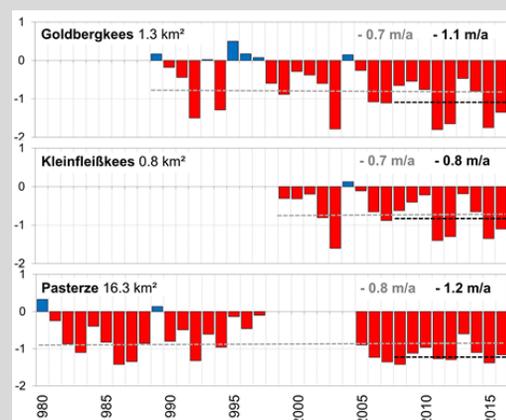


Abb.2: Jährliche Massenänderung der beobachteten Gletschern in Österreich.  
Fig.2: Time series of annual glacier mass balance of all ZAMG-monitored glaciers in Hohe Tauern (Austria)  
Quelle/Source: ZAMG

#### Autoren /Authors

B.Hynek <sup>1)</sup>,  
1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO

#### Ansprechpartner /Contact Person

Mag. Bernhard Hynek  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Glaziologie  
Email: b.hynek@zamg.ac.at  
www.sonnblick.net, www.zamg.ac.at

### Entwicklung eines Gletscher- Informationssystemes in Echtzeit



Abb.1: Automatische Wetter- und Massenbilanzstation auf der Pasterze.  
Fig.1: Automatic weather and mass balance station at Pasterze.  
Quelle/Source: G. Weyss

Die Gletscher gehören zu den am stärksten vom Klimawandel betroffenen Naturphänomenen, ihre Massenänderungen hängen im Wesentlichen von Temperatur und Niederschlag ab. Quantitative Informationen über das Gletscherverhalten liegen jedoch frühestens im Herbst jedes Jahres vor, sobald alle Jahresmessungen abgeschlossen und ausgewertet sind.

Das Ziel von GLACIO-LIVE ist die Entwicklung eines Nahe-Echtzeit-Informationssystemes, das die Massenentwicklung der Gletscher am Sonnblick und der Pasterze automatisiert und tagesaktuell erfasst und den augenblicklichen Zustand der Gletscher über ein Web-Portal der Öffentlichkeit präsentiert.

Dazu wird von der Partnerschule TGM ein dezentrales Mesh-WLAN Netzwerk entwickelt und auf den Gletschern installiert, das die Daten von automatischen Kameras, automatischen Ablations- und Akkumulationspegel, Wetterstationen und Abflussstationen auch unter extremen Umweltbedingungen in Nahe-Echtzeit zur Verfügung stellen soll. All diese Daten werden in ein operationelles Modell assimiliert, das den Zustand der Gletscher tagesaktuell berechnet.

Das Projekt Glacio-Live und ist eine Kooperation der ZAMG, der Universität Graz und dem TGM Wien. Es wird vom Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft im Rahmen des Programmes Sparkling Science finanziert.

### Towards a remote glacier monitoring in near real time

In the last decades mountain glaciers have been losing mass in an unprecedented speed. However, quantitative information of the actual mass changes of certain glaciers is not available before the processing of annual measurements during late summer.

The aim of GLACIO-LIVE is to develop a near real-time information system of the actual mass change of glaciers using an automatic glacier measurement system, consisting of automatic cameras, mass balance, weather stations and runoff stations.

This involves the following steps: To make the data from the stations on the glaciers available in real-time, students from TGM will develop a peripheral wireless data network, which shall be able to operate under the harsh climatic conditions of an alpine environment. Researchers from ZAMG will develop a data assimilation procedure, which will incorporate all available data into a glacioclimatological model, that is used to calculate the actual rate of mass change of the glaciers. In a final step, students of TGM will develop a website, where the actual state of the glacier will be presented to a broader public.

Glacio-Live is a cooperation between ZAMG, University of Graz and TGM Wien. It is funded by the Austrian Federal Ministry of Science, Research and Economy via the programme Sparkling Science.

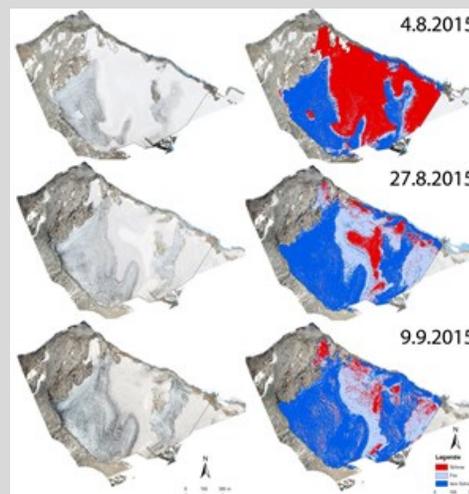


Abb.2: Messung der täglichen Schneebedeckung des Kleinfleißkeeses mittels automatischer Kamera.  
Fig.2: Daily orthophoto production and surface classification (ice/firn/snow) from images of an automatic camera.  
Quelle/Source: ZAMG



#### Autoren /Authors

B. Hynek<sup>1)</sup>, W. Schöner<sup>2)</sup>  
1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
2) Inst. für Geographie und Raumforschung, Universität Graz  
Link: [glacio-live.at](http://glacio-live.at)

#### Ansprechpartner /Contact Person

Mag. Bernhard Hynek  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Glaziologie  
Email: [b.hynek@zamg.ac.at](mailto:b.hynek@zamg.ac.at)  
[www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net), [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)

### Permafrost Monitoring

#### Netzwerk im Sonnblickgebiet

48



Permafrost ist Boden, Sediment oder Gestein, welche in unterschiedlicher Mächtigkeit und Tiefe unter der Erdoberfläche mindestens zwei Jahre ununterbrochen Temperaturen unter dem Gefrierpunkt aufweisen. 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 Multi-Methoden-Ansatzes zur Analyse der aktuellen Permafrostverbreitung als Basis für Abschätzungen über zukünftige Entwicklungen. Die Kombination unterschiedlicher Messmethoden aus den Projekten *PERSON-GCW*, *ATMOperm* und *SeisRockHT* (Bodentemperatur, Seismik, Geoelektrik, Laserscan) soll ein möglichst genaues Bild der Prozesse und Änderungen im gefrorenen Untergrund liefern.

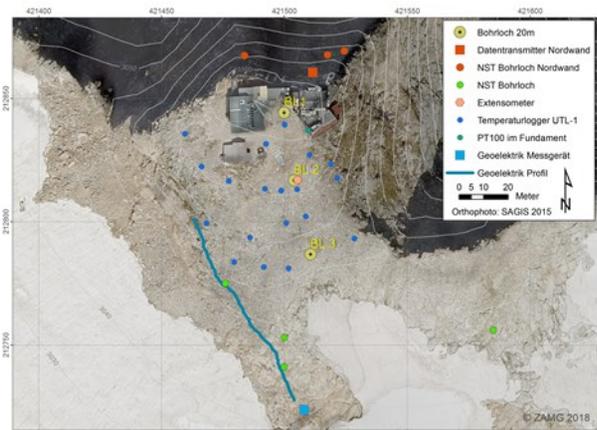


Abb. 2: Permafrost-Messstandorte am Gipfel des Hohen Sonnblicks.  
Fig. 2: Permafrost measuring sites at the summit of Mt- Hoher Sonnblick.

#### Die zentralen Forschungsfragen bzw. Ziele betreffen:

- ⇒ kontinuierliche Aufzeichnungen der Temperatur in verschiedenen Bodentiefen
- ⇒ maximale Mächtigkeit der jährlichen Auftauschicht und deren Zeitpunkt; Lage der Jahresnullamplitude
- ⇒ räumliche und jahreszeitliche Verbreitung des Permafrostes je nach Seehöhe, Hangneigung, Exposition und Substrat
- ⇒ Auswirkungen einer Permafrostdegradation auf Veränderungen von Steinschlagereignissen

Für die Erfassung des Permafrostes und seiner Veränderung werden im Sonnblickgebiet Temperaturmessungen in Bohrlöchern, Temperaturmessungen an der Oberfläche oder oberflächennah, geophysikalische Messungen und Messungen der Basistemperatur der Schneedeck sowie Messungen der Schneedeckenausdehnung und deren Variabilität durchgeführt.

### Permafrost Monitoring

#### Network in the Sonnblick area

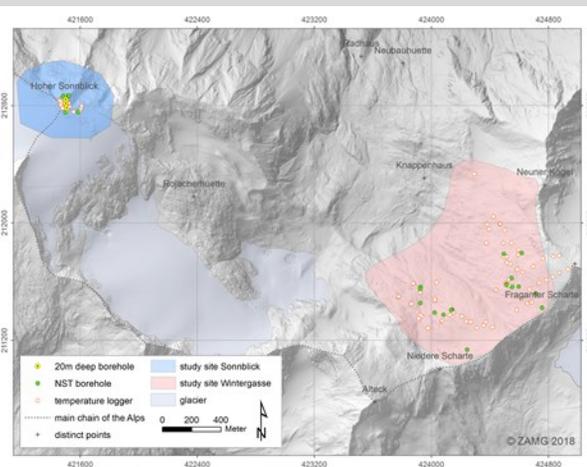


Abb. 1: Überblick der Permafrost-Messstandorte im Sonnblickgebiet.  
Fig. 1: Overview of the Permafrost study sites in the Sonnblick area.

Permafrost is soil, rock or sediment that is frozen for more than two consecutive years. In areas not overlain by ice, it exists beneath a layer of soil, rock or sediment, which freezes and thaws annually and is called the active layer. The distribution of permafrost is dependent on altitude, gradient, exposition and curvature of the alpine terrain. Due to the heterogeneity and complexity of the surface and the subsoil characteristics of the alpine permafrost a multiple method approach is needed to determine the current permafrost distribution and to predict future changes of the permafrost extent. The combination of different measurement methods from the projects *PERSON-GCW*, *ATMOperm* and *SeisRockHT* aims at the delivery of a precise picture of the processes and changes in the frozen soil.

#### The main objectives are:

- ⇒ A continuous record of the soil temperatures in various depths
- ⇒ Active layer thickness
- ⇒ Spatial and seasonal permafrost distribution (dependent on altitude, gradient, exposition and bedrock)
- ⇒ Dependency of rock fall due to permafrost degradation

Jahr / Year	Tiefe / Depth in [m]	Datum / Date
2010	1,2	17. Sept.
2011	1,5	02. Oct.
2012	1,5	25. Aug.
2013	1,4	19. Aug.
2014	0,8	13. Aug.
2015	1,5	18. Sept.
2016	1,1	15. Sept.
2017	1,3	01. Sept

Tab. 1: Zeitpunkt und Tiefe der jährlichen Auftauschicht im Zeitraum 2010-2017.  
Tab. 1: Active layer depth.

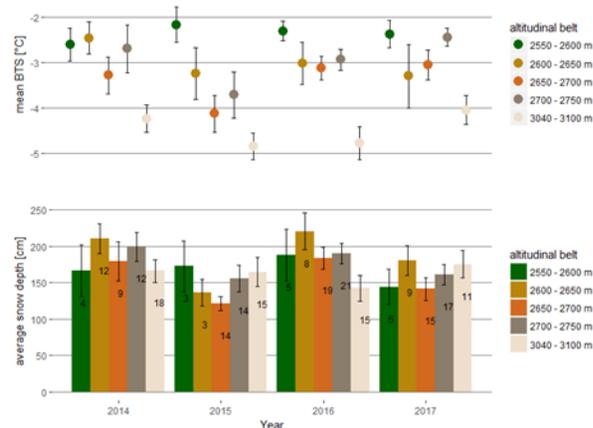


Abb. 3: Mittlere BTS und mittlere Schneetiefe nach Höhenstufen (inkl. Anzahl an verfügbaren Messungen).

Fig. 3: Mean BTS and mean snow depth depending on the altitude zone.

### Basistemperatur der Schneedecke

Für das Auftreten von Permafrost spielt die Schneedecke eine zentrale Rolle, da sie den Boden vom Einfluss der Atmosphäre isoliert. Ist die Schneedecke mächtig genug (80–100 cm) um den Untergrund von atmosphärischen Einflüssen abzuschirmen, stellt sich eine konstante Temperatur an der Basis der Schneedecke ein. Haeberli (1975) hat eine empirische Faustregel für die Interpretation der Basistemperatur der Schneedecke (BTS) entwickelt. Liegt die BTS unter  $-3^{\circ}\text{C}$  verbirgt sich im Untergrund sehr wahrscheinlich Permafrost. Zwischen  $-3^{\circ}\text{C}$  und  $-2^{\circ}\text{C}$  liegt der Unsicherheitsbereich in dem möglicherweise Permafrost auftritt. Bei Temperaturen größer  $-2^{\circ}\text{C}$  ist der Boden wahrscheinlich nicht das ganze Jahr über gefroren.

Im Rahmen des ATMOperm Projektes (Atmosphäre – Permafrost relationship in the Austrian Alps), finanziert vom der ÖAW, werden von der Geologischen Bundesanstalt (GBA) geophysikalische Messungen mit Unterstützung der ZAMG am im Nahbereich des Observatoriums am Hohen Sonnblick durchgeführt.

Das Ziel der Messungen ist die Bestimmung der Mächtigkeit der Auftauschicht (active layer) im alpinen Permafrost im jahreszeitlichen Wechsel. Dabei wird mittels eines automatischen geoelektrischen Monitoringsystems (ERT, electrical resistivity tomography) täglich die 2-dimensionale Verteilung des elektrischen spezifischen Widerstandes bis in eine Tiefe von 10 Metern erfasst. Dieser physikalische Parameter ist in hohem Maße von der Bodentemperatur und dem Vorhandensein von flüssigem bzw. gefrorenem Wasser abhängig.

Zur Unterstützung der Interpretation der Ergebnisse stehen im Rahmen einer Kooperation mit der ZAMG umfangreiche Boden- und Lufttemperaturdaten zur Verfügung, die in kombinierter Interpretation zu einem besseren Verständnis der vorherrschenden Untergrundverhältnisse führen und den jahreszeitlichen Wechsel von gefrorenen/aufgetautem Untergrund verbessert darstellen.

### Autoren /Authors

Stefan Reisenhofer<sup>1)</sup>, Claudia Riedl<sup>1)</sup>

1) ZAMG

Permafrost data in the Sonnblick area is collected via temperature measurements at the surface, in shallow and deep boreholes. Additionally geophysical measurements are conducted. The base temperature of the snow cover and the snow cover extent and variability are determined.

The analysis of the temperature measurements show that: \*Permafrost is probable in north faces above 2600 m and in south faces above 2800 m. \*Similar spatial temperature patterns every year. \*Strong dependency of the soil temperature on the slope gradient an exposition due to the radiance variability in complex terrain. \*Topography and the spatial and seasonal development of the snow cover overlay the dependency on the altitude. \*The active layer depth close to the deep boreholes is between 0.8 m and 1.5 m in the years 2010 to 2017.

The thermal state of permafrost and the active layer thickness are the two products of the Essential Climate Variable (ECV) permafrost for the World Meteorological Organization (WMO). An ECV is a physical, chemical or biological variable or a group of linked variables that critically contributes to the characterization of Earth's climate. ECVs are observed according to the GCOS (Global Climate Observing System) climate monitoring principles. Concerning the rock fall activity in steep rock walls terrestrial laser scanning and geophysical measurements are conducted. Additionally temperature sensors are necessary. In 2016 a thermistor chain was mounted in the north face of Hoher Sonnblick 30 m beneath Zittelhaus. Two more thermistor chains will be established in the north face in 2018.

Many temperature records of Hoher Sonnblick are available at [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net).

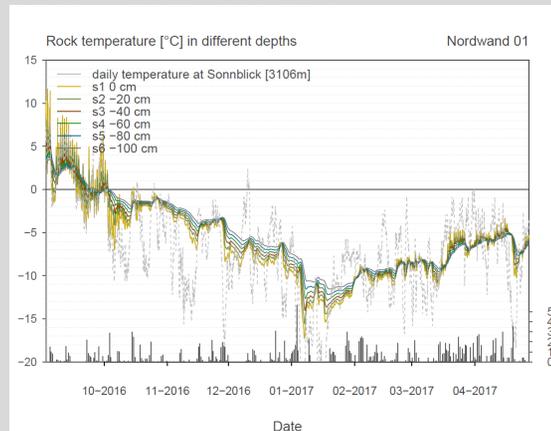


Abb.4: Temperaturverlauf am Standort Nordwand Nr. 1 sowie tägliche Mitteltemperaturen und tägliche Niederschlagssummen am Sonnblick.

Fig. 4: Temperature-time plot of the north face logger no. 1 as well as daily mean temperature and daily precipitation sums at the Sonnblick.

### Ansprechpartner /Contact Person

Claudia Riedl, Stefan Reisenhofer

ZAMG

Email: [c.riedl@zamg.ac.at](mailto:c.riedl@zamg.ac.at), [s.reisenhofer@zamg.ac.at](mailto:s.reisenhofer@zamg.ac.at)

[www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at), [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net)

### ATMOperm



Abb.1: Georadar Messungen der TU-Wien am Hohen Sonnblick im Nov. 2016  
Fig.1: GPR measurements of the TU-Wien at the Hoher Sonnblick in Nov. 2016

Im Rahmen des ATMOperm Projekts organisierte die Forschungsgruppe Geophysik der TU-Wien eine Serie von Georadar Messungen im Gipfelbereich des Hohen Sonnblicks. Georadar ist eine geophysikalische Methode, welche elektromagnetische Wellen aussendet und die von Untergrundstrukturen reflektierten Signale detektiert. Zusammen mit anderen geophysikalischen Techniken wie seismischen und elektromagnetischen Methoden, ermöglicht uns die Interpretation von Georadar Daten lithologische Grenzflächen und Diskontinuitäten zu identifizieren, um dadurch alpine Permafrost Prozesse besser zu quantifizieren. Das langfristige Ziel unserer Beobachtungen ist die Erstellung eines 3D-Modells der elektrischen Eigenschaften des Untergrundes, wodurch wir die verursachenden Mechanismen für die beobachteten Georadar Signaturen verstehen lernen.

Im Zeitraum von August 2015 bis September 2017 wurden insgesamt acht Georadar Kampagnen und komplementäre seismische, elektromagnetische und elektrische Messungen durchgeführt. Insbesondere wurde mithilfe von 200 & 400 MHz Antennen ein regelmäßiges Raster mit einer flächenhaften Abdeckung von 25 x 100 m aufgenommen.

Modellierungsergebnisse werden in Abbildung 2 präsentiert und zeigen ein Georadar Profil, welches durch eine Schneeschicht, eine Schuttschicht und eine Schicht mit gefrorenem Gestein charakterisiert wird.

Laufende Forschungsaktivitäten beschäftigen sich mit der quantitativen Bestimmung von Eis- und Wassergehalt mittels einer gemeinsamen Analyse von geophysikalischen Informationen.

### ATMOperm

In frame of the ATMOperm project, our Geophysics Research Group from the TU-Wien organised a series of Ground Penetrating Radar (GPR) surveys at the Hoher Sonnblick summit. GPR is a geophysical method that emits electromagnetic waves and detects the signals reflected from subsurface structures. In combination with other geophysical techniques like seismic and electromagnetic methods, interpretation of the GPR data permits to identify lithological contacts and discontinuities, which are critical to better quantify alpine permafrost processes. The final objective of our investigations is to obtain a 3D model of the subsurface electrical properties, which helps us to understand the mechanisms causing the observed GPR signatures.

Between August 2015 and September 2017, we conducted a total of eight GPR campaigns, which also included the collection of complementary seismic, electromagnetic and electric datasets. In particular GPR data were collected in a regular GPR grid, covering an area of ca. 25 x 100 m using 200 & 400 MHz antennae.

Modelling results are exemplary presented in Figure 2, which show a GPR profile characterized by a surface layer, related to the snow cover laying on top of a thicker layer associated to debris cover and frozen rock present at the study area.

Ongoing research activities refer to the quantitative estimation of ice and water content by means of a joint analysis of the information gained through different geophysical measurements.

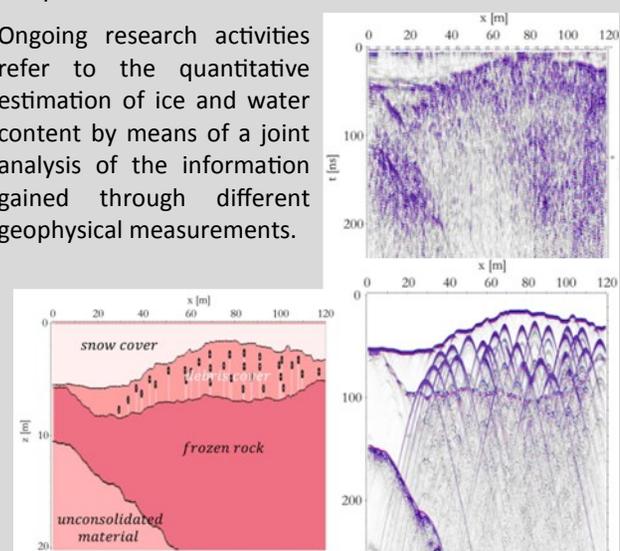


Abb.2: Geologische Interpretation (links) der elektrischen Eigenschaften mit berechnetem Modell (unten rechts) der gemessenen Signaturen (oben rechts)  
Fig.1: Geological interpretation (left) of the electrical properties and model (bottom right) computed for the measured GPR signatures (top right)



Geologische Bundesanstalt

#### Autoren /Authors

Theresa Maierhofer<sup>1)</sup>, Matthias Steiner<sup>1)</sup>, A. Flores-Orozco<sup>1)</sup>  
1) TU-Wien, Dep. f. Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Geophysik

#### Ansprechpartner /Contact Person

Ass. Prof. Dr. Adrian Flores-Orozco  
TU Wien, Forschungsgruppe Geophysik  
Email: [adrian.flores-orozco@tuwien.ac.at](mailto:adrian.flores-orozco@tuwien.ac.at)  
<http://gp.geo.tuwien.ac.at/projects/atmoperm/>

### Elektromagnetische Wellen und die Suche nach alpinem Permafrost

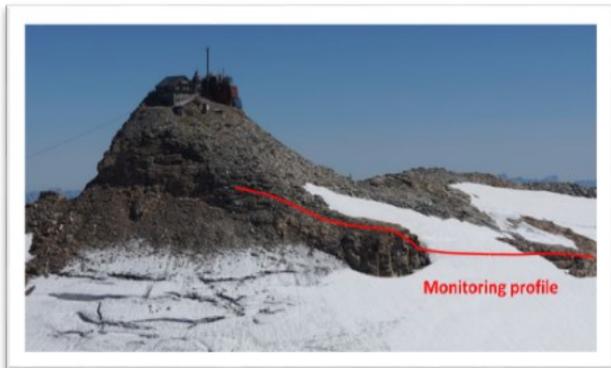


Abb.1: Lage des geoelektrischen Monitoringprofils im Nahbereich des Observatoriums  
Fig.1: Approx. location of the geoelectrical monitoring profile  
Quelle/Source: GBA/Pfeiler

Im Rahmen des ATMOperm Projektes (Atmosphäre – Permafrost relationship in the Austrian Alps), finanziert vom der ÖAW, werden von der Geologischen Bundesanstalt (GBA) geophysikalische Messungen mit Unterstützung der ZAMG am im Nahbereich des Observatoriums am Hohen Sonnblick durchgeführt.

Das Ziel der Messungen ist die Bestimmung der Mächtigkeit der Auftauschicht (active layer) im alpinen Permafrost im jahreszeitlichen Wechsel. Dabei wird mittels eines automatischen geoelektrischen Monitoringsystems (ERT, electrical resistivity tomography) täglich die 2-dimensionale Verteilung des elektrischen spezifischen Widerstandes bis in eine Tiefe von 10 Metern erfasst.

Dieser physikalische Parameter ist in hohem Maße von der Bodentemperatur und dem Vorhandensein von flüssigem bzw. gefrorenem Wasser abhängig.

Zur Unterstützung der Interpretation der Ergebnisse stehen im Rahmen einer Kooperation mit der ZAMG umfangreiche Boden- und Lufttemperaturdaten zur Verfügung, die in kombinierter Interpretation zu einem besseren Verständnis der vorherrschenden Untergrundverhältnisse führen und den jahreszeitlichen Wechsel von gefrorenen/aufgetautem Untergrund verbessert darstellen.

### Electromagnetic waves and the quest for alpine permafrost

In frame of the ATMOperm project (Atmosphere – Permafrost relationship in the Austrian Alps), the Geological Survey of Austria (GBA) with support of ZAMG carries out geophysical investigations near the meteorological observatory on Hoher Sonnblick.

The aim of these measurements is to delineate the thickness of the thawing zone, the so-called “active layer”, in alpine permafrost within a seasonal cycle.

The methodical approach was to utilize an automatic geoelectrical monitoring system, which performs daily measurements to capture the 2-dimensional distribution the specific electrical resistivity down to depth of approx. 10 meters. This physical soil parameter depends highly on subsurface temperature and on the presence of liquid respectively frozen water. E

valuating the result of the geoelectrical measurements in combination with air and soil temperature data, supplied by ZAMG, leads to an improved interpretation and enhanced understanding of governing subsurface conditions and the seasonal variation in alpine permafrost. The ATMOperm project is funded by the Austrian Academy of Sciences.

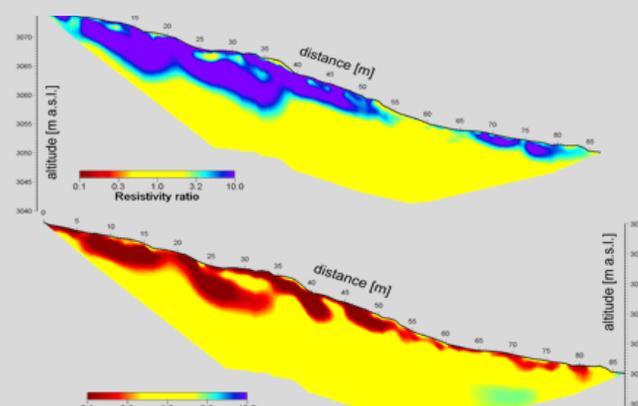


Abb.2: Relative Änderungen des spezifischen elektrischen Widerstandes während der Einfrierphase Oktober bis Jänner (oben) und der Auftauphase März bis Juni (unten)  
Fig.2: Resistivity ratio of the freezing period October to January (upper) and the thawing period March to June (lower)  
Quelle/Source: GBA



#### Autoren /Authors

Stefan Pfeiler<sup>1)</sup>, Birgit Jochum<sup>1)</sup>, Mathias Steiner<sup>2)</sup>

1) Geologische Bundesanstalt, GBA

2) TU Wien

#### Ansprechpartner /Contact Person

Mag. Stefan Pfeiler

Department of Geophysics / GBA

Email: stefan.pfeiler@geologie.ac.at

www.geologie.ac.at

### Sonnblick Laserscan Monitoring

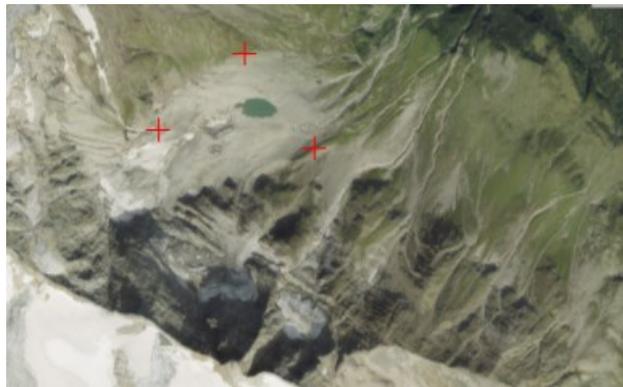


Abb.1: Lage der Scanpositionen

Fig.1: Location of scan positions

Quelle/Source: SAGIS, GEORESEARCH

Im Rahmen des Forschungsprojekts *SeisRockHT* werden in der Sonnblick-Nordwand seit August 2015 Steinschlag- und Felssturzablösebereiche systematisch mittels terrestrischem Laserscanning (TLS) erfasst. Neben der allgemeinen Beurteilung der Steinschlag- bzw. Felssturzsituation, repräsentieren die mittels TLS identifizierten Ablösebereiche eine wichtige Grundlage zur Validierung und Kalibrierung des laufenden Seismik-Steinschlagmonitorings.

Die TLS-Messungen der Saison 2016/17 wurden während schneefreier Schönwetterperioden im Spätsommer durchgeführt (24.08.16, 17.08.2017). Für eine bestmögliche Abdeckung des gesamten Flankenbereichs wurden für die Datenerfassung drei unterschiedliche Scanpositionen ausgewählt, die direkt auf bzw. im Seitenbereich des Pilatuskees liegen (siehe Abb. 1).

Hinsichtlich ihrer Relevanz für die Validierung der Seismikaufzeichnungen, konzentrierte sich die Datenanalyse, wie bereits in den Vorsaisonen, auf größere Ablösebereiche. Insgesamt wurden in der aktuellen Saison (2016/17) 18 Ablösebereiche mit Volumina  $> 5 \text{ m}^3$  identifiziert. Der größte Ablösebereich wies ein Volumen von  $118 \text{ m}^3 (\pm 6 \text{ m}^3)$  auf und war somit deutlich kleiner als der größte Ablösebereich der Vorsaison (2015/16:  $486 \text{ m}^3$ ).

Bei der räumlichen Verteilung zeigte sich eine markante Häufung von Ablösebereichen in der unteren Flankenhälfte bzw. im unteren Flankendrittel (siehe Abb. 2). Der Vergleich mit Airborne-Laserscanning-Daten des Jahres 2009 (Quelle: SAGIS) belegt, dass besonders viele Ablösezonen in Flankenbereichen liegen, die erst in den letzten Jahren eisfrei geworden sind.

### Sonnblick Laserscan Monitoring

Within the research project *SeisRockHT* an extensive terrestrial laserscanning (TLS) campaign is carried out since 2015 to systematically check for rockfall detachment areas in the north face of the Sonnblick. Aside from a general assessment of rockfall activity in the rock face, the TLS-derived detachment zones are used to validate and calibrate the currently running seismological rockfall monitoring.

TLS measurements in the 2016/17 season were carried out during snow-free spells of fair weather in late summer (24.08.2016, 17.08.2017). To optimize point density and spatial coverage of the rock face, TLS data acquisition was carried out from three different scan positions located either directly on or beside the Pilatuskees glacier (see Fig. 1).

Due to their potential benefit for the validation of the seismological monitoring data, TLS data post-processing focused on the analysis of relatively large rockfall detachment areas. Overall, 18 detachment areas with volumes  $> 5 \text{ m}^3$  were identified in the 2016/17 season. The largest detachment area accounted for  $118 \text{ m}^3 (\pm 6 \text{ m}^3)$ , which is substantially smaller than the largest detachment area detected in the season before (2015/16:  $486 \text{ m}^3$ ).

In terms of their spatial distribution a significant concentration of detachment areas was registered for the lower half and lower third of the Sonnblick north face, respectively (see Fig. 2). The comparison with air-borne laserscanning data from 2009 (Source: SAGIS) revealed that a particularly high number of detachment zones is located in areas that have only become ice-free over the last couple of years.

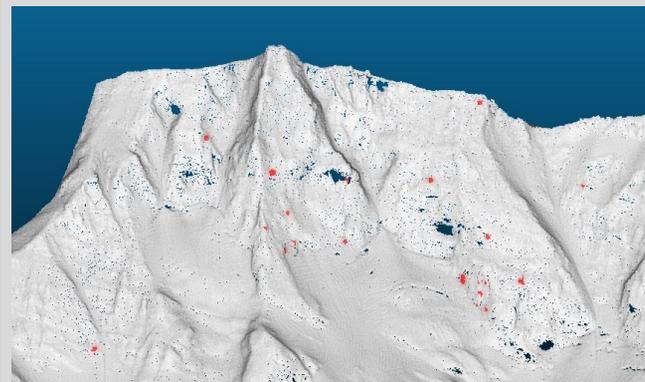


Abb.2: Steinschlag-/Felssturzablösebereiche (rot) der Saison 2016/17

Fig.2: Rockfall detachment areas (red) of the 2016/17 season

Quelle/Source: GEORESEARCH, SAGIS

#### Autoren /Authors

I. Hartmeyer<sup>1)</sup>, D. Binder<sup>2)</sup>, M. Keuschnig<sup>1)</sup>, S. Mertl<sup>3)</sup>

1) Georesearch Forschungsgesellschaft mbH

2) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)

3) Mertl Research GmbH

#### Ansprechpartner /Contact Person

Mag. Ingo Hartmeyer

Institut: GEORESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

Email: ingo.hartmeyer@georesearch.ac.at

Webseite: www.georesearch.ac.at

### Sonnblick Seismologisches Monitoring

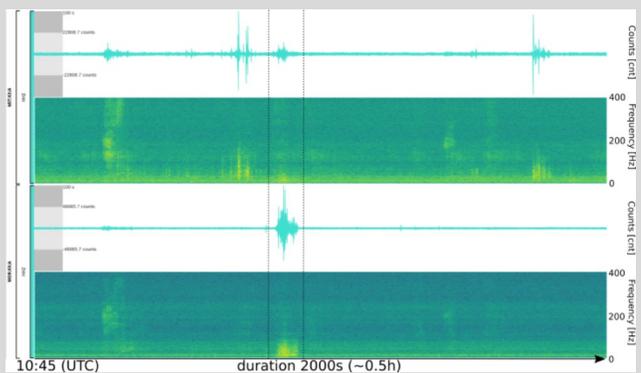


SeisRockHT MOR-Station am Fusse der Sonnblick Nordwand.  
SeisRockHT MOR- station at the foot of the Sonnblick north face.  
Quelle/Source: ZAMG/Binder

Das SeisRockHT ('Seismisches Steinschlag Monitoring in der Hohe Tauern Region') untersucht die langfristige Entwicklung der Steinschlagaktivität in den Hohen Tauern. SeisRockHT baut dabei auf Open Hardware und Free Software Produkte, die im Rahmen des Projekts laufend weiterentwickelt werden, um die Herausforderungen eines Langzeit-Monitorings unter unwirtlichen Bedingungen zu bewältigen. Die SeisRockHT-Untersuchungsgebiete sind die hochalpinen Nordwände des Hohen Sonnblicks und des Kitzsteinhorns. Aufgrund der ‚Seltenheit‘ von Steinschlagereignissen wird eine kontinuierliche Beobachtungsstrategie verfolgt, um die Steinschlagaktivität quantitativ zu erfassen. Diese Beobachtungsstrategie wurde durch die Installation zweier seismologischer Netzwerke realisiert. Die Netzwerke unterscheiden sich grundlegend in ihrer Charakteristik. Während sich das kleinskaligere Kitzsteinhorn-Messnetz auf ein Felspermafrost-dominiertes Gebiet konzentriert, deckt das Sonnblick-Messnetz den Großteil der gesamten Nordwand ab. Generell zeichnen sich die zwei Untersuchungsgebiete durch ihre laufenden Klima- und Permafrost-Langzeit-Monitoring Programme aus. Gemeinsam mit den SeisRockHT-Daten bilden die wertvollen Komplementärdaten die Basis um potentielle Zusammenhänge von einzelnen Steinschlag-Ereignissen zu evaluieren und in Folgeprojekten genauer zu untersuchen. Die SeisRockHT Netzwerke werden nach dem Auslaufen des Projekts (2017/2018) in das österreichische Erdbebennetz übernommen. SeisRockHT wird finanziert von der Österr. Akademie der Wissenschaften (ÖAW).

### Sonnblick Seismological Monitoring

SeisRockHT ('Seismic Rockfall Monitoring in the Hohe Tauern Region') investigates the long-term evolution of rockfall activity in the Hohe Tauern. SeisRockHT applies Open Hardware and Free Software products, which are continuously advanced to cope with the challenges of a long-term monitoring in harsh environments. The SeisRockHT investigation sites are the high alpine north-faces of the Hoher Sonnblick and the Kitzsteinhorn. In the first project phase the current rockfall activity will be quantified. Due to the temporal unpredictability of individual rockfall events, a continuous observation strategy is targeted. This observation strategy is met by the installation of two seismological networks. The networks exhibit two fundamentally different characteristics. Whereas the smaller scaled Kitzsteinhorn-network focuses on a rock permafrost dominated site, the Sonnblick-network covers the bulk of the north-face. The seismological monitoring is complemented by regular Terrestrial Laser Scan (TLS) surveys (see article SeisRockHT II). Generally, both locations feature climate and permafrost long-term monitoring programs. Together with the SeisRockHT-data these precious complementary data deliver the base to evaluate relations and to thoroughly study those in potential follow-up projects. The SeisRockHT networks will be handed over to the Austrian Earthquake Service after the completion of the first project phase (2017/2018). SeisRockHT is currently funded by the Austrian Academy of Sciences (ÖAW) within the Earth System Sciences (ESS) program.



Visuell und seismologisch beobachteter Steinschlag vom 17. 08. 2017. Die zwei vertikalen Linien zeigen die registrierten Daten der MIT- und MOR-Station während des Ereignisses. Der Fels hatte ein Volumen von  $\sim 0.5\text{m}^3$ .

Visual and seismological observed rockfall on the 17. 08. 2017. The two vertical lines indicate the registered data for the MIT- and MOR-station during the event. The rock had a volume of  $\sim 0.5\text{m}^3$ .



Mertl Research



GEORESEARCH

#### Autoren /Authors

D. Binder<sup>1)</sup>, S. Mertl<sup>2)</sup>, I. Hartmeyer<sup>3)</sup>, M. Keuschnig<sup>3)</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)

2) Mertl Research GmbH

3) GEORESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

#### Ansprechpartner /Contact Person

Mag. Daniel Binder

Climate Research Section (ZAMG)

Email: [daniel.binder@zamg.ac.at](mailto:daniel.binder@zamg.ac.at)

[www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)

## Sonde für Ortsdosisleistung



Abb.1: Links: Sonde-Ortsdosisleistung am Sonnblick Observatorium. Rechts: Schema der Sonde mit a) Niederdosiszählrohr, b) Hochdosiszählrohr, c) Auswertelektronik. Fig.1: Left: Sensor-local dose rate at Sonnblick Observatory. Right: Scheme of the sensor with a Geiger counter für a) low dose rate, b) high dose rate, c) evaluation electronic.

Quelle/Source: Foto: H.Scheer@ZMAG-SBO & <https://odlinfo.bfs.de/images/uploads/ODL-Messsonde-Info.jpg>

„ODL“ steht für Ortsdosisleistung und gibt die Menge an äußerer radioaktiver Strahlung in einer bestimmten Umgebung. Die ODL-Sonde wird am Sonnblick auch kurz Geigerzähler genannt.

Seit den 1980er existiert in Österreich ein flächendeckendes automatisches Überwachungssystem zur Erfassung der Ortsdosisleistung und der Luftkontamination eingerichtet. Das Sonnblick Observatorium ist eine Station in diesem Messnetz. In 1983/84 wurde hierfür eine ODL-Sonde installiert (Abbildung 01), die die Gamma-Ortsdosisleistung rund um die Uhr erfasst. Abbildung 2 zeigt die Korrelation der Ortsdosisleistung mit der Schneehöhe der ODL-Sonde am Sonnblick. Die Abbildung zeigt mit dem Auf und Ab der Kurven einen ausgeprägten Jahresgang. Dieser Jahresgang entsteht, weil im Winter die Schneedecke am Sonnblick die Gammastrahlung der natürlichen Radionuklide im Boden teilweise abschirmt und das Entweichen des natürlichen radioaktiven Edelgases aus dem Boden erschwert. Damit ergibt sich im Winter eine deutlich reduzierte Gammadosisleistung.

Das Strahlenfrühwarnsystem wird von der Strahlenschutzabteilung des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT) betreut. Seit dem Jahr 2003 führt das Umweltbundesamt im Auftrag des BMNT das Systemoperating durch.

## Local Dose Rate Sensor

“ODL” stands for “Ortsdosisleistung”, which means in English “local dose rate”. This informs us about the amount of external radioactive radiation at one specific spot. The “ODL-sensor” is also called “Geiger counter” at the Sonnblick Observatory.

Since the 1980's a nationwide automatically monitoring and control system has existed to gather the local dose rate and the air portmanteau. In 1983/1984 a ODL-sensor was installed at the Sonnblick Observatory (Fig.01).

Figure02 shows the correlation between the local dose rate and the snow depth of Sonnblick's ODL-sensor. This shows a shifting increasing and decreasing line related to seasonal cycles. In winter, Mt. Hoher Sonnblick is fully covered with snow. Such snow cover shields the gamma radiation of the natural radionuclide stored in the ground. Due to the snow cover, the radionuclide cannot escape into the air. Hence the local dose rate is significantly reduced during winter times.

The radiation early-warning-system is supervised by the department of radiation protection of the Federal Ministry of Sustainability and Tourismus (BNT). The "Umweltbundesamt" has supervised the operating system on behalf of the BMLFUW since 2003.

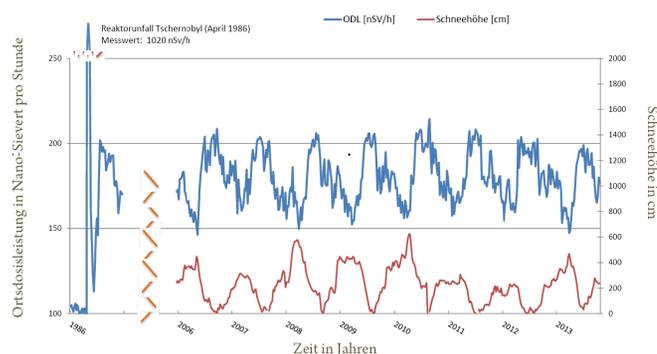


Abb.2: Korrelation Ortsdosisleistung und Schneehöhe der ODL-Station Sonnblick  
Fig.2: Correlation local dose rate and snow depth at ODL station Sonnblick

Quelle/Source: Das österreichische Strahlenfrühwarnsystem, Jahresbericht 2014-2015, BMLFUW, ISBN 978-3-903129-31-3

BUNDESMINISTERIUM  
FÜR NACHHALTIGKEIT  
UND TOURISMUS



umweltbundesamt<sup>U</sup>  
PERSPEKTIVEN FÜR UMWELT & GESELLSCHAFT

### Autoren /Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Abteilung Sonnblick Observatorium

### Ansprechpartner /Contact Person

Dr. Elke Ludewig

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO

Email: [elke.ludewig@zamg.ac.at](mailto:elke.ludewig@zamg.ac.at)

[www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net), [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)

## Überwachung der Radioaktivität in Luft

## Monitoring of Radioactivity in Air

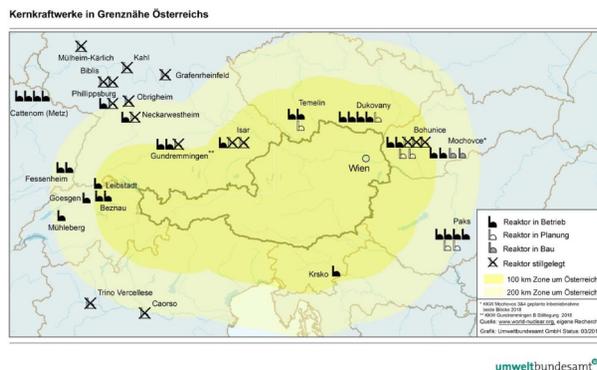


Abb.1: Kernkraftwerke in Grenz Nähe  
 Fig.1: Nuclear power plants in the vicinity of Austria  
 Quelle/Source: Umweltbundesamt GmbH / Environment Agency Austria 2017

Unfälle in Nuklearanlagen können radioaktive Stoffe in die Atmosphäre freisetzen, die über weite Distanzen transportiert werden und so auch nach Österreich gelangen können. Experten der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) messen auf dem Sonnblick mit einer leistungsfähigen Luftsammelanlage routinemäßig die an Aerosole angelagerten Radionuklide. Bei Kernkraftwerksunfällen liefert die Analyse der radioaktiven Wolke wertvolle Informationen über das Unfallereignis und dessen Gefahren für die Bevölkerung. Diese Information hilft den Behörden bei der Festlegung von Schutzmaßnahmen.

Die besaugten Filter werden in der Strahlenschutz-Abteilung der AGES in Linz mittels hochauflösender Gamma-Spektrometrie auf Radioaktivität untersucht. Aufgrund der hohen Empfindlichkeit der Messgeräte kann zeitliche Verlauf der nach Österreich transportierten radioaktiven Aerosole sehr genau beobachtet werden, z.B. nach dem Unfall in Fukushima 2011 (Abb. 2). Anfang Oktober 2017 wurden in mehreren EU-Ländern Spuren von Ruthenium-106 gemessen. Auch in Österreich und am Sonnblick wurden sehr geringe Konzentrationen nachgewiesen. Eine Gesundheitsgefährdung für die Bevölkerung bestand hierdurch nicht.

Neben dem Nachweis strahlender Luftteilchen künstlichen Ursprungs liefern die Messungen auch Informationen über Prozesse in der Atmosphäre, z.B. bei Verwendung von Beryllium-7 als so genannter "Tracer" für Untersuchungen über Ozonverfrachtung.

Accidents in nuclear power plants (NPP) may release radioactive material into the atmosphere. Such substances may be transported over very long distances and may reach also Austria. At Sonnblick a high-performance aerosol sampler is operated by experts of the Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES) to measure aerosol-bound radionuclides on a routine basis. In case of an accident in a NPP the analysis of the radioactive cloud provides valuable information about the accident and possible hazards to the population. This information helps the responsible authority to set precautionary measures.

After sampling the filters are analyzed at the department for radiation protection of AGES in Linz by high-resolution gamma spectrometry. Due to the high sensitivity of the measurement system it is possible to observe the temporal course of the transport of radioactive aerosols to Austria accurately, e.g. following the accident in Fukushima in 2011 (Fig. 2). Early in October 2017 traces of Ruthenium-106 were measured in several EU-countries. Also in Austria and at Sonnblick very low concentrations were detected. There was no health risk to the population.

Beside the evidence of man-made radioactive particles in air the measurements also provide information about processes in the atmosphere, e.g. when using Beryllium-7 as a tracer for investigations on ozone-transport.

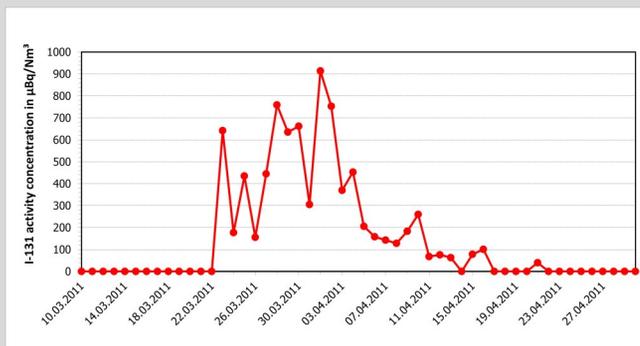


Abb.2: Aktivitätskonzentration von Iod-131 am Sonnblick nach Fukushima (2011)  
 Fig.2: Activity concentration of Iodine-131 at Sonnblick following Fukushima (2011)  
 Quelle/Source: AGES



MINISTERIUM  
 FÜR EIN  
 LEBENSWERTES  
 ÖSTERREICH

### Autoren /Authors

Dietmar Roth, Wolfgang Ringer  
 Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES), Wieningerstraße 8, 4020 Linz, Austria

### Ansprechpartner /Contact Person

DI Dr. Dietmar Roth  
 Abt. Radon und Radioökologie, Geschäftsfeld Strahlenschutz  
 Email: dietmar.roth@ages.at  
 www.ages.at

## Deposition von Umweltradionukliden mit Schnee auf drei Alpengipfeln

56



Abb. 1: Schneeprofilgrabung auf der Zugspitze am 13. Mai 2015.  
Fig. 1: Snow profile excavation on Mt. Zugspitze on May 13<sup>th</sup>, 2015.  
Quelle/Source: E.-M. Schiestl

Aerosolgebundene Radionuklide werden durch Schnee besonders effizient aus der Atmosphäre ausgewaschen und reichern sich an hochalpinen Standorten den Winter über in der Schneedecke an. Bei beginnender Schneeschmelze können sie dann in relativ kurzer Zeit hochkonzentriert an das Schmelzwasser abgegeben werden und so mit über Oberflächen-, Grund- und Trinkwasser eine Strahlenexposition für den Menschen darstellen.

Im Rahmen des Projekts „Virtuelles Alpenobservatorium (VAO)“ wurden jeweils am Ende der Schneeakkumulationsperiode 2014/2015 und 2015/2016 in der Nähe der drei Höhenforschungsstationen auf der Zugspitze (D, 2420 m ü. NN), auf dem Hohen Sonnblick (A, 3106 m ü. NN) und am Jungfraujoch (CH, 3400 m ü. NN) Schneeprofile bis zur Tiefe der letzten Sommeroberfläche gegraben und beprobt (Abb. 1). Auf Grund der Höhenlage finden unter aktuellen meteorologischen Bedingungen an diesen Standorten kein Schmelzwasserabfluss an der Schneebasis während der Wintermonate statt, sodass die in der Schneedecke deponierten Radionuklide durch Evaporation und Sublimation kontinuierlich aufkonzentriert und am Ende der Saison in einmalig beprobten Profilen gemessen und bilanziert werden können. In entsprechend sechs Profilen wurden die Aktivitäten der Umweltradionuklide Be-7, Pb-210 und Cs-137 schichtweise bestimmt, die ubiquitär in Form von natürlicher Strahlung bzw. im Fall des Radiocaesiums resuspendiert nach Tschernobyl-Fallout vorliegen.

An allen Standorten sind die gemessenen Aktivitäten sehr gering und liegen nur knapp über den Nachweisgrenzen der gamma-spektrometrischen Messmethode.

## Deposition of radionuclides with snow at three alpine summits

Aerosol-bound radionuclides are efficiently washed out from the atmosphere by snow. They are highly concentrated in the snowpack over the winters in high-alpine sites. After snowmelt initiation they can be released in relatively short time and high concentrations to the meltwater runoff, where they contribute to human radiation exposure via surface-, ground- and drinking water.

In the framework of the project “Virtual Alpine Observatory (VAO)”, snow profiles were dug and sampled to the depth of the last summer surface (Fig. 1) at the end of the snow accumulation periods 2014/2015 and 2015/2016 close to the high-altitude research stations on Mt. Zugspitze (2420 m a.s.l.), Hoher Sonnblick (3106 m a.s.l.) and Jungfraujoch (3400 m a.s.l.). Due to the altitude, under current meteorological conditions at these sites no meltwater runoff at the snow base occurs during the winters. Deposited radionuclides continuously accumulate in the snowpack due to evaporation and sublimation and can be balanced at the end of the winter season in non-recurring samplings of the snow profiles. In corresponding six profiles the activities of the environmental radionuclides Be-7, Pb-210 and Cs-137 were determined in depth-integrated samples. These nuclides are ubiquitously distributed in form of natural radiation and resuspended radiocaesium after the Chernobyl fallout.

At all three summits the measured activities are quite low and only scarcely exceed the detection limits of the gamma spectrometric measurement technique. Mean activities of the deposited radionuclides over the total profile depth for both seasons are summed up in Tab. 1. Measured activity concentrations in the snow volume in  $\text{Bq L}^{-1}$  are transferred to site-related activities in  $\text{Bq m}^{-2}$  in order to directly compare the data for all sites. From *in situ* measurements of the snow density snow water equivalents for each snow layer are calculated and multiplied with the activity concentrations. For all radionuclide budgets the same time interval from October to May is chosen.

Comparing the three alpine summits, Be-7-activities are highest at Jungfraujoch. Pb-210 has the highest values at Hoher Sonnblick and Jungfraujoch. Be-7, being a cosmic radionuclide, is built continuously by spallation processes in the upper atmosphere.



Die über beide Saisonen über die gesamte Tiefe aufsummierten gemittelten Aktivitäten der deponierten Umweltradionuklide sind in Tab. 1 zusammengefasst.

Die im Schneevolumen gemessenen Aktivitäten in  $Bq L^{-1}$  wurden über die *in situ* bestimmte Schneedichte pro Schicht in Schnee-Wasser-Äquivalente und darüber in flächenbezogene Depositionen ( $Bq m^{-2}$ ) umgerechnet, um die Werte für alle Standorte vergleichbar zu machen. Es wurde jeweils ein Zeitraum von Oktober bis Mai bilanziert.

Im Vergleich der Standorte sind die Be-7-Aktivitäten am Jungfraujoch am höchsten, die Werte für Pb-210 am Sonnblick und Jungfraujoch am größten. Be-7 wird als kosmogenes Radionuklid kontinuierlich durch Spallationsprozesse in der oberen Atmosphäre gebildet. Die Konzentrationen steigen mit der Höhe an, wodurch die gegenüber den anderen Standorten doppelt so hohen Aktivitäten am Jungfraujoch erklärt werden können. Das Pb-210 ist terrestrischen Ursprungs aus der natürlichen Urzerfallsreihe. Es wird vermutlich aus dem Tal herantransportiert, unterliegt daher großen Schwankungen und ist erhöht in Regionen mit anstehenden kristallinen Gesteinen, in denen die Mutternuklide stark konzentriert sind. Ein Beispiel dafür sind die metamorphen Gesteine des Zentralalpin, die auch den Sonnblick und das Jungfraujoch umgeben.

Folgende Schlussfolgerungen können aus den Untersuchungen auf den drei Alpengipfeln gezogen werden:

Unter aktuellen meteorologischen Bedingungen kontinuierliche Akkumulation der Schneedecke und darin enthaltener Radionuklide während der Wintermonate (November bis April) an allen drei Standorten. Kurzfristige und hochkonzentrierte Freisetzung der Nuklide mit dem ersten Schmelzwasserabfluss möglich und damit Einfluss auf die alpine Wasserqualität und die Strahlenexposition des Menschen im Ereignisfall. Konzentrationen der deponierten Umweltradionuklide an den drei Standorten beeinflusst von lokalen Faktoren wie Höhe oder Geologie.

The concentrations rise with altitude which can explain the activities at Jungfraujoch, twice as high as at the other locations.

The Pb-210 is of terrestrial origin and derives from the natural uranium-radium-decay chains in the rocks and sediments. It is assumed to be transported from the valleys and therefore concentrations underlie strong variability. Pb-210 activities are higher in regions with *in situ* crystalline bedrock that are enriched in its parent nuclides. Central alpine metamorphic rocks surrounding Jungfraujoch and especially Mt. Hoher Sonnblick are an adequate example for them.

From the investigations on the three alpine summits it can be concluded:

Under current meteorological conditions continuous accumulation of the snowpack and contained environmental radionuclides occurs during the winter months (November to April) at all sites.

Short-term and highly concentrated release of radionuclides with the first meltwater runoff is possible. In case of a radiological or nuclear accident, an impact on water quality and human radiation exposure is likely.

Concentrations of deposited radionuclides at the three alpine summits are influenced by local factors like altitude and geology.

### Acknowledgements

This research received funding from the Bavarian State Ministry of the Environment and Consumer Protection. We acknowledge the support by the staff of the research stations on Mt. Zugspitze, Sonnblick and Jungfraujoch and thank all colleagues from Helmholtz Zentrum München and VAO partners who were involved in the sampling campaigns.



Tab. 1: Bilanz des Radionuklidhaushalts in der Schneedecke am Ende der Schneeakkumulationsperioden 2014/2015 und 2015/2016 an drei Alpengipfeln.  
Tab. 1: Radionuclide budget in the snowpack at the end of the snow accumulation periods 2014/2015 and 2015/2016 at three Alpine summits.

		Zugspitze (2420 m)		Sonnblick (3106 m)		Jungfraujoch (3400 m)	
		A ( $Bq m^{-2}$ )	u ( $Bq m^{-2}$ )	A ( $Bq m^{-2}$ )	u ( $Bq m^{-2}$ )	A ( $Bq m^{-2}$ )	u ( $Bq m^{-2}$ )
2014/2015	Σ Be-7	355	34	358	54	770	51
	Σ Pb-210	61	20	381	62	133	74
	Σ Cs-137	1,0	0,3	1,0	0,7	1,3	0,3
2015/2016	Σ Be-7	369	19	408	26	799	51
	Σ Pb-210	27	6	67	17	94	20
	Σ Cs-137	0,4	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1

<p><b>Autoren /Authors</b> Kerstin Hürkamp und Jochen Tschiersch Institut für Strahlenschutz, Helmholtz Zentrum München Ingolstädter Landstraße 1 D-85764 Neuherberg</p>	<p><b>Ansprechpartner /Contact Person</b> Dr. Kerstin Hürkamp Email: kerstin.huerkamp@helmholtz-muenchen.de Webseiten: <a href="https://www.helmholtz-muenchen.de/iss">https://www.helmholtz-muenchen.de/iss</a> <a href="http://www.vao.bayern.de/">http://www.vao.bayern.de/</a></p>
--	--

Langzeitmessung von  
<sup>222</sup>Radon-Folgeprodukten

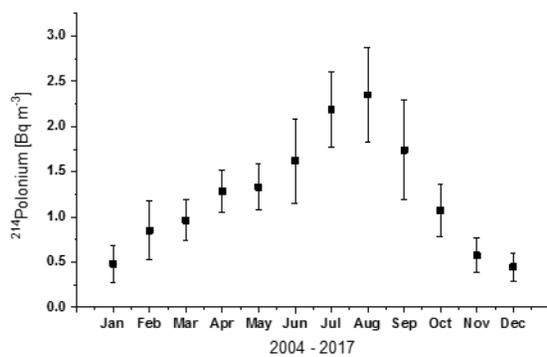


Abb.1: Klimatologie der Monatsmittelwerte von <sup>214</sup>Po-Aktivitätskonzentrationen am Sonnblick-Observatorium 2004-2017; die Fehlerbalken entsprechen der Streuung der Monatsmittel in den einzelnen Jahren.  
Fig.1: Climatology of monthly mean <sup>214</sup>Po activity concentration at Sonnblick Observatory 2004-2017; the error bars indicate the standard deviation of the monthly means in the different years

Das radioaktive Edelgas <sup>222</sup>Radon (<sup>222</sup>Rn, T<sub>1/2</sub> = 3.8 Tage) entsteht durch α-Zerfall von <sup>226</sup>Radium, einem natürlichen Bestandteil aller Böden.

Ein Teil des in der oberen Bodenschicht produzierten <sup>222</sup>Rn gelangt durch molekulare Diffusion in die Atmosphäre und wird dort turbulent durchmischt und zerfällt. Der Fluss von <sup>222</sup>Rn aus dem Boden ist zeitlich relativ konstant, wobei wegen höherer Bodenfeuchte im Winter die Exhalationsrate zu dieser Jahreszeit im Mittel etwa 30% kleiner ist als in den Sommermonaten.

Am Sonnblick-Observatorium messen wir seit 2004 die Aktivitätskonzentration des an Aerosole gebundenen kurzlebigen <sup>222</sup>Rn-Folgeprodukts <sup>214</sup>Polonium (<sup>214</sup>Po), welches dort (bei Luftfeuchten < 90%) mit dem atmosphärischen <sup>222</sup>Rn nahezu im Gleichgewicht steht. Die jahreszeitliche <sup>214</sup>Po Variation am Sonnblick mit im Mittel etwa einem Faktor 3-4 höheren Werten im Sommer als im Winter ist im Wesentlichen auf die Variabilität der atmosphärischen Mischung zurückzuführen und nur in geringerem Maße auf die Variabilität des <sup>222</sup>Radonflusses aus dem Boden. In den Sommermonaten liegt das Observatorium regelmäßig innerhalb der bodennahen Mischungsschicht während es im Winter von den Emissionen am Boden nahezu abgekoppelt ist.

Long-term observations of  
<sup>222</sup>Radon progeny

The radioactive noble gas <sup>222</sup>Radon (<sup>222</sup>Rn, T<sub>1/2</sub> = 3.8 days) is produced by a decay of <sup>226</sup>Radium, a natural trace element of all soils.

Part of the <sup>222</sup>Rn produced in the upper soil layers can reach the atmosphere by molecular diffusion and underlies atmospheric mixing processes and decays. The <sup>222</sup>Rn flux from soils is relatively constant with time; due to higher soil moisture in winter, the exhalation rate is about 30% smaller during this time of the year than in summer.

Since 2004, we measure the short-lived <sup>222</sup>Rn progeny <sup>214</sup>Polonium (<sup>214</sup>Po) at Sonnblick Observatory. The aerosol-bound atmospheric <sup>214</sup>Po activity concentration is almost in equilibrium with <sup>222</sup>Rn if atmospheric humidity is smaller than about 90%.

The seasonal variation of <sup>214</sup>Po at Sonnblick Observatory with a factor of 3-4 higher values during summer than in winter is mainly caused by the variability of atmospheric mixing conditions; the variation of the <sup>222</sup>Rn soil flux contributes much less to this seasonality. During summer, Sonnblick Observatory lies often within the atmospheric mixing layer while the station is largely decoupled from soil-borne emissions during the winter months.

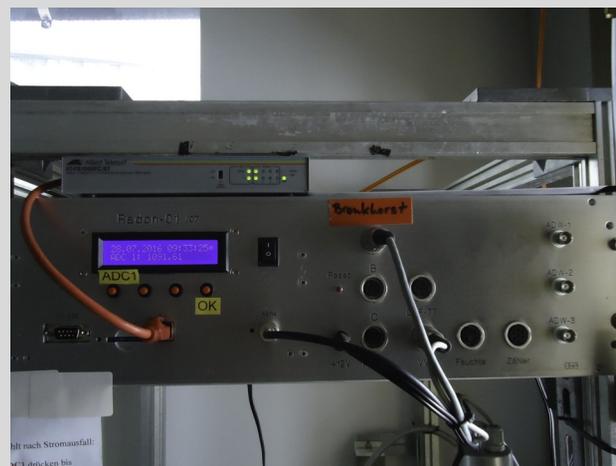


Abb.2: Radonmonitor der Universität Heidelberg am Sonnblick Observatorium  
Fig.2: Radon-Monitor of the University of Heidelberg at the Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: H.Scheer@ZAMG-SBO



UNIVERSITÄT  
HEIDELBERG  
ZUKUNFT  
SEIT 1386

**Autoren /Authors**

Ingeborg Levin, Alessandro Capuana  
Institut für Umwelphysik, Universität Heidelberg  
Im Neuenheimer Feld 229  
D-69120 Heidelberg, Deutschland

**Ansprechpartner /Contact Person**

Ingeborg Levin  
[Ingeborg.Levin@iup.uni-heidelberg.de](mailto:Ingeborg.Levin@iup.uni-heidelberg.de)  
Data at <https://heidata.uni-heidelberg.de/dataverse/carbon>



### Fledermäuse am Hohen Sonnblick



Abb.1: Die Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) - ein Weistreckenzieher  
Fig.1: Nathusius' Pipistrelle bat (*Pipistrellus nathusii*) - a long distance-migrant  
Quelle/Source: W. Forstmeier

In Österreich sind aktuell 28 Fledermausarten nachgewiesen. Den Winter verbringen viele von ihnen im Winterschlaf in den Höhlen unserer Berge. Manche Fledermausarten verfolgen eine andere Taktik um den nahrungslosen Winter Mittel- und Nordeuropas zu überstehen: Sie wandern in den wärmeren Süden. Diese Langstreckenzieher legen dabei bis über 2000 km zurück. Wie Forschungen der letzten Jahre gezeigt haben, sind sie auch in der Lage auf ihrem Zug die höchsten Alpengipfel zu überfliegen. Alle vier in Mitteleuropa bekannten Langstreckenzieher konnten am Sonnblickgipfel auf 3100 m mittels akustischer Methoden nachgewiesen werden. Überraschend war auch der Nachweis der kleinsten europäischen Fledermaus, der nur 4-7g schweren *Mückenfledermaus* (*Pipistrellus pygmaeus*). Ein weiteres interessantes Ergebnis der bisherigen Untersuchungen war das Vorkommen der *Nordfledermaus* (*Eptesicus nilssonii*). Sie zählt nicht zu den ziehenden Arten und ist die häufigste Fledermaus in den Hochgebirgsregionen der Alpen. Warum sie aber immer wieder und z.T. mit erstaunlich hoher Aktivität in dieser unwirtlichen Höhenlage auftaucht, ist noch unklar. Wichtige Erkenntnisse konnten bezüglich der Aktivität von Fledermäusen und Witterungsbedingungen gewonnen werden. Sowohl die Tatsache, dass sie bei Minusgraden und hohen Windgeschwindigkeiten noch aktiv sind, als auch, dass sie durch ihr Zugverhalten im Frühjahr und im Herbst zu winterlichen Bedingungen im Hochgebirge auftauchen können, muss bei der Errichtung von Windkraftanlagen in den Bergen berücksichtigt werden.

### Bats on top of Mt. Hoher Sonnblick

Currently 28 bat species are recorded in Austria. Many of them hibernate in mountain caves. But there are bat species using a different strategy to withstand winters without food in Central and Northern Europe. They migrate to Southern areas. These long-distance migratory species cover more than 2000 km between summer and winter roosts. As a result of investigations of the last years we know that they are able to cross even the highest mountains of the Alps.

All of the four known Central-European long-distance migratory species were detected by acoustic methods on top of the Sonnblick (3100 m). An interesting record was the smallest European bat *Soprano Pipistrelle* (*Pipistrellus pygmaeus*) with a weight of only 4-7 g. Whether it is also a long-distance migrant is not known for sure.

A further interesting result was the occurrence of the *Northern bat* (*Eptesicus nilssonii*) on top of the Sonnblick. According to our investigations it is the most common bat at high alpine regions in the Austrian Alps. But why this bat species can continuously be detected and why it is very active throughout some nights at these adverse altitudes is unknown up to now.

Investigations comparing bat activity and weather conditions yielded interesting insights. Bats were active at high wind speeds and temperatures below freezing point.

These facts as well as bat migration in early spring and in autumn during wintery conditions have to be considered when planning wind power plants in the mountains in order not to threaten protected species.



Abb.2: Schwierige Bedingungen für das Ultraschallmikrofon des "batcorders"  
Fig.2: Difficult conditions for the ultrasonic-microphone of the "batcorder"  
Quelle/Source: L.Rasser@ZAMG-SBO

#### Autoren /Authors

K.Widerin  
KFFÖ  
Koordinationsstelle für Fledermausschutz und -forschung in Österreich

#### Ansprechpartner /Contact Person

Mag. Karin Widerin  
KFFÖ  
Email: [karin.widerin@fledermausschutz.at](mailto:karin.widerin@fledermausschutz.at)  
[www.fledermausschutz.at](http://www.fledermausschutz.at)

### Projekt: protectAlps (AB173)



Abb.1: Sonnblick Observatorium (SBO) in Österreich  
Fig.1: Sonnblick Observatory (SBO) in Austria  
Quelle/Source: ZAMG-SBO@BMI

Das Projekt protectAlps (Projektcode AB173) hat die Erfassung chemischer Stressoren zum Schutz der alpinen Biodiversität mit dem Schwerpunkt Insekten zum Ziel.

In den vergangenen Jahren hat die Häufigkeit von Insekten in den vergangenen Jahren stark abgenommen, dabei stellen Insekten 80% der Tierarten Mitteleuropas. Das Projekt protectAlps soll für den bayerisch-österreichischen Alpenraum die potentielle Bedrohung der Insektenvielfalt durch global verbreitete, schwer abbaubare Schadstoffe erfassen. Diese Schadstoffe werden in den Alpenraum durch die Atmosphäre eingetragen. ProtectAlps soll die Grundlage auf österreichischer und bayerischer Seite bilden, um an alpinen Observatorien langfristige Änderungen der Artenzusammensetzung von Insekten in Verbindung zu setzen mit chemischen Stressoren (schwer abbaubare Schadstoffe und Stickstoff-Einträge in Ökosysteme). protectAlps wird vom Interreg-Programm Österreich-Bayern gefördert mit dem spezifischen Ziel die grenzübergreifende Kooperation zur stärkeren sozialen und ökonomischen Integration aufzubauen und zu intensivieren. Das Projekt wird in Kooperation zwischen dem Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU), der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik und Sonnblick Observatorium (ZAMG, SBO) und der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (UFS) durchgeführt.

### Projekt: protectAlps (AB173)

The project protectAlps (project code AB173) aims to detect chemical stressors for the protection of alpine biodiversity with a focus on insects.

In recent years, the incidence of insects has fallen sharply in recent years, with insects represent 80% of the species of Central Europe. The project protectAlps is intended to detect the potential threat to insect diversity in the Bavarian-Austrian Alpine region caused by globally distributed, hardly degradable pollutants.

These pollutants are entered into the Alpine space through the atmosphere. ProtectAlps is to form the basis on the Austrian and Bavarian side in order to associate long-term changes in the species composition of insects with chemical stressors (persistent pollutants and nitrogen inputs in alpine observatories) ecosystems).

protectAlps is funded by the Interreg program Austria-Bavaria with the specific goal of establishing and intensifying cross-border cooperation for greater social and economic integration. The project is carried out in cooperation between the Bavarian State Office for the Environment (LfU), the Central Institute for Meteorology and Geodynamics and Sonnblick Observatory (ZAMG, SBO) and the Environmental Research Station Schneefernerhaus (UFS).

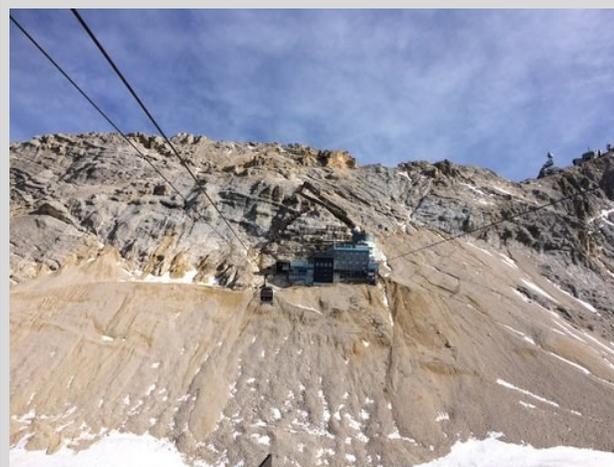


Abb.2: Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (UFS) in Bayern  
Fig.2: Environmental Research Station Schneefernerhaus in Bavarian  
Quelle/Source: <http://www.schneefernerhaus.de>



#### Autoren /Authors

E.Ludewig<sup>1)</sup>, K. Freier<sup>2)</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO

2) Bayerisches Landesamt für Umwelt

#### Ansprechpartner /Contact Person

Dr. Elke Ludewig

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO

Email: [elke.ludewig@zamg.ac.at](mailto:elke.ludewig@zamg.ac.at)

[www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net), [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)



### Primäre Biologische Aerosole

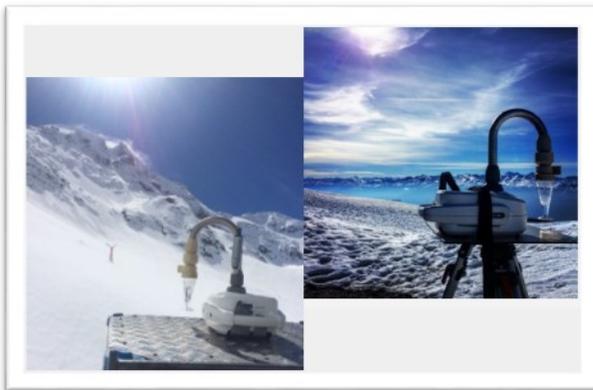


Abb.1: Bioaerosolbeprobung in der Seilbahn und am Gipfel des Sonnblicks  
Fig.1: Bioaerosol Sampling in the cable car and at top of Mount Sonnblick  
Quelle/Source: Nora Els

Bislang wurde die Atmosphäre als potenzieller Lebensraum für Mikroorganismen nie in Betracht gezogen. Neueste Erkenntnisse jedoch zeigen, dass sich Mikroben auch in Wolkenröpfchen reproduzieren und metabolisieren können. Harsche Lebensbedingungen erfordern spezielle Anpassungen an Kälte, geringen Druck, geringe Nährstoffkonzentrationen sowie hohe Strahlungsdosen. Bei Überleben dieses Transfers durch die Atmosphäre ist diese wiederum eine Quelle für Neubesiedelungen mit Bakterien, Algen sporen, Pilze oder auch Viren.

Am Sonnblick wird ergänzend zu einem EU-Projekt (Marie-Curie ITN) „MicroArctic: Microorganisms in the Warming Arctic“, welches sich mit Auswirkungen des Klimawandels auf mikrobielle Gemeinschaften in der Arktis befasst, ein Vergleich zu alpinen Regionen gezogen. Glaziale und nivale Oberflächen profitieren von der biologischen Inokulation aus der Atmosphäre und es kann zu einer Verschiebung innerhalb der Artenvielfalt kommen. Das Vorkommen der luftgetragenen Mikroorganismen ist von meteorologischen Bedingungen geprägt, was sich auch in Tagesgängen, Saisonalitäten und Höhenabhängigkeiten ausdrückt. Diese Effekte zu untersuchen, verschiedene Methoden zu validieren und an die extremen Bedingungen anzupassen ist Aufgabe der Dissertation von Nora Els. Das Sonnblick Observatorium bietet dafür optimale Rahmenbedingungen.

Neu an dieser Paralleluntersuchung ist die dadurch ermöglichte Koppelung von Daten zur Aerobiologie wie Diversität, Zellzahlen sowie Produktivität aber auch Eisnukleationpotential aus polaren und alpinen Regionen.

### Primary Biological Aerosols

The atmosphere has always been seen as a simple conveyor of organic and inorganic matter since the awareness was simply not given that microbial cells could survive in those altitudes. Living conditions are considered to be more than harsh: low temperatures, low availability of nutrients, high doses of UV radiation, low pressure are challenging prerequisites for life. However, nowadays it is well known that microbes are able to metabolize and reproduce in supercooled cloud droplets. This finding is changing the concept of the cryosphere and its extension massively since those surviving microbes are not solely acting as ice nuclei, catalysts for atmospheric chemistry but also as inoculating cells for various habitats.

Within the EU project (Marie Curie ITN) “MicroArctic – Microorganisms in a Warming Arctic”, which investigates impacts of climate change on microbial communities in the arctic, a comparison to alpine areas will be drawn.

Glacial and nival surfaces profit from atmospheric biological inoculation, which could effect a shift in species composition.

In the frame of her PhD, Nora Els will study the biodiversity, activity, abundance and ice nucleation potential of microbes suspended in the air and their reflectance within the snow pack. Here, the dependence on meteorological conditions, seasons and diurnal rhythms is of interest, as well as detection of global biogeographical patterns. The Sonnblick Observatory offers perfect conditions and background data for such a study.

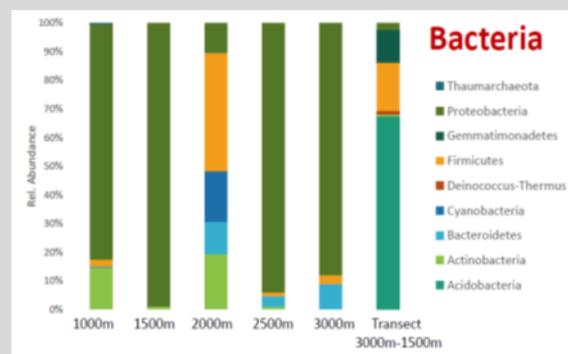


Abb.2: Bakterielle Zusammensetzung entlang eines Höhengradienten  
Fig.2: Bacterial Composition along an altitudinal gradient  
Quelle/Source: Nora Els

#### Autoren /Authors

Nora Els<sup>1,2)</sup>, Birgit Sattler<sup>1,2)</sup>

1) Institute of Ecology, University of Innsbruck, Technikerstr.25, 6020 Innsbruck, Austria

2) Austrian Polar Research Institute

#### Ansprechpartner /Contact Person

M.Sc. Nora Els, PhD Student

Institute of Ecology, University of Innsbruck

Email: nora.els@uibk.ac.at

www.microarctic.eu



### Antibiotikaresistenzen kryophiler Mikroorganismen



Abb.1: Verbreitung von gegenüber Fluorchinolone resistenten *Klebsiella pneumoniae* in Europa 2016.

Fig.1: Distribution of fluoroquinolones resistant *Klebsiella pneumoniae* in Europe 2016.

Quelle/Source: EDEC 2017

Antibiotikaresistenzen, insbesondere multi-resistente Bakterien, stellen die moderne Medizin und Forscher gleichermaßen vor eine der aktuell größten globalen Herausforderungen. Während bekannt ist, dass dieses Problem primär im besiedelten Gebiet auftritt, gilt die natürliche Umwelt in diesem Bezug als noch kaum untersucht.

Der Erforschung von Antibiotikaresistenzen in der anthropogen relativ unbeeinflussten Kryosphäre, bei der auch Luftproben vom Sonnblick untersucht wurden, widmete sich eine aktuelle Studie der Universität Innsbruck. Die aus einer ebenfalls am Sonnblick durchgeführten Untersuchung zum Thema Bioaerosole stammenden Luftkeime, wurden dabei gemeinsam mit Schnee und Eisproben aus der Antarktis, dem Hintertuxer und dem Stubai Gletscher mithilfe von klassischen mikrobiologischen Kultivierungsmethoden auf ihre Resistenz gegenüber sechs verschiedener Antibiotika getestet. Erstaunlich war dabei die enorme Zahl an gefundenen resistenten Bakterien. Mehr als ¼ aller Isolate konnten so als multi-resistent identifiziert werden. Neben den dort untersuchten Schneeproben mit verfrachtetem Saharasand zeigten sich Bioaerosole (gesammelt mittels Airsampler in einem Co-Projekt mit Nora Els, Universität Innsbruck). Die daraus isolierten resistenten Bakterien können als Indiz für die Ausbreitung von möglichen Resistenzen über den gesamten Globus angesehen werden.

### Antibiotic resistant cryophilic microorganisms

Antibiotic resistances, are one of the biggest challenges that modern medicine is facing today. While it is well-known, that this problem is mainly man-made, and primarily occurs in areas with high anthropogenic influences, hardly any information about antibiotic resistances in the natural environment is available.

To fill this gap in research, the focus of one of the latest projects at the University of Innsbruck lays on the identification of resistant bacteria in the anthropogenic relatively unaffected cryosphere. Together with several snow and ice samples from polar regions, alpine glaciers and airborne bacteria, collected at Mt. "Sonnblick" during a co-project on bioaerosols (Nora Els), were tested for their resistance against six different antibiotics. Surprisingly, a tremendous number of resistant bacteria was observed. Furthermore, more than ¼ of all tested isolates had – according to the applied method – been identified as multi-resistant.

Snow samples covered with Saharan sand as well as isolated bacteria from "Sonnblick" have been of peculiar interest. Those microorganisms can be used as an indication on the global dissemination of resistances and show that antibiotic resistances appear to become a world-wide phenomenon.

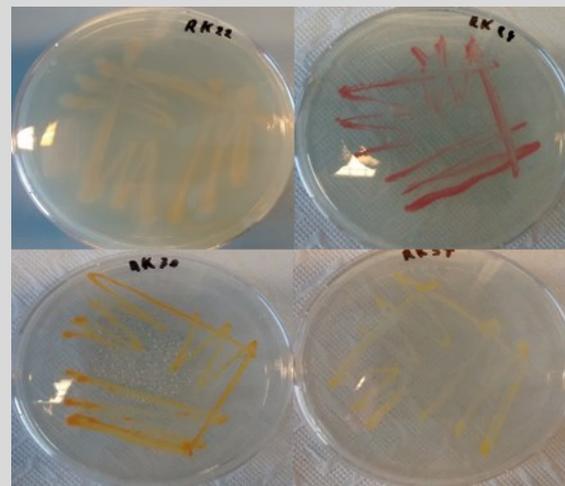


Abb.2: Reinkulturen der aus Schnee-, Eis- und Luftproben gewonnen Isolate

Fig.2: Pure cultures of the isolated snow, ice and airborne bacteria.

Quelle/Source: Daniel Gattinger

#### Autoren /Authors

Daniel Gattinger, Birgit Sattler  
University of Innsbruck, Institute for Ecology, Technikerstr. 25,  
6020 Innsbruck, Austrian Polar Research Institute, Austria

#### Ansprechpartner /Contact Person

BSc. Daniel Gattinger  
Daniel.Gattinger@student.uibk.ac.at



### Temperaturen in 90 km Höhe

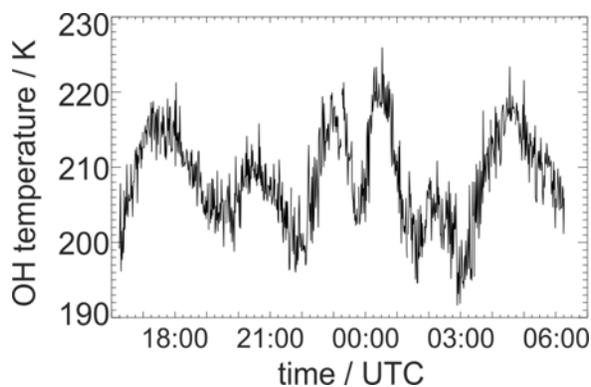


Abb.1: Durch Schwerewellen modulierte Temperatur in Höhe der Mesopause; in der Nacht vom 14. auf den 15. Januar 2018 vom Sonnblick aus gemessen.  
Fig.1: Mesopause temperature, modulated by gravity waves during the night of January 14/15, observed from Sonnblick Observatory.

Seit August 2015 werden mit dem Instrument GRIPS 16 (GROund-based Infrared P-branch Spectrometer) vom Sonnblick Observatorium aus jede Nacht die Emissionen des Hydroxyl-Leuchtens (engl.: *Airglow*) beobachtet. Diese entstehen aufgrund chemischer Prozesse in etwa 90 km Höhe, also etwa im Bereich der Mesopause. Die aufgezeichneten Spektren erlauben die Bestimmung der Temperatur in der Entstehungsregion. Abbildung 1 zeigt beispielhaft die Temperaturschwankungen einer Nacht aus dem Januar 2018. Die starken Modulationen sind auf atmosphärische Schwerewellen zurückzuführen, die häufig in der Troposphäre generiert werden und deren Amplitude mit der Höhe exponentiell anwächst.

In Höhen oberhalb von 70 km kommt es vermehrt zu einem Brechen der Wellen, sie geben ihren Impuls und ihre Energie wieder an die Hintergrundströmungen ab. Dadurch kann sich in diesem Bereich eine residuale meridionale Strömung ausbilden und es kommt in der Folge zu der scheinbar paradoxen Situation, dass die Temperaturen dort im Winter höher sind als im Sommer (vgl. Abbildung 2).

Im Alpenraum werden im Rahmen des vom bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz geförderten Virtuellen Alpenobservatoriums (VAO) vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und der Universität Augsburg (UNIA) an mehreren Orten derartige Messungen durchgeführt, um die Dynamik der Schwerewellen in dieser Höhe besser zu verstehen, neben dem Sonnblick Observatorium (SBO) u. a. auch an der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (UFS), am Otlica Observatory in Slowenien und am Observatorium Haute-Provence in Frankreich.

### Temperatures at 90 km height

Emissions of the OH airglow are observed at Sonnblick observatory every night since August 2015 by means of the instrument GRIPS 16 (GROund-based Infrared P-branch Spectrometer). These emissions are generated by chemical reactions at the height of around 90 km, at or near the mesopause. From the recorded spectra one can derive the temperature in the emitting region. Figure 1 shows an example of the temperatures observed during one night in January 2018. The strong modulations are due to atmospheric gravity waves. The amplitudes of these waves, which are often generated in the troposphere, grow exponentially with height.

Above 70 km, the waves tend to break and deposit their momentum and energy into the mean flow. This results in the generation of a residual meridional circulation in this height range. As a consequence of this circulation temperatures are higher in winter than in summer (see Figure 2).

In order to improve our understanding of gravity wave dynamics, comparable OH-airglow observations are performed at several sites in and near the Alps by the German Aerospace Center (DLR) and the University of Augsburg (UNIA), funded by the Bavarian State Ministry of the Environment and Consumer Protection in the frame of the Virtual Alpine Observatory (VAO). These sites include in addition to the Sonnblick Observatory (SBO), the Environmental Research Station Schneefernerhaus (UFS) in Germany, the Otlica Observatory in Slovenia and the Observatoire de Haute-Provence in France.

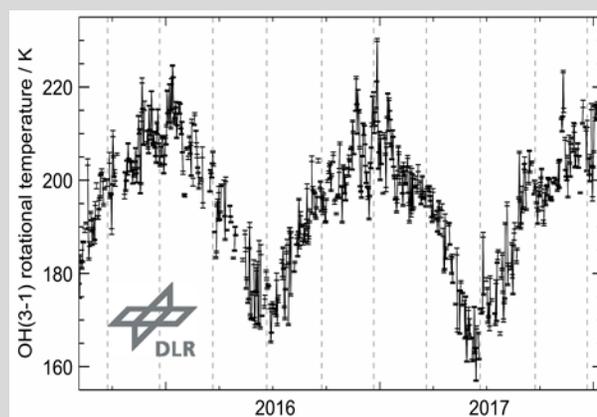


Abb.2: Nachtmittelwerte der vom Sonnblick aus gemessenen OH-Temperatur seit Beginn der Aufzeichnung im August 2015 (strichliert: Tag- und Nachtgleichen bzw. Sonnenwenden).

Fig.2: Time series of nightly mean OH temperatures, observed from Sonnblick Observatory since August 2015 (dashed: solstices and equinoxes).



#### Autoren /Authors

C. Schmidt<sup>1)</sup>, S. Wüst<sup>1)</sup>, P. Hannawald<sup>2)</sup>, M. Bittner<sup>1),2)</sup>

1) German Aerospace Center (DLR), German Remote Sensing Data Center (DFD)

2) University of Augsburg, Atmospheric Remote Sensing

#### Ansprechpartner /Contact Person

Prof. Dr. Michael Bittner

German Aerospace Center, German Remote Sensing Data Center, University of Augsburg, Professorship Atmospheric Remote Sensing

Email: michael.bittner@dlr.de

<https://www.wdc.dlr.de/ndmc/>

## Projekt ASBO 2018

64



Abb.1: Sonnblick Observatorium am Hohen Sonnblick  
Fig.1: Sonnblick Observatory at Mt. Hoher Sonnblick  
Quelle/Source: E.Ludewig@ZAMG-SBO

ASBO 2018 steht für  
„Aktives Sonnblick Observatorium im Jahr 2018“.

ASBO 2018 ist ein Projekt im Förderprogramm „Entwicklungsprojekte 2018“ der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, welches vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung finanziert wird.

Das Projekt ASBO 2018 steht für aktive Umsetzung des Observatoriums- und Forschungsbetriebes am Sonnblick, indem aktuelle und potentielle Forschungsfelder in den Kernkompetenzen jährlich klar aufgezeigt und intensiviert werden.

ASBO 2018 unterstützt die Durchführung und Bearbeitung des aufwendigen Monitoring in den Bereichen Glaziologie, Permafrost, Strahlung und Atmosphäre. Hier werden qualitativ hochwertige Datensätze produziert, stetig an der Verbesserung der Datenqualität und Messtechnik gearbeitet, sowie Know-How geteilt und gestärkt.

Achtzehn Personen und 6 Kooperationspartner sind in das Projekt ASBO 2018 involviert. Die Projektdauer erstreckt sich von Januar 2018 bis Dezember 2018.

## Project ASBO 2018

ASBO 2018 stands for  
"Active Sonnblick Observatory in 2018".

ASBO 2018 is a project in the funding program "Development Projects 2018" of the Central Institute for Meteorology and Geodynamics, which is funded by the Federal Ministry for Education, Science and Research.

The project ASBO stands for an active realization of the research firm as well as of the common operation of the Sonnblick Observatory. ASBO aims to clarify the core competency of current and potential research field and to intensify these ones every year.

ASBO 2018 supports the implementation and processing of complex monitoring in the areas of glaciology, permafrost, radiation and atmosphere. Here, high-quality data sets are produced, constantly worked on the improvement of data quality and measurement technology, and shared and strengthened know-how.

Eighteen people and 6 cooperation partners are involved in the ASBO 2018 project. The project will run from January 2018 to December 2018



Abb.2: Sonnblick Observatorium am Hohen Sonnblick  
Fig.2: Sonnblick Observatory at Mt. Hoher Sonnblick  
Quelle/Source: E.Ludewig@ZAMG-SBO



### Autoren /Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Abteilung Sonnblick Observatorium

### Ansprechpartner /Contact Person

Dr. Elke Ludewig

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO

Email: [elke.ludewig@zamg.ac.at](mailto:elke.ludewig@zamg.ac.at)

[www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net), [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)

### Projekt: INTERACT-II



Abb.1: 83 Forschungsstationen umfasst INTERACT-II  
Fig.1: 83 research stations joining the INTERACT-II project  
Quelle/Source: M. Johansson, Lund University

INTERACT: Internationales Netzwerk für terrestrische Forschung und Monitoring in der Arktis

Das Projekt INTERACT-II baut auf dem Vorgängerprojekt INTERACT auf und ist ein von der EU gefördertes Infrastrukturprojekt.

INTERACT-II verfolgt das Forschern den Zugang zu arktischen und alpinen Forschungsstationen zu erleichtern um Umweltveränderung in diesen Gebieten zu identifizieren, zu verstehen, hervorzusagen und zu reagieren.

INTERACT-II ist multidisziplinär: Gemeinsam beherbergen die Stationen Tausende von Wissenschaftlern aus der ganzen Welt, die an Projekten in den Bereichen Glaziologie, Permafrost, Klima, Ökologie, Biodiversität und biogeochemischen Kreislauf arbeiten.

Forscher können sich um finanzielle Unterstützung für den Aufenthalt und Forschungsaufgaben an Forschungsstationen über INTERACT-II bewerben.

Um den internationalen Austausch zu fördern besagt das Reglement, dass Forscher, die am Sonnblick Observatorium forschen wollen, nur eine Unterstützung via INTERACT-II erhalten, wenn ihr Institut nicht in Österreich gemeldet ist.

### Project: INTERACT-II

INTERACT: INTERNATIONAL NETWORK für Terrestrial Research and Monitoring in the Arctic

The INTERACT-II project builds on the preliminary project INTERACT and is an infrastructure project funded by the EU.

INTERACT-II aims to facilitate access to Arctic and Alpine research stations in order to understand, identify, predict and to respond to diverse environmental changes.

INTERACT is multidisciplinary: together, the stations in INTERACT host thousands of scientists from around the world who work on projects within the fields of glaciology, permafrost, climate, ecology, biodiversity and biogeochemical cycling

Researchers can apply for financial support for residence and research at research stations through INTERACT-II.

To promote international exchange, the regulations state that researchers who want to conduct research at the Sonnblick Observatory can only receive support via INTERACT-II if their institute is not registered in Austria.

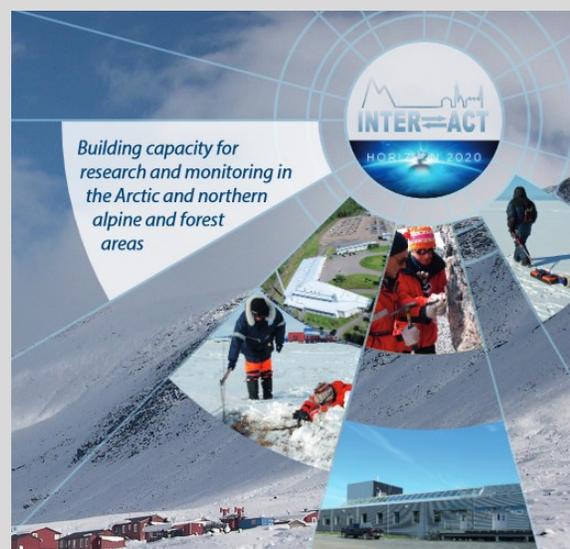


Abb.2: INTERACT unterstützt den Zugang zu Forschungsstationen für Forscher  
Fig.2: INTERACT supports the access to research stations for researchers  
Quelle/Source: <https://eu-interact.org/>

#### Autoren /Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Abteilung Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner /Contact Person

Dr. Elke Ludewig

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO

Email: [elke.ludewig@zamg.ac.at](mailto:elke.ludewig@zamg.ac.at)

[www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net), [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at), <https://eu-interact.org/>

## Alterung textiler Materialien im Bergsport



Probenauslagerung vergangener Untersuchungen am Sonnblick  
*Samples of former investigations at Sonnblick*  
Quelle/Source: S. Dürrbeck

Für die mobile Sicherung gegen Absturz (persönliche Schutzausrüstung = PSA) im Bergsport werden polymere Werkstoffe in Form von Seilen, Schlingen und Bändern in Verbindungsmitteln oder Sicherungsgurten verwendet. Beobachtungen haben ergeben, dass Umwelteinflüsse wie Sonneneinstrahlung, Temperatur, Verschmutzung und Feuchtigkeit Einfluss auf die Festigkeit und Haltbarkeit der textilen PSA haben. Dieser Umstand wird durch die aktuellen Normen und Normentwürfe mangels geeigneter Prüfverfahren und entsprechender Grenzwerte nicht berücksichtigt. Ziel des aktuellen Projektes, das in Zusammenarbeit mit dem Kunststoffzentrum Würzburg (SKZ) erarbeitet wurde und jetzt durch den DAV betreut wird ist es, ein besseres Verständnis der Alterungsmechanismen bei PSA zu generieren. Hierfür findet am Sonnblick Observatorium eine Langzeit-Probenauslagerung über 10 Jahre statt, bei der verschiedene textile PSA den Witterungsbedingungen ausgesetzt werden. Durch Schadensanalytik und chemische Analytik sollen die Auswirkungen der Umwelteinflüsse auf die textile PSA untersucht werden. Aus den so gewonnenen Daten soll ein normgerechtes Prüfverfahren entwickelt werden. Das finale Ziel des Projektes ist die Festlegung einer reproduzierbaren Prüfmethode und entsprechende Grenzwertempfehlungen, um die Stabilität von PSA gegen Umwelteinflüsse objektiv beurteilen zu können. Es sollen Vorschläge unterbreitet werden, die das Risiko einer Materialschädigung minimieren oder zumindest eine problematische Umwelteinwirkung für den Anwender leicht erkennen lassen.

## Aging of textile mountaineering equipment

In alpine sports, personal protective equipment against falls from height (personal protective equipment = PPE) consists among others of polymeric materials in the form of ropes, slings and tapes which are used for fasteners and harnesses.

Due to the results of former investigations, it is known that environmentally aging processes caused by solar radiation, temperature, pollution and humidity influence the strength and durability of textile PPE.

Since there are no testing methods or limiting values for this issue, the standards do not take any mechanical or environmentally caused aging processes into account.

The aim of the current project, which was planned in cooperation with "Kunststoffzentrum Würzburg" (SKZ) and will be supervised by "DAV Sicherheitsforschung" is, to improve the knowledge and understanding of aging processes of PPE.

Therefore a long-term study is running for the next ten years at Sonnblick Observatorium, where various textile PPE is exposed to weather conditions.

Damage analysis and chemical analysis will be performed to investigate the influence of environmentally aging processes on textile PPE.

Based on the results of this investigation standard testing methods should be generated. The ultimate aim of this project is to be able to objectively evaluate the environmental influences on the stability of PPE.

Therefore a reproducible testing method has to be developed and limiting values have to be defined. In the end a recommendation has to be submitted, to minimize the risk of material damage or at least to make the critical environmental influences transparent for the user.



Abb.2: Aktuelle Probenauslagerung am Hohen Sonnblick  
Fig.2: Current samples at Mt. Hoher Sonnblick  
Quelle/Source: E.Ludewig@ZAMG-SBO



### Autoren /Authors

J. Erath<sup>1</sup>, J. Janotte<sup>2</sup>  
1) SKZ Würzburg  
2) DAV Sicherheitsforschung

### Ansprechpartner /Contact Person

Julia Janotte  
DAV Sicherheitsforschung  
Email: Julia.Janotte@alpenverein.de  
www.alpenverein.de

## ÖSTERREICHISCHER VERSUCHSENDEVERBAND

OE2XSR



HAMNET 5GHz Datentransport über 80km  
HAMNET 5GHz data transmission over 80km  
Quelle/Source: Norbert Gröger

**Amateurfunk** ist ein **technisch wissenschaftlich - experimenteller Funkdienst**, der von Funkamateuren für die eigene Ausbildung, für die Kommunikation untereinander und für die Durchführung von **Not – und Katastrophenfunkverkehr** betrieben wird.

Seit 1981 experimentieren Funkamateure mit dem ersten weltweit nutzbaren und flächendeckenden digitalen Datennetz am Sonnblick Observatorium.

Dieses ursprüngliche **Packet-Radio Funknetz** war Vorreiter des Internets und erlaubte den Aufbau unterschiedlicher Systeme und digitaler Vernetzung von Relaisfunkstellen.

Im Jahre 2005 begannen österreichische Funkamateure mit der Erprobung eines wesentlich schnelleren und breitbandigen IP-basierenden Funknetzwerks.

**HAMNET** - (**Highspeed Amateurradio Multimedia Network**) als neuer Standard in der digitalen Kommunikation des Amateurfunks, wurde im Jahr 2012 am Standort Sonnblick Observatorium technisch völlig überarbeitet und an die Anforderungen des digitalen Zeitalters angepasst.

Auf Grund seiner exponierten Lage bildet der **digitale HAMNET Knoten** Sonnblick Observatorium eine unverzichtbare Richtfunkdatenverbindung zwischen Salzburg (Gernkogel) und Kärnten (Dobratsch).

Diese Forschungsplattform ermöglicht **praktische Erfahrungsmodelle** im aktuellen Digitalfunk:

- Simulation und Aufbau von hochperformanten Antennen über große Entfernungen
- Einfluss der Meereshöhe auf die Streckendämpfung
- Laufzeitaspekte und Polarisationsdiversity durch multipolarisierte Abstrahlung

## AUSTRIAN AMATEUR RADIO SOCIETY

OE2XSR

**Amateur Radio** is a **technical, scientific and experimental non-commercial communication service**, which is carried out by Amateur Radio operators around the globe. Often referred to as "Hams" they use various modes of radio frequency transmissions to communicate and practice radio operation under ever changing conditions. In case of emergencies Ham Radio operators are able to establish communication when and wherever needed.

Since 1981 Ham Radio operators have worked to establish a network that allows reliable digital radio communication worldwide. The Sonnblick Observatory has been connected to this world wide digital network since then. This system started as **Packet Radio** and was a predecessor from the actual world wide web. Further developing those systems in 2005, Austrian Radio Operators started experimenting with much faster IP based networks. This allowed even faster and more reliable data transfer. **Hamnet** ( **High-speed Amateur Radio Multimedia Network** ) began to establish as a new standard in digital communications. Previous systems installed at the Sonnblick Observatory were replaced in 2012 with Hamnet systems.

Due to its remote and unique location the Sonnblick Observatory became a very important link between Salzburg ( Gernkogel ) and Carinthia ( Dobratsch ) allowing to gain practical experience and learn to build more reliable digital communication networks. For example:

- Simulation data about high performance antennas over long distances.
- Monitoring and comparing signal attenuation from different locations.
- Radio frequency propagation studies



Antennenmontage 5Ghz Parabolantenne  
Mounting 5Ghz parabol dish  
Quelle/Source: Norbert Gröger

67



### Autoren /Authors

Daniel Gröger OE7DDI, Christian Wolfbauer OE5CWO  
Österreichischer Versuchssenderverband

### Ansprechpartner /Contact Person

Norbert Gröger  
Österreichischer Versuchssenderverband  
Email: oevsv@oevsv.at  
www.oevsv.at



## Forschungsaktivitäten Research Activities

## Verschiedenes Miscellaneous

68



### Digitalfunk BOS Österreich

#### TETRA:

Der *Digitalfunk BOS Austria*, basierend auf dem europäischen Funk-Standard TETRA, ist abgestimmt auf die speziellen Anforderungen von Polizei, Feuerwehr, Rotem Kreuz sowie Bergrettungs-, Wasserrettungs- und Höhlenrettungsdienst.

Er ermöglicht eine deutlich verbesserte Kommunikation und Datennutzung der Einsatzkräfte.

*Das bedeutet konkret die Steigerung der Sicherheit für die Bevölkerung.*

#### STANDORT SONNBLICK OBSERVATORIUM:

Mit ca. 160 Funkbasisstationen wird das gesamte Bundesland Salzburg funktechnisch versorgt. Um im hochalpinen Gebiet eine hervorragende Funkqualität sicher zu stellen waren auch Standorte in exponierter Lage zu realisieren.

Der Sender am Sonnblick-Observatorium ist der höchstgelegene Standort für *Digitalfunk BOS Austria* und seit 31.8.2017 in störungsfreiem Betrieb.

Er versorgt das Rauriser Tal ab Bucheben und das gesamte Sonnblick-Massiv auf Salzburger Seite.

*Auch in entlegenen Gebieten und im hochalpinen Gelände wird für die Rettungs- und Einsatzkräfte hervorragende Funkversorgung sichergestellt.*

#### UMWELTMEDIZINISCHE BEURTEILUNG:

Es werden nur Funkanlagen errichtet, deren Immissionswert an Orten, wo sich ständig Menschen aufhalten, kleiner als  $0,0001 \text{ W/m}^2$  (PEAK) beträgt. (Die ÖVE/ÖNORM E 8850 sieht einen Referenzwert für

*Als weltweit einziges Funksystem wird Digitalfunk BOS Austria Salzburg umweltmedizinisch zertifiziert.*

#### Autoren /Authors

Wolfgang Gusmag | wolfgang.gusmag@salzburg.gv.at  
Leiter Standorteinrichtung

### Digital Radio BOS Austria

#### TETRA:

The digital radio (communication) system, BOS Austria, based on the European standard TETRA, is designed for the specific requirements of the Police, Fire services and Red Cross, as well as the, mountain, cave and water rescue services. It allows for improved communication and information networking for and between the task forces.

*This means concretely increasing security for the population.*

#### SITE SONNBLICK OBSERVATORIUM:

With approximately 160 radio base stations, the radio communication system for the entire Salzburg province is covered. In order to provide qualitative communications in high alpine regions, radio station sites exist in high alpine and remote areas.

Our transmitter on Sonnblick Observatory, is the highest location for Digitalfunk BOS Austria. It has been in operation without disruption since 31.08.2017.

It covers the region Rauris valley from Bucheben and the entire Sonnblick-mountain range from the Salzburg side.

*Radio communication for rescue services and other task forces are also guaranteed in high alpine regions and remote areas.*

#### ENVIRONMENTAL HEALTH ASSESSMENT:

Only radio installations with immission-values lower than  $0.0001 \text{ W/m}^2$  (PEAK) in places where people are permanently located are going to be realized.

(The ÖVE/ÖNORM E 8850 allows a reference value for the general population of  $2,0 \text{ W/m}^2$ )

*The digital radio system BOS Austria, Salzburg, is the only radio system, worldwide to be certified with a medical environmental certificate*

#### Ansprechpartner /Contact Person

Martin Harter | martin.harter@salzburg.gv.at  
Projektleiter Digitalfunk BOS Austria Salzburg

### EPOSA Echtzeitpositionierung Austria

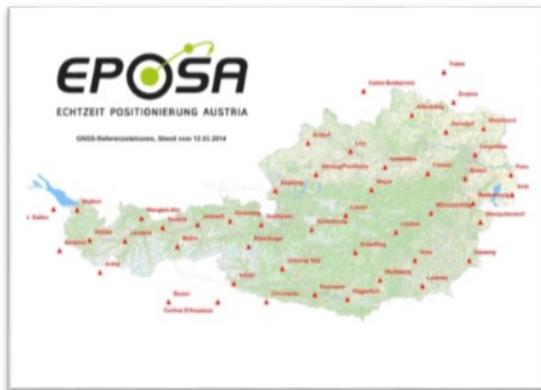


Abb.1: Referenzstationen von EPOSA  
Fig.1: network of EPOSA reference stations  
Quelle/Source: EPOSA

Das Referenzstationsnetzwerk von EPOSA besteht seit 2003 in verschiedenen Ausbaustufen, seit 2006 flächendeckend in Österreich. Es ist eine Kooperation aus den Infrastrukturen der Energie Burgenland AG, der ÖBB- Infrastruktur AG und der Wiener Netze GmbH. EPOSA ermöglicht eine Positionsbestimmung in Echtzeit mit einer Genauigkeit von 1-5 Zentimeter.

Seit 2018 ist auch das Sonnblickobservatorium mit einer Empfangsantenne Teil dieses Netzwerkes.

Zusätzlich zu den in Echtzeit ermittelten Korrekturwerten für die Positionierung werden auch die Satelliten-Signalrohdaten im Sekundentakt aufgezeichnet. Mit diesen Daten können im Post Processing weitere Folgeprodukte erzeugt werden.

Ein Beispiel sind verbesserte und präzisere Kurzzeitwetterprognosen, die aus den Berechnungen von RINEX-Daten der Referenzstationen (GPS- und GLONASS-Signale) und terrestrisch aufgenommenen Wetterdaten berechnet werden.

### EPOSA Realtime positioning Austria

The reference station network of EPOSA is running since 2003. This network is a cooperation between the companies Energie Burgenland AG, ÖBB-Infrastruktur AG and Wiener Netze GmbH. Since 2006 it is covering whole of Austria. EPOSA supports the user with correction signals to achieve positions with an accuracy of 1-5 centimeters.

Since 2018 the Sonnblick Observatory is part of the EPOSA network.

Additionally the real time correction data the network is permanently recording satellite raw data at a rate of 1 second for all reference stations. These data are used in post processing to generate additional products.

For example short term weather forecasts are generated much more precisely using RINEX-data from reference stations containing GPS and GLONASS-data.

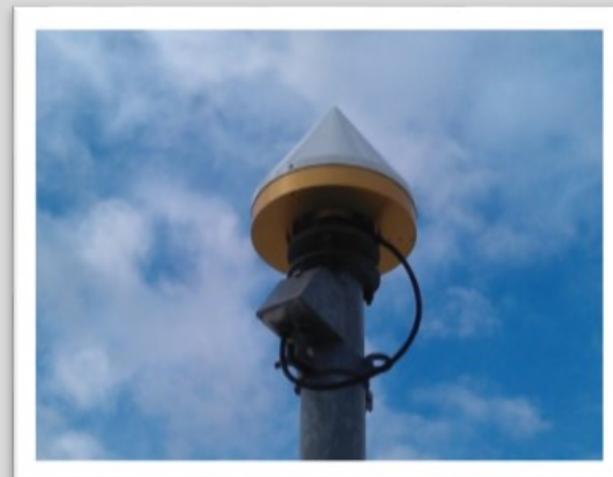


Abb.2: GNSS Antenne EPOSA  
Fig.2 GNSS antenna EPOSA  
Quelle/Source: EPOSA

#### Autoren /Authors

Christian Klug<sup>1)</sup>

1) Wiener Netze GmbH, Abteilung Geoinformation und Vermessung

#### Ansprechpartner /Contact Person

Dipl.-Ing. Christian Klug

Echtzeit Positionierung Austria

Email: christian.klug@eposa.at

www.eposa.at

# Notizen

## Notes



70



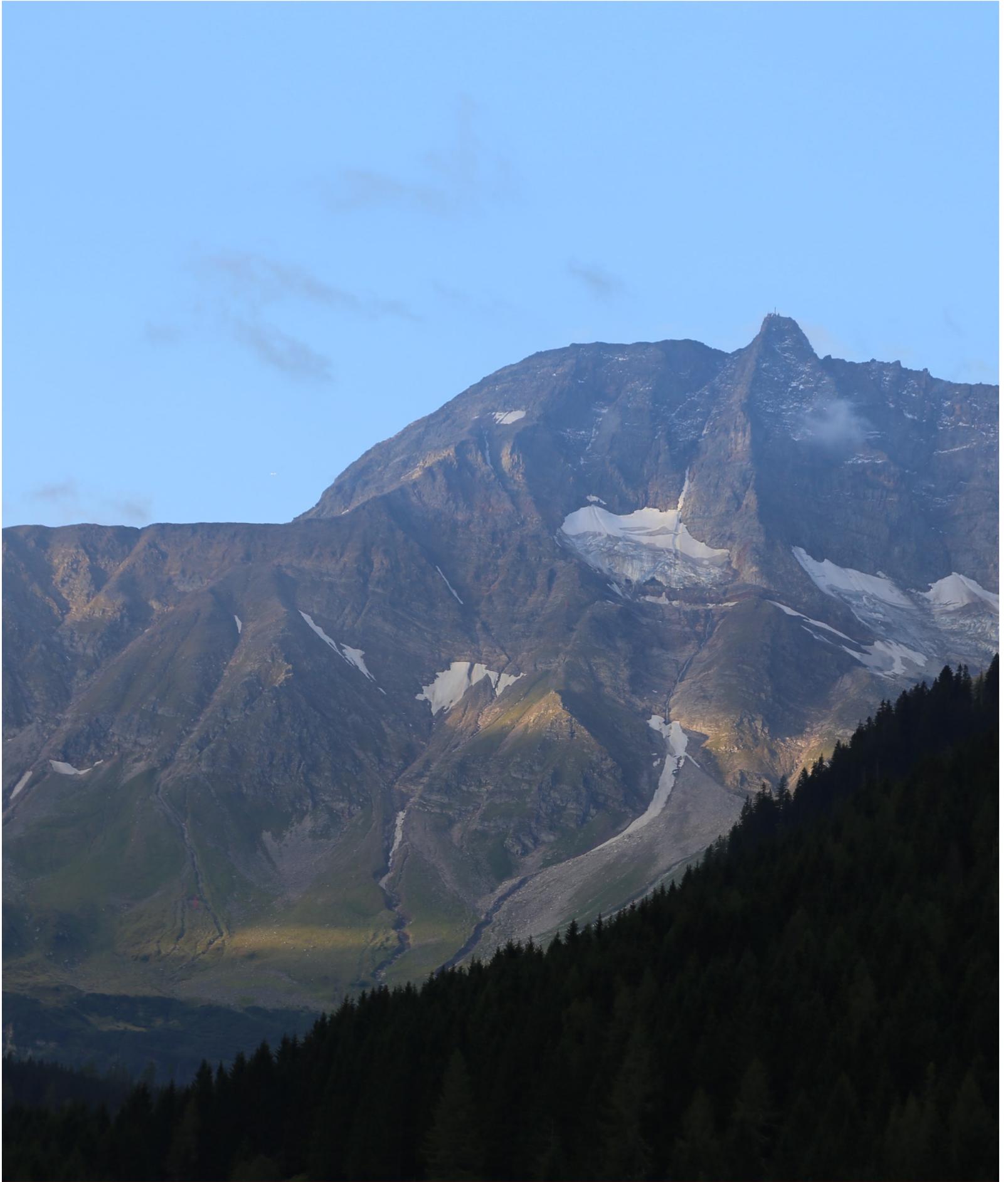
# Notizen

## Notes



71





**Sonnblick Observatorium**  
**Sonnblick Observatory**

