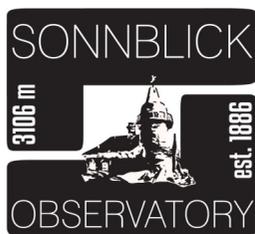


2019

# 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](mailto:elke.ludewig@zamg.ac.at)) und AutorInnen

Fotos:

L. Rasser (Titelseite),

H. Scheer (Titelinnenseite)

L.Rasser, M.Daxbacher, N.Daxbacher, H.Scheer,  
E.Ludewig, G.Weyss (Innenrückseite)

E. Ludewig (Rückseite)

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

Auflagenzahl: 1000

Erscheinungsdatum: März 2019

## Imprint

Publisher: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG),  
Hohe Warte 38, 1190 Vienna, Austria

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

Photos:

L. Rasser (cover),

H. Scheer (cover inside),

L.Rasser, M.Daxbacher, N.Daxbacher, H.Scheer,  
E.Ludewig, G.Weyss (reverse inside)

E. Ludewig (reverse side)

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

Circulation volume: 1000

Date of publication: March 2019

# Inhalt

## Content

### Inhalt

#### Vorworte

Vorwort BMBWF ..... 6

Vorwort Observatoriumsleitung ..... 7

#### Allgemeines

Das Sonnblick Observatorium ..... 8

Institutionen hinter dem Sonnblick Observatorium ... 9

Das Team Sonnblick Observatorium ..... 10

Forschungskonzept ENVISON ..... 11

Forschen am Hohen Sonnblick? ..... 12

Infrastruktur Teil I: Infrastrukturmaßnahmen ..... 13

Infrastruktur Teil II: IT-Infrastruktur ..... 14

#### Internationale Netzwerke

Internationale Netzwerke  
und der Weltklimarat (IPCC) ..... 15

#### Forschungsaktivitäten

##### **Meteorologie**

Exponierter Standort—Messrekorde ..... 16

TAWES ..... 17

##### **Strahlung**

Langzeitmessung des Gesamt ozons und der  
spektralen UV Strahlung ..... 18

Das österreichische UVB-Messnetz ..... 19

ARAD/BSRN: Strahlungsmessungen ..... 20

##### **Niederschlag, Deposition**

Saurer Regen und Überdüngung ..... 21

PureAlps: Schadstoffmonitoring ..... 22

NISBO: Niederschlagsisotopen ..... 24

ANIP: Isotopenmessnetz ..... 25

### Content

#### Preface

Preface BMBWF ..... 6

Preface Head of the Sonnblick Observatory ..... 7

#### General Facts

The Sonnblick Observatory ..... 8

Institutions behind the Sonnblick Observatory ..... 9

The Team Sonnblick Observatory ..... 10

Concept of Research: ENVISON ..... 11

Research at Mt. Hoher Sonnblick? ..... 12

Infrastructure Part I: Infrastructure Measures ..... 13

Infrastructure Part II: IT-Infrastructure ..... 14

#### International Network

International Networks  
and IPCC ..... 15

#### Research Activities

##### **Meteorology**

Exposed Site—Measuring Records ..... 16

TAWES ..... 17

##### **Radiation**

Longterm measurements of total ozone and  
spectral UV radiation ..... 18

Austrian UV-B Monitoring Network ..... 19

ARAD/BSRN: Radiation Measurements ..... 20

##### **Precipitation, Deposition**

Acid Rain and Nitrogen Input ..... 21

PureAlps: Monitoring of persistent pollutants ..... 22

NISBO: Stable Isotopes of Precipitation ..... 24

ANIP: Isotope Monitoring ..... 25

# Inhalt

## Content

4



### Inhalt

#### **Spurengase & Luftschadstoffe**

Spurengasmessung am Sonnblick.....	26
Evaluierung von globalen und regionalen Copernicus Spurengasmodellierungen .....	27
MONET—MONitoring NETwork für persistente organische Komponenten (POPs) .....	28

#### **Aerosole & Wolken**

Aerosolmessung .....	29
Schwarzer und Brauner Kohlenstoff .....	30
Ruß auf Luftfiltern vom Sonnblick .....	31
Projekt DUSTFALL .....	32
Saharastaubprognose .....	33
Ceilometermessung .....	34

#### **Eisdeposition & Eiskristalle**

Eislastmessungen am Sonnblick .....	35
Das Rätsel der Eismultiplikation .....	36

#### **Schnee-Analyse**

Die höchstgelegene Lawinenstation .....	37
Schneechemie.....	38
Wüste im Schnee .....	39
Weiß wie Schnee .....	40
Fingerabdrücke der Vergangenheit im sekundären organischem Aerosol .....	41

#### **Glaziologie**

Gletscherbeobachtung .....	42
Entwicklung eines Gletscher-Informationssystemes in Echtzeit .....	43

### Content

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

Monitoring of trace gases at Sonnblick.....	26
Evaluation of Copernicus Atmosphere Monitoring Service Products .....	27
MONET—MONitoring NETwork of persistent organic compounds (POPs) .....	28

#### **Aerosols & Clouds**

Aerosol Measurements .....	29
Black and Brown Carbon .....	30
Soot on air filters from Mount Hoher Sonnblick .....	31
Project DUSTFALL .....	32
Saharan dust forecast.....	33
Ceilometer Measurements .....	34

#### **Deposition of Ice & Ice Crystals**

Measuring Iceloads at Sonnblick.....	35
The Mystery of Ice Multiplication .....	36

#### **Snow-Analysis**

The highest situated avalanche site .....	37
Snow Chemistry.....	38
Desert in snow.....	39
As white as snow .....	40
Fingerprints of past in the secondary organic aerosole .....	41

#### **Glaciology**

Longterm Glacier Monitoring .....	42
Towards a remote glacier monitoring in near real time .....	43

# Inhalt

## Content

### Inhalt

#### **Permafrost & Seismologie**

Permafrost Monitoring am Hohen Sonnblick .....	44
Beobachtung der Auftauschicht mittels elektromagnetischer Methoden .....	45
Steinschlag Monitoring Sonnblick Nordwand.....	46
Sonnblick Seismologisches Monitoring.....	47

#### **Radioaktivität & Radionuklide**

Messung der Ortsdosisleistung.....	48
Überwachung der Radioaktivität in Luft .....	49
Langzeitmessung von <sup>222</sup> Radon-Folgeprodukten.....	50

#### **Biologie & Bioaerosole**

Fledermäuse am Hohen Sonnblick .....	51
Projekt: ProtectAlps .....	52
Luftimpfquellen in Kryosphären-Umgebung.....	53

#### **Obere Atmosphäre**

Wellen am Rande des Weltraums .....	54
-------------------------------------	----

#### **Verschiedenes**

Projekt ASBO 2019 .....	55
Project INTERACT-II.....	56
Alterung textiler Materialien im Bergsport .....	57
Sonnblick (3106m) Erdpotentialmessung .....	58
Österreichischer Versuchssenderverband OE2XSR ....	59
Digitalfunk BOS Österreich .....	60
EPOSA Echtzeitpositionierung Austria .....	61

<b>Notizen</b> .....	62
----------------------	----

### Content

#### **Permafrost & Seismology**

Permafrost Monitoring at Mt. Hoher Sonnblick .....	44
Monitoring the active layer using electromagnetic geophysical methods .....	45
Rockfall Monitoring Sonnblick North Face.....	46
Sonnblick Seismological Monitoring .....	47

#### **Radioactivity & Radionuclides**

Measurement of local dose rate .....	48
Monitoring of Radioactivity in Air .....	49
Long-term observations of <sup>222</sup> Radon-progeny .....	50

#### **Biology & Bioaerosols**

Bats on top of Mt. Sonnblick .....	51
Project: ProtectAlps.....	52
Airborne Inoculation Sources to Cryospheric Environments .....	53

#### **Upper Atmosphere**

Waves at the edge of space .....	54
----------------------------------	----

#### **Miscellaneous**

Project ASBO 2019 .....	55
Project INTERACT-II .....	56
Aging of textile mountaineering equipment .....	57
Sonnblick (3106m)-Earthpotenzialrise .....	58
Amateur Radio Society OE2XSR .....	59
Digital Radio BOS Austria .....	60
EPOSA Realtime positioning Austria.....	61

<b>Notes</b> .....	62
--------------------	----

 **Bundesministerium**  
Bildung, Wissenschaft  
und Forschung



Das Sonnblick Observatorium ist ein einflussreicher Klimabotschafter Österreichs auf nationaler und internationaler Ebene. Monitoring und Forschung werden hier an einem herausforderndem Standort seit 1886 betrieben. Hier arbeitet die ZAMG zusammen mit Universitäten und Institutionen, wie der TU-Wien, der BOKU oder dem Umweltbundesamt zusammen um Änderungen in Klima und Umwelt zeitnah zu erfassen und bedingt Maßnahmen zu ermöglichen. Hier wird deutlich, dass Klima alle betrifft und man gemeinsam mit Hilfe dieser starken internationalen Forschungsinstitution in Österreich am Forschungsweltmarkt mithalten kann.

Im November 2018 konnte ich mir persönlich ein Bild über Österreichs einzigartigen Forschungsstandort auf 3.106m Höhe machen. Seit Jahrhunderten um die Klimaaufzeichnungen bemüht, ist das Sonnblick Observatorium fester Bestandteil der klima- und umweltbedeutenden Mess- und Forschungsprogramme der Weltmeteorologischen Organisation, sowie Anlaufstelle für Forschungsprojekte im Bereich Atmosphäre, Kryosphäre und Biosphäre. Gleichzeitig wird das Sonnblick Observatorium als Teststandort für alpine und spezifische Analysen herangezogen. So wird derzeit daran gearbeitet das Sonnblick Observatorium wieder verstärkt in der Wolkenforschung zu etablieren um im Rahmen der europäischen Forschungsinfrastruktur ACTRIS eine besondere Rolle für Wolkenmessgeräte einzunehmen.

Das BMBWF freut sich über die langjährige Zusammenarbeit und ein neues Jahr voller spannender wissenschaftlicher Erkenntnisse.

The Sonnblick Observatory is an influential climate ambassador of Austria on a national and international level. Here, monitoring and research are conducted at a challenging location since 1886. Here, ZAMG works together with universities and institutions such as TU Vienna, BOKU or the Federal Environmental Agency to promptly record changes in the climate, the environment and to allow for taking limited measures.

Here it becomes clear that climate affects everyone and that we can keep up with the global research status, together with the help of this strong Austrian research institution.

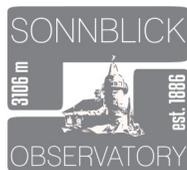
I was able to personally get an idea of Austria's unique research location at 3,106m altitude in November 2018. For centuries, the Sonnblick Observatory has been an integral part of the climate and environmental measurement and research programs of the World Meteorological Organization, as well as a contact point for research projects in the atmosphere, cryosphere and biosphere. And as the same time, the Sonnblick Observatory is used as a test site for alpine and specific analysis. For example, the Sonnblick Observatory is currently being increasingly re-established in cloud research in order to play a special role in cloud measuring instruments within the framework of the European research infrastructure ACTRIS.

The BMBWF is pleased about the long-standing cooperation and a new year full of exciting scientific findings.

**Univ.-Prof. Dr. Heinz Faßmann**

Bundesminister für Bildung, Wissenschaft und Forschung

*Federal Minister for Education, Science and Research*



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

Mit der Übernahme der Leitung des Sonnblick Observatoriums 2016, verfolgte ich das Ziel die Forschungsfelder des Sonnblick Observatoriums in seinen Kernkompetenzen klar auf zu zeigen, diese zu intensivieren und damit die Einrichtung noch stärker zu den gefragtesten, weltweit anerkanntesten Forschungsstätten zu etablieren. Die vielen am Sonnblick Observatorium tätigen Wissenschaftler haben hier schon vor meiner Zeit unglaubliches geleistet, was es erleichtert den internationalen Status unseres Observatoriums langfristig zu sichern und zu steigern.

Doch neben der Forschung spielte stets die Infrastruktur eine große Rolle. Die Aufrechterhaltung einer hochtechnischen Forschungseinrichtung im Hochgebirge ist aufwendig und verlangt nach regelmäßigen Investitionen. Im Jahre 2018 konnte mit der Erneuerung der Sonnblick Seilbahn eine solche Investition gemeistert und die Sicherheit für Personal und Wissenschaftler vor Ort gesteigert werden. Gleichzeitig eröffnen sich hieraus neue Möglichkeiten für Zusammenarbeit, Projekte und Forschungsvorhaben. Unter anderem soll das Sonnblick Observatorium zukünftig im Rahmen von ACTRIS, eine paneuropäische Forschungsinfrastruktur mit den Schwerpunkten, Aerosole, Wolken und Spurengase, die derzeit im Aufbau ist, eine tragende Rolle spielen. Darüber hinaus freuen wir uns auf die Zusammenarbeit und die Durchführung von Forschungskampagnen verschiedener Institutionen.

An dieser Stelle darf ich mich bei allen, die 2018 und nun auch wieder 2019 das Sonnblick Observatorium auf verschiedenste Art und Weise unterstützen, herzlichst bedanken.

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

With assumption of a management role at the Sonnblick Observatory in 2016, I pursued my goal to clearly show the fields of research of the Sonnblick Observatory in its core competitions, to develop them and thus establish the institution profoundly to the most sought-after, world-renowned research centers.

The vast number of scientists who have previously worked on the Sonnblick Observatory have done extraordinary work in the past, which makes it easier to secure and promote the international status of our observatory in the long term.

Apart from research, infrastructure has always played a big role. The ongoing maintenance of a high-tech research facility nestled in an high-altitude environment is complex and requires regular investment.

With the renewal of the Sonnblick cable car in 2018, such an investment could be mastered and the safety for personnel and scientists on site increased. At the same time, this opens up new possibilities for renewed cooperation and additional research projects. Among other things, the Sonnblick Observatory will play a major role in the future as part of ACTRIS, a pan-European research infrastructure focusing on aerosols, clouds and trace gases, which is currently under construction. In addition, we look forward to cooperating and conducting research campaigns for various institutions.

At this point, I would like to sincerely thank everyone who supports the Sonnblick Observatory in many ways in 2018 and again in 2019.

**Dr. Elke Ludewig**

Leiterin Sonnblick Observatorium  
*Head of the Sonnblick Observatory*

## Das Sonnblick Observatorium

## The Sonnblick Observatory



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

Das Sonnblick Observatorium wurde 1886 am Hohen Sonnblick, nahe Rauris bzw. Heiligenblut, in Österreich errichtet. Die Gründung basierte auf Diskussionen des Meteorologenkongresses in Rom, der 1879 die Errichtung von Höhenstationen zur Erforschung höherer Atmosphärenschichten ins Auge fasste. 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), den Naturfreunden und dem Ammererhof können Forscher am Berg oder im Tal 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), the „Naturfreunde“ and the „Ammererhof“, researchers have an accommodation at Mt. Hoher Sonnblick and in the valley 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/innen/Authors

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

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

2) Sonnblick Verein

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

# 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

Two institutions stand behind the Austrian research infrastructure Sonnblick Observatory, without them research operation would be impossible: ZAMG & SV

9



### 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 Institution for Meteorology and Geodynamics.*

Die ZAMG mit

Herrn **Direktor Dr. Michael Staudinger**

(Foto) ist Betreiberin des Sonnblick Observatoriums, stellt die MitarbeiterInnen, koordiniert die Forschungs-aufgaben und den Monitoringbetrieb.

The ZAMG with

**Director Dr. Michael Staudinger**

(photo) is the operating company of the Sonnblick Observatory. The ZAMG allocates the employees, coordinates the research assignments and the monitoring.

### SV: Sonnblick Verein

#### SV: Association Sonnblick Verein



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

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

*State governor (retired), First chairman of the 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

**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

## The Team Sonnblick Observatory

10



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 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/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Abteilung Sonnblick Observatorium

### Ansprechpartner/in/Contact Person

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

## Forschungskonzept ENVISON

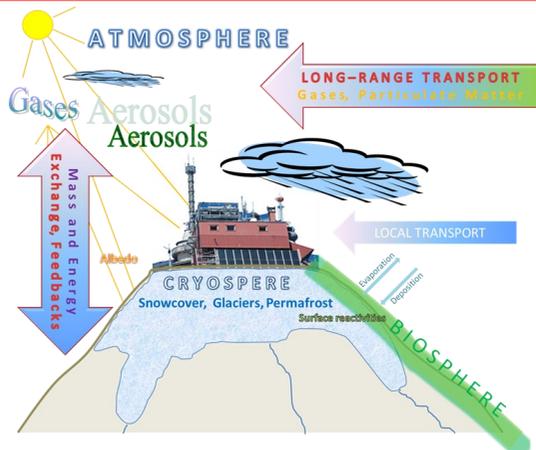


Abb.1: Das Sonnblick Observatorium als Schnittstelle zwischen Atmosphäre, Kryosphäre und Biosphäre.

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 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/innen/Authors

Elke Ludewig  
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.

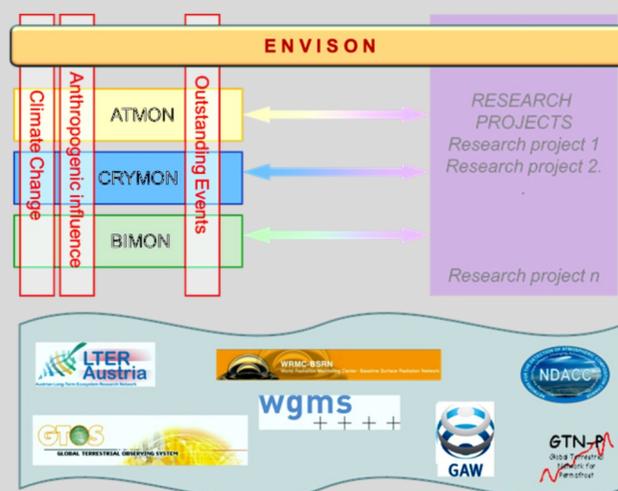


Abb.2: Illustration des Konzepts hinter ENVISON. Quelle: ENVISON, 2016

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

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

### Ansprechpartner/in/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), [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)  
Email: [anneliese.kasper-giebl@tuwien.ac.at](mailto:anneliese.kasper-giebl@tuwien.ac.at), [www.tuwien.ac.at](http://www.tuwien.ac.at)

## Forschen am Sonnblick Observatorium

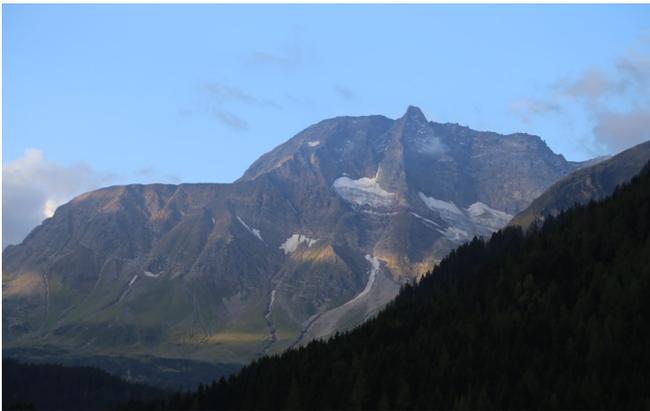


Abb.1: Der Hohe Sonnblick mit der markanten Spitze auf dem das Sonnblick Observatorium steht. Foto von E. Ludewig.

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 Alpenvereinshütte 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 genutzt werden.

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

### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Leitung Sonnblick Observatorium/

Head of the Sonnblick Observatory

## 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/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO

Email: elke.ludewig@zamg.ac.at

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

## Infrastruktur: Teil I Infrastrukturmaßnahmen



Abb.1: Sonnblick Seilbahn des Sonnblick Observatoriums  
Fig.1: Sonnblick Cable Car of the Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: H.Scheer@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.

Beide Infrastruktureinrichtungen sind im Eigentum des Sonnblick Vereins, der große Anstrengungen an den Tag legt diese zu erhalten und zu modernisieren.

Die Stromversorgung erfolgt über eine 20kV-Leitung. Dank dieser emissionsfreien Stromversorgung hat sich das Sonnblick Observatorium zu einer wichtigen internationalen Messstation für Gase, Aerosole und andere Umweltparameter etabliert. Die Anlagenkontrolle und Betriebsführung wurde der Kelag in Auftrag gegeben, als der Sonnblick Verein 2017 die Anlage von der Verbund AG übernehmen musste. Neben der 20kV-Anlage verfügt das Observatorium über ein Notstromaggregat und eine hausinterne unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV). Dadurch kann ein ununterbrochener Messbetrieb gewährleistet werden.

Die Sonnblick Seilbahn wurde im Sommer 2018 erneuert. Die neue Anlage wurde von Doppelmayr Italia Srl / GmbH konstruiert. Ein Kernpunkt der Erneuerung war die Installation einer windstabilen Anlage, um das Observatorium bei jedem Wetter, vor allem bei Sturm zu erreichen. Damit kann der Sonnblick Verein und die ZAMG gewährleisten, dass im Notfall das Personal medizinisch versorgt werden kann und setzte damit ein klares Zeichen in punkto Personalverantwortung. Diese verlässliche Erreichbarkeit fördert zudem den Forschungsbetrieb am Hohen Sonnblick.

### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig  
Sonnblick Verein  
Generalsekretärin

## 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 area, two areas of infrastructure are of particular importance – the cable car system and the power supply. Both facilities are owned by the association Sonnblick Verein, which strives to maintain and modernize it.

Power is supplied via a 20kV power line. Because this is an emission-free power supply, the Sonnblick Observatory has become an important international measuring station for gases, aerosols and other environmental parameters. In 2017 Sonnblick Verein had to replace the 20kV system from the Verbund AG. Sonnblick Verein commissioned the Kelag for controlling and operational management.

In addition to the 20kV system, the observatory has an emergency generator and an in-house uninterruptible power supply (UPS). As a result, an uninterrupted measuring operation can be ensured.

The Sonnblick cable car was renewed in the summer of 2018. The new rope way was constructed by Doppelmayr Italia Srl/GmbH. A key element of the renovation was the installation of a wind-stable system to reach the observatory in all weather, especially during storms. Thus, Sonnblick Verein and ZAMG can ensure that in an emergency all staff can be provided with medical care and prioritizes personnel responsibility. This reliable accessibility also promotes research at Mt. Hoher Sonnblick.



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

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig  
Sonnblick Verein  
Email: elke.ludewig@zamg.ac.at  
www.sonnblick.net

## Infrastruktur: Teil II IT-Infrastruktur

14

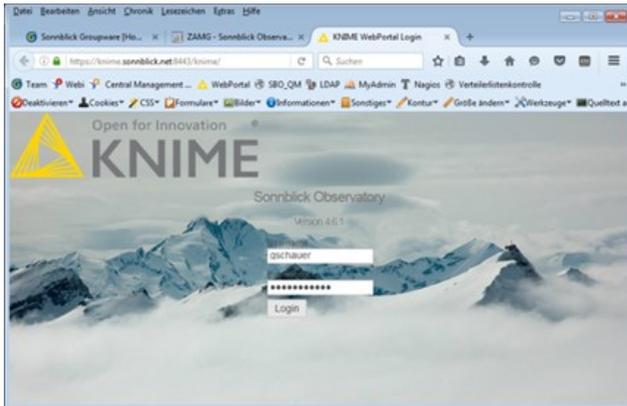


Abb.1: KNIME WebPortal Anmeldeseite  
Fig.1: KNIME WebPortal login page  
Quelle/Source: G. Schauer (Foto: B. Hynek)

Seit Januar 2018 läuft die gesamte Datenverarbeitung für das Sonnblick Observatorium in einem Rechenzentrum in Deutschland und nicht mehr direkt am Sonnblick Observatorium.

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/innen/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.

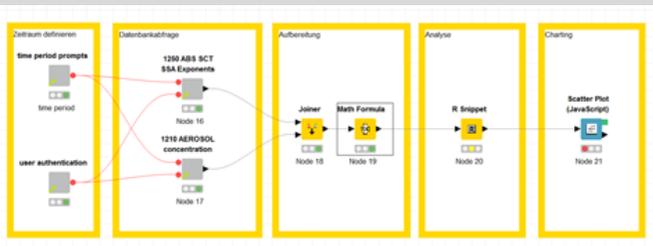


Abb.2: Musterbeispiel eines KNIME - Workflows  
Fig.2: Exemplary KNIME Workflow  
Quelle/Source: G. Schauer

### Ansprechpartner/in/Contact Person

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

# Internationale Netzwerke

## International Network



### Internationale Netzwerke und der Weltklimarat (IPCC)

**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 Messgerätewartung, 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.

Der **Weltklimarat (IPCC=Intergovernmental Panel on Climate Change)** ist eine Institution der Vereinten Nationen, in dessen Auftrag WissenschaftlerInnen den aktuellen Stand der Klimaforschung zusammentragen, bewerten und den neuesten Kenntnisstand zum Klimawandel im IPCC-Bericht veröffentlichen. Dieser Bericht wurde unter anderem geschaffen, um politischen Entscheidungsträgern regelmäßig wissenschaftliche Einschätzungen zum Klimawandel, seine Folgen und potenzielle künftige Risiken zu liefern, sowie Anpassungsmaßnahmen vorzuschlagen

Das **Sonnblick Observatorium** ist mit seinen aktiven Partnern in mehreren solcher internationalen Netzwerken vertreten. Das heißt, dass das Sonnblick Observatorium einen wertvollen Beitrag zu den aktuellen Klimaberichten des IPCCs leistet.

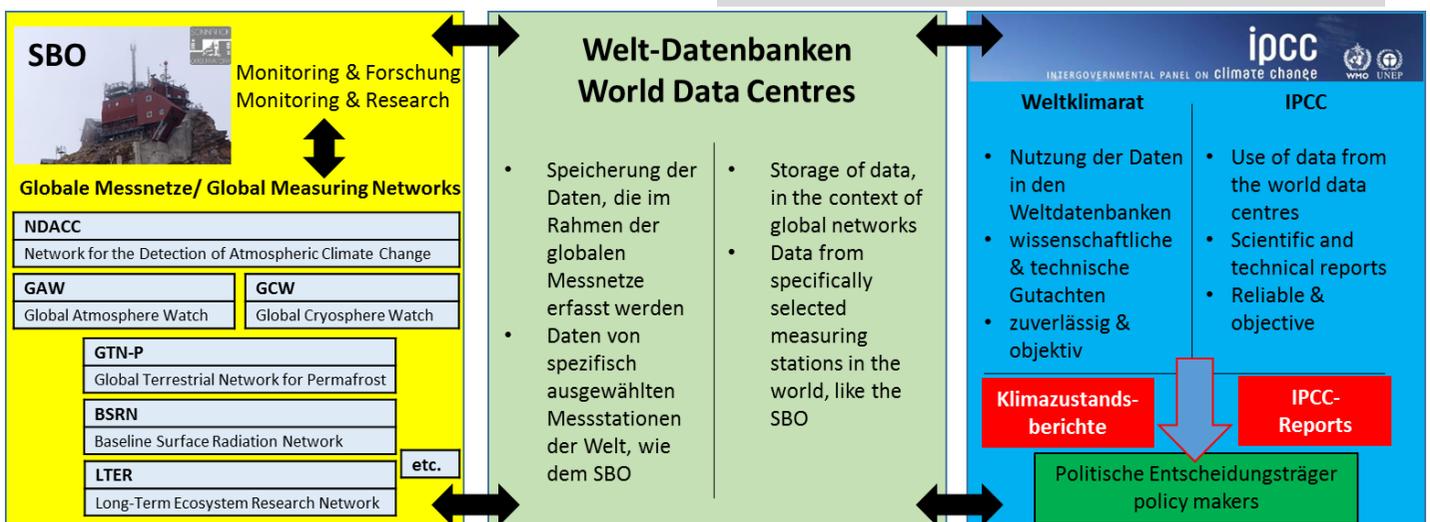
### Internationale Netzwerke and IPCC

**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 researchers all over the world. This helps to analyze global questions like climate change.

The **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)** is the United Nations body for assessing the science related to climate change. The IPCC was created to provide policymakers with regular scientific assessments on climate change, its implications and potential future risks, as well as to put forward adaptation and mitigation options.

The **Sonnblick Observatory** and its partners are a member and active in a number of such international networks. This means that the Sonnblick Observatory makes a valuable contribution to the climate reports of the IPCC.



#### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>  
1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Abteilung Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

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



### Exponierter Standort

### Messrekorde

### Exposed Site

### Measuring Records

16

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
Absolute Maximum	+15,30 °C		30.06.2012		Absolute Maximum
Absolute Minimum	-37,40°C		02.01.1905		Absolute Minimum
Mittel aller Tagesmaxima	+9,4°C		07/2015		Average of all daily maxima
Mittel aller Tageminima	-23,7°C		02/1956		Average of all daily minima

Sonnenscheindauer	WERT	VALUE	ZEIT	TIME	Sunshine duration
Monatsmaximum		299 h		04/2007	Monthly maximum

Wind	WERT	VALUE	ZEIT	TIME	Wind
Böen		201,6 km/h		20.12.1993	Gusts
Monatsmittel		54,72 km/h (15,2m/s)		01/1888	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

Niederschlag	WERT	VALUE	ZEIT	TIME	Precipitation
Maximale Monatssumme		564 mm		09/2001	Maximum Monthly Sum
Größter Tagesniederschlag		183 mm		10/1986	Highest daily amount

Schneedecke	WERT	VALUE	ZEIT	TIME	Snow Cover
Maximale Gesamthöhe		11,90 m		05/1944	Maximum Total Height
Maximale Tagessumme Neuschnee		6,14 m		05/1991	Maximum daily amount of fresh snow
Maximale Monatssumme Neuschnee		100 cm		18.03. 1997 & 30.11.1974	Maximum monthly amount of fresh snow

<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/innen/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/in/Contact Person

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



### TAWES



Abb.1: TAWES Station in Kolm Saigurn auf der Talstation der Sonnblick Seilbahn  
Fig.1: TAWES station in Kolm Saigurn at the roof of the valley station of the Sonnblick cable car.  
Quelle/Source: G.Holleis/SV

Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik verfügt mit rund 300 TAWES Stationen über eines der dichtesten Wetter-Messnetze der Welt. TAWES steht für Teilautomatische Wetterstation. Das TAWES-Messnetz liefert mindestens alle zehn Minuten aktuelle Wetterdaten für Prognosen, Warnungen und Klimaanwendungen. Das Sonnblick Observatorium betreut zwei TAWES Stationen. Eine Wetterstation befindet sich seit 18.10.1995 am Dach der Talstation des Sonnblick Observatoriums. Die andere Station wurde direkt am Sonnblick Observatorium in 3.106m Höhe installiert und löste die Handmessung, die seit 1886 angewendet wurde ab. Diese Wetterstationen liefern minütlich die wichtigsten meteorologischen Parametern, die durch Zusatzbeobachtungen nach WMO-Kriterien am Sonnblick Observatorium ergänzt werden. Das Sonnblick Observatorium liefert alle drei Stunden tagsüber Wetterbeobachtungen für das Global Telecommunication System (GTS) und stündlich das Flugwetter für die Austro Control.

Im Hochgebirge ist die TAWES in Bezug auf Niederschlag eingeschränkt. Hier Vereisen oft die Messinstrumente und liefern fehlerhafte Daten, weshalb am Hohen Sonnblick der Niederschlag zusätzlich per Hand gemessen wird. Die Daten der TAWES werden rund um die Uhr auf Plausibilität und Vollständigkeit geprüft und weisen so einen hohen Qualitätsstandard auf. Die erste Prüfung erfolgt automatisch in Echtzeit, die zweite Prüfung erfolgt mindestens einmal täglich durch Mitarbeiter der ZAMG. Die Prüfung wird von der Softwareapplikation Austria Quality Service, kurz AQUAS, unterstützt. Auf der Webseite [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net) stehen sogenannte Rohdaten zur Verfügung. Diese Daten kommen direkt vom Messinstrument und durchliefen keine Prüfung. Damit können wir rund um die Uhr einen aktuellen Eindruck über der Istsituation am Hohen Sonnblick vermitteln.

### TAWES

The Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik has around 300 TAWES stations and hence one of the densest weather monitoring network in the world. TAWES stands for semi-automatic weather station. The TAWES monitoring network provides current weather data for forecasts, warnings and climate applications at least every ten minutes.

The Sonnblick Observatory hosts two TAWES stations. A weather station has been established on the roof of the valley station of the Sonnblick cable car on 18.10.1995. The other station was installed directly at the Sonnblick Observatory at 3.106m altitude and replaced the hand measurements, which has been used since 1886.

These two weather stations provide the most important meteorological parameters every minute, supplemented by additional observations according to WMO criteria at the Sonnblick Observatory. The Sonnblick Observatory provides weather observations for the Global Telecommunication System (GTS) every three hours during the day and aviation weather for the Austro Control every hour.

In the high-altitude mountains, the TAWES is limited in terms of precipitation. Here, often the measuring instruments freeze and provide erroneous data, which is why on Mt. Hoher Sonnblick the precipitation is additionally measured by hand.

The data of the TAWES are checked round the clock for plausibility and completeness and thus have a high quality standard. The first check is done automatically in real time, another check is done at least once a day by ZAMG staff. The test is supported by the software application Austria Quality Service, AQUAS.

On the website [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net) so-called raw data are available. These data come directly from the instruments and did not undergo checking. This gives us an up-to-date impression of the current situation on the Hohe Sonnblick around the clock.



Abb.2: TAWES am Sonnblick Observatorium  
Fig.2: TAWES at the Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: ZAMG



#### Autoren/innen/Authors

Leo Hettegger1)  
1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Leo Hettegger  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Email: [l.hettegger@zamg.ac.at](mailto:l.hettegger@zamg.ac.at)  
[www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)



### Langzeitmessung des Gesamtozons und der spektralen UV Strahlung

### Long-Term Monitoring of Total Ozone and Spectral UV Radiation

18



Abb.1: Das Bentham Spektralradiometer auf der Südterrasse des Observatoriums.  
Fig.1: The Bentham spectral radiometer at the South-facing terrace of SBO.  
Quelle/Source: S. Simic

Seit 1994 wird am Hohen Sonnblick kontinuierlich Ozon und spektrale UV Strahlung gemessen. Diese Messungen stellen eine wesentliche Voraussetzung zur Abschätzung der Auswirkungen von UV Strahlung auf Mensch und Ökosystem, sowie der Wechselwirkungen mit anderen atmosphärischen Parametern dar. Hohe Qualität und Verfügbarkeit der Daten 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. Messgenauigkeit wird durch regelmäßige Kalibrierungen und 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 Spektralradiometer 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>.

Spectral UV radiation and total ozone column is monitored continuously at Hoher Sonnblick Observatory since 1994. These measurements 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. High data quality is assured through regular calibrations and international intercomparison campaigns. A Brewer spectrophotometer monitors UV irradiance, total ozone and vertically resolved ozone. In 1997 a Bentham spectroradiometer was installed, extending the spectral and temporal resolution for UV. The data records of total ozone and UV irradiance – now over 20 years long – are among the longest available in Europe and help to better understand the ozone layer and UV ground irradiance alike. Total ozone data is published via ORF teletext at page 644.6 and online at <https://imp.boku.ac.at/Strahlung/messwert.htm>.

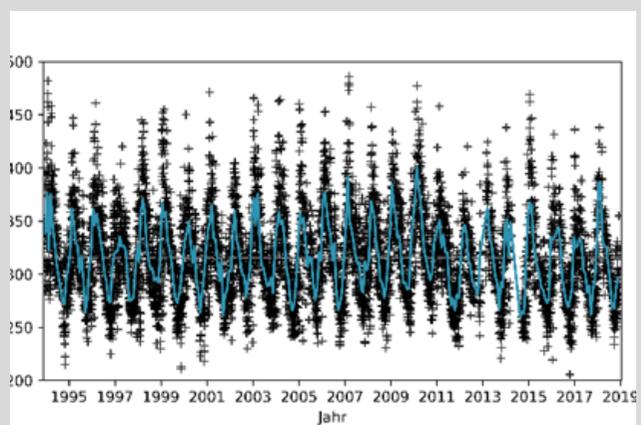


Abb.1: Tägliche Gesamtozonwerte (schwarz) und Monatsmittel (blau).  
Fig.1: Daily total ozone column (black) and monthly mean values (blue).  
Quelle/Source: S. Simic



Federal Ministry  
Republic of Austria  
Sustainability and Tourism

#### Autoren/innen/Authors

S. Simic  
Universität für Bodenkultur, Institut für Meteorologie

#### Ansprechpartner/in/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.ac/met/>

### Das österreichische UVB-Messnetz

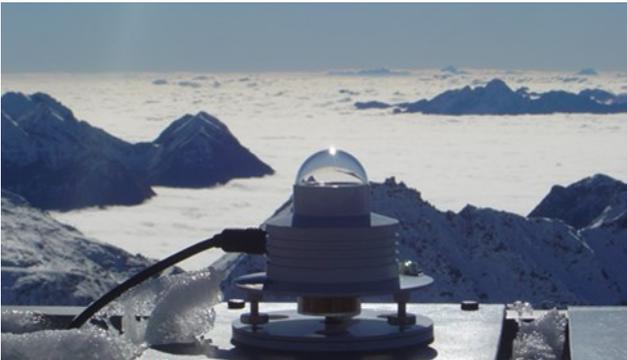


Abb.1: Das UV-Biometer von CMS Schreder über der Wolkendecke auf 3106 m.  
Fig.1: The UV-biometer built by CMS Schreder above the clouds at 3106 m.  
Quelle/Source: S. Simic

Der UV-B Anteil der Sonnenstrahlung hat sowohl positive, als auch negative Effekte auf den menschlichen Körper. Eine UV Überexposition hat akut Sonnenbrand und chronisch ein erhöhtes Hautkrebsrisiko zu Folge. Unterexposition führt zu einem Vitamin-D Mangel, welcher ebenfalls Risiken für die Gesundheit birgt. 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 in Österreich liefern, zusammen mit vier Weiteren in der Schweiz und Deutschland, 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 solar radiation has both positive and negative effects on the human body. An overexposure of UV radiation acutely causes sunburn and chronically a higher risk of skin cancer. Underexposure on the other hand results in a vitamin-D deficiency which also involves various health risks. Delivering up-to-date information about current surface levels of UV radiation to a broad public in high quality is essential to assess and minimise risks for human health through UV radiation (e.g. sunburn, skin cancer, etc.). 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 in Austria, along with an additional four in Switzerland and Germany are delivering data to the network continuously. Now 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.

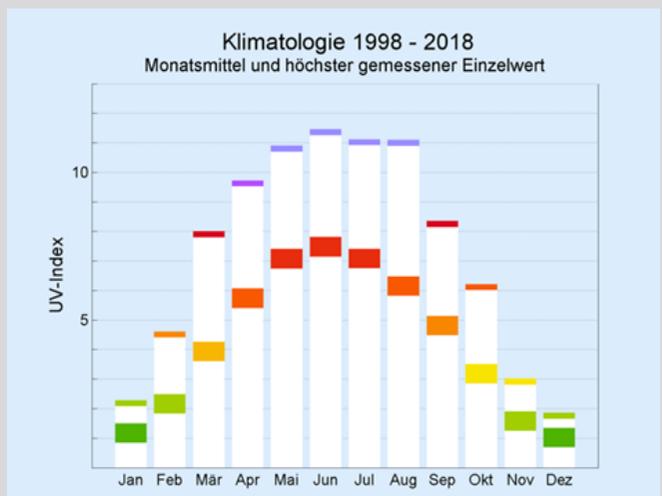


Abb.1: Monatsmittel des UV-Index am Sonnblick Observatorium von 1998-2018.  
Fig.1: Mean monthly UV-index at Sonnblick observatory from 1998 to 2018.  
Quelle/Source: uv-index.at



Federal Ministry  
Republic of Austria  
Sustainability and Tourism

#### Autoren/innen/Authors

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

1) Universität für Bodenkultur, Institut für Meteorologie

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Stana Simic

Institut für Meteorologie

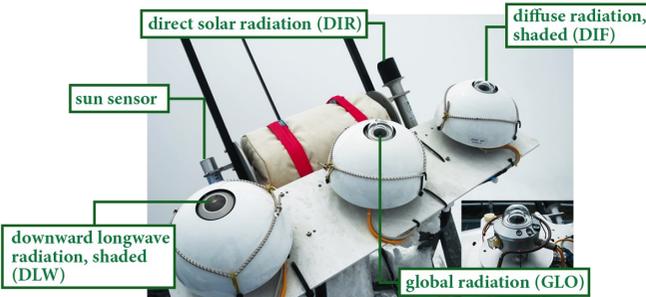
Email: [stana.simic@boku.ac.at](mailto:stana.simic@boku.ac.at)

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



### ARAD/BSRN

#### Strahlungsmessung



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 stations.



Solartracker  
Foto von H. Scheer  
Photo by H. Scheer



#### Autoren/innen/Authors

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

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Mag. Dr. Marc Olefs  
IZAMG, Klimaforschung  
Email: [marc.olefs@zamg.ac.at](mailto:marc.olefs@zamg.ac.at)  
[www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)



## Saurer Regen und Überdüngung



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

Als die Messungen der chemischen Zusammensetzung des Niederschlags am Sonnblick begonnen wurden, 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, von 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.

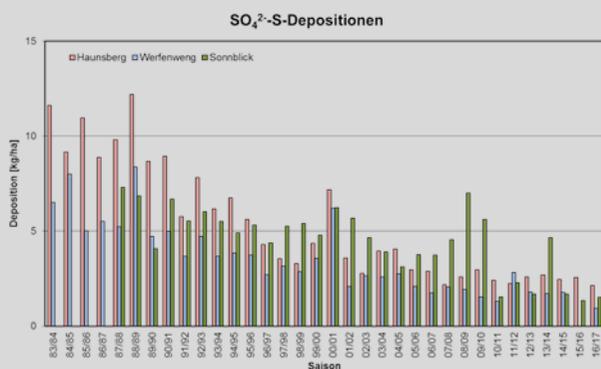


Abb.2: Zeitlicher Verlauf des Eintrags durch Nasse Deposition von Sulfat  
Fig.2: Temporal trend of wet deposition loads of sulfate  
Quelle/Source: Bericht zur Nassen Deposition in Salzburg (2018)

### Autoren/innen/Authors

A. Kasper-Giebl<sup>1)</sup>, T. Steinkogler<sup>1)</sup>, A. Kranabetter<sup>2)</sup>

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

2) Amt der Salzburger Landesregierung, Immissionsschutz

### Ansprechpartner/in/Contact Person

ao. Prof. DI Dr. Anne Kasper-Giebl

TU-Wien, E 164

Email: akasper@mail.tuwien.ac.at

www.cta.tuwien.ac.at



### PureAlps

#### Schadstoffmonitoring

22



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 mehr als 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 (PCDD/F), PCB, Organochlor-Pestizide (z.B. DDT) oder Flammschutzmittel. Seit 2017 werden auch Quecksilber und seit 2018 perfluorierte Tenside (PFT) im Niederschlag gemessen.

Um die Bedeutung der POP Einträge für die alpine Nahrungskette abschätzen zu können werden auch Wildtiere wie Gämsen, Murmeltiere, Füchse oder Haubentauchereier auf POPs untersucht.

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 in Österreich die Umweltbundesamt GmbH und in Deutschland das Bayerische Landesamt für Umwelt und auf der Zugspitze die Umweltforschungsstation Schneefernerhaus. In dieser Kooperation können Unterschiede im Eintrag der Schadstoffe zwischen Nördlichen Kalkalpen und Zentralalpen erfasst werden. Zudem werden Synergien in Probenahme-technik und Analytik genutzt.

### PureAlps

#### Monitoring of persistent pollutants

PureAlps is the continuation of a more than 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.

Starting with 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 (PCDD/F), PCBs, organochlorine pesticides (e.g. DDT) and flame retardants. Since 2017 Mercury and since 2018 also Perfluorinated Compounds (PFC) are included in the program.

To estimate the relevance of the POP impact into the alpine food chain also wild animals like chamois, foxes, marmots or eggs of great crested grebe will be analysed for POPs .

The aim of the project 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 Decabromdiphenylethane (DBDPE) have been detected in increasing concentrations in recent years.

The PureAlps project partners are in Austria the Sonnblick Observatory and the Environment Agency Austria and in Germany the Environmental Research Station "Schneefernerhaus" at the Zugspitze, together with the Bavarian Environment Agency. This cooperation enables the detection of differences in pollution levels between the Northern Limestone Alps and the Central Alps and the exploitation of synergies in sampling techniques and laboratory methods.

Sampling of 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 through cartridges with filter and adsorber material. Deposition is sampled using heated bulk samplers where precipitation is passed through adsorber cartridges. In the ultra-trace laboratories of Environmental Agency Austria and Bavarian Environmental Agency the cartridges are analysed for a wide range of substances.



Die Luft- und Depositionsprobenahme 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 Filter und Adsorbentmaterial saugen.

Die Probenahme zur Deposition erfolgt über beheizte Bulk-Sammler, die den Niederschlag über Adsorbentkartuschen leiten. In den Ultraspurenlabors von Umweltbundesamt und Bayerischem Landesamt für Umwelt werden die Kartuschen auf ein breites Spektrum an Substanzen analysiert.

Die PCDD/F-Depositionen am Sonnblick und an der Zugspitze liegen in vergleichbarer Größenordnung wie die Einträge an urbanen Standorten, wobei die PCDD/F-Depositionen am Sonnblick signifikant höher sind als auf der Zugspitze. In den Wintermonaten wurden am Sonnblick signifikant höhere Einträge als in der warmen Jahreszeit gemessen, an der Zugspitze jedoch nicht.

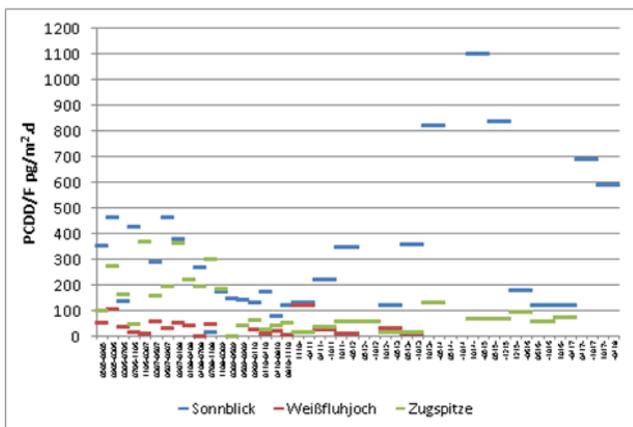


Abb.2: Einträge durch Deposition für PCDD/F am Sonnblick (A) und an der Zugspitze (D) von 2005 bis 2018 und am Weißfluhjoch (CH) bis 2013  
Fig.2: Deposition rates at Mount Sonnblick (A) and Mount Zugspitze (D) from 2005 to 2018 and at Mount Weißfluhjoch (CH) until 2013  
Quelle/Source: Umweltbundesamt GmbH

Die PCDD/F-Luftkonzentrationen an den hochalpinen Standorten entsprechen in etwa dem Konzentrationsbereich von entlegenen Gebieten in Österreich oder den USA und sind erwartungsgemäß um eine bis zwei Größenordnungen geringer als jene in Ballungsgebieten oder nahe Emittenten.

The PCDD/F-deposition rates determined at Mount Sonnblick and Mount Zugspitze are partly in the same magnitude as at urban sites, whereas the PCDD/F deposition rates at Mount Sonnblick are significantly higher than at Mount Zugspitze. At Mount Sonnblick the deposition rates were higher during wintertime than during summertime. This seasonal trend could not be observed at Mount Zugspitze.

The ambient air concentrations at both stations correspond to findings at background sites in Austria or US and are as expected one to two orders of magnitude lower than those monitored in urban areas or emission centers.

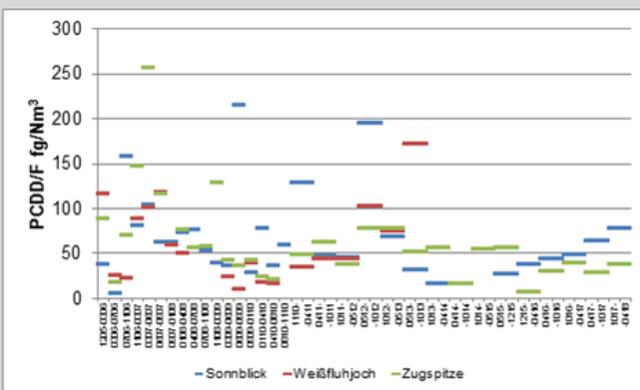


Abb.3: PCDD/F Luftkonzentrationen am Sonnblick (A), an der Zugspitze (D) von 2005 bis 2018 und am Weißfluhjoch (CH) bis 2013  
Fig.3: Ambient air concentrations for PCDD/F at Mount Sonnblick (A) and Mount Zugspitze (D) from 2005 to 2018 and at Mount Weißfluhjoch (CH) until 2013  
Quelle/Source: Umweltbundesamt GmbH



Abb.4: Parallelmessungen erfolgen an der Umweltforschungsstation UFS an der Zugspitze  
Fig.4: Parallel determinations are performed at Mt. Zugspitze, Germany  
Quelle/Source: UFS GmbH



### Autoren/innen/Authors

Korbinian P. Freier<sup>1</sup>, Wolfgang Moche<sup>2</sup>, Peter Weiss<sup>2</sup>,  
Monika Denner<sup>2</sup>  
1) Bayerisches Landesamt für Umwelt, Germany  
2) Umweltbundesamt, Austria

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Wolfgang Moche  
Environment Agency Austria  
Email: wolfgang.moche@umweltbundesamt.at  
http://www.umweltbundesamt.at/



### NISBO

#### Niederschlagsisotopen

24



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



#### Autoren/innen/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/in/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

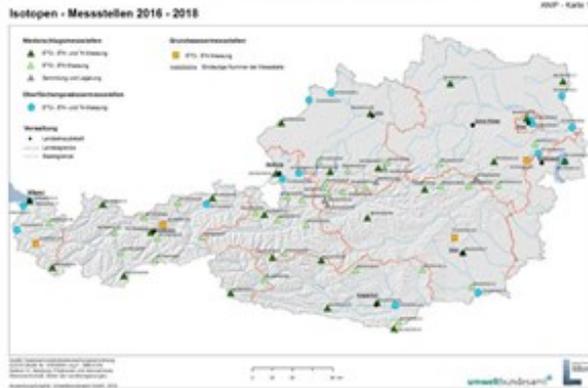


Abb. 1: Österreichisches Messnetz für Isotope im Niederschlag und in Oberflächengewässern (ANIP)

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/innen/Authors

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

### Ansprechpartner/in/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 Observatorium

26

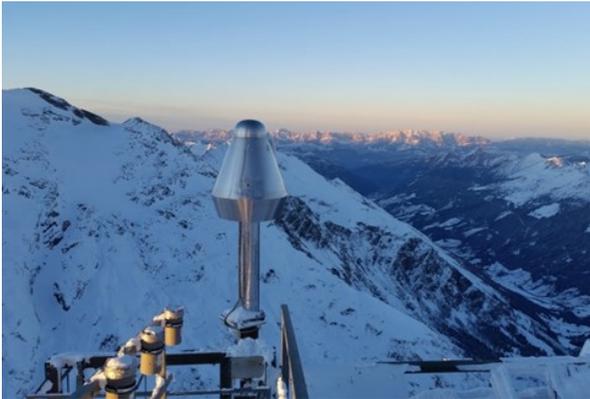


Abb.1: Zentrale Ansaugung für Spurengasmessungen  
Fig.1: Central sampling manifold for trace gas monitoring  
Quelle/Source: Umweltbundesamt

Das Umweltbundesamt führt seit 1988 Messungen von Spurengasen am Sonnblick durch. Erfasst werden Ozon ( $O_3$ ), Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffoxide ( $NO$ ,  $NO_2$ ) sowie die Treibhausgase Methan ( $CH_4$ ) und Kohlenstoffdioxid ( $CO_2$ ). Die Messungen dienen der Erforschung großräumigen Schadstofftransports über Mitteleuropa und der Langzeitüberwachung von Schadstofftrends in der alpinen Region.

Ozon entsteht als sekundärer Luftschadstoff durch die Einwirkung von Sonnenlicht im Zuge komplexer chemischer Prozesse in der Atmosphäre. Für seine Bildung sind die Ozonvorläufersubstanzen Stickstoff-oxide und flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC, non-methane volatile organic compounds) verantwortlich. Zur Ozonbildung in einem globalen Maßstab tragen auch Methan und Kohlenstoffmonoxid bei.

Aus dem Verlauf der Jahresmittelwerte lässt sich kein langfristiger Trend herauslesen. Für den Sommer – der allerdings starke Schwankungen aufweist – ist eine eindeutige Abnahme der Ozonkonzentration zu erkennen (siehe Abbildung). Während für den Herbst und Winter kein Trend zu erkennen ist, zeigt der Trend für den Frühling eine geringe Abnahme der Ozonkonzentrationen.

### Monitoring of trace gases at Sonnblick Observatory

Since 1988, the Environment Agency Austria has been monitoring atmospheric trace gases at the Sonnblick site. These gases include ozone ( $O_3$ ), carbon monoxide (CO), nitrogen oxides ( $NO$ ,  $NO_2$ ) and the greenhouse gases methane ( $CH_4$ ) and carbon dioxide ( $CO_2$ ). 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.

Ozone is formed as a secondary air pollutant by the action of sunlight in the course of complex chemical processes in the atmosphere. The so-called ozone precursors, Nitrogen oxides and volatile organic compounds (NMVOC, non-methane volatile organic compounds) are responsible for the formation of ozone. On a global scale methane and carbon monoxide also contribute to the formation of ozone.

No long-term trend can be deduced from the annual mean values. For summer – which is characterized by strong fluctuations – a clear decrease in the ozone concentrations can be identified (see figure below). While there is no trend for autumn and winter, the trend for spring shows a slight decrease in the ozone concentrations.

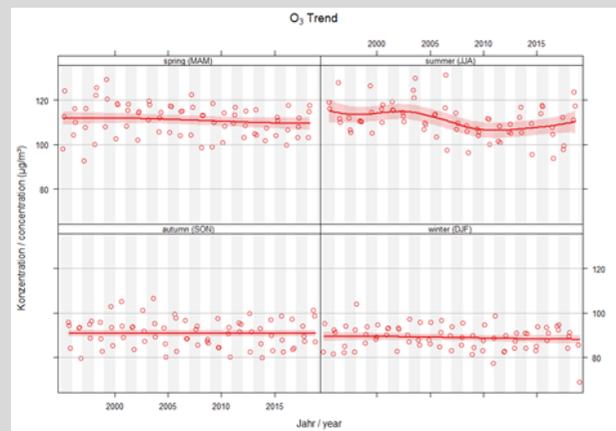


Abb.2: Trend der Ozon-Konzentrationen nach Jahreszeiten, 1995-2018  
Fig.2: Seasonal trend of ozone-concentrations, 1995-2018  
Quelle/Source: Umweltbundesamt

#### Autoren/innen/Authors

Iris Buxbaum<sup>1</sup>, Christian Nagl<sup>1</sup>, Wolfgang Spangl<sup>1</sup>  
1) Umweltbundesamt GmbH / Environment Agency Austria

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Iris Buxbaum  
Umweltbundesamt GmbH  
Email: iris.buxbaum@umweltbundesamt.at  
www.umweltbundesamt.at

### Evaluierung von globalen und regionalen Copernicus Spurengasmodellierungen

### Evaluation of Copernicus Atmosphere Monitoring Service Products

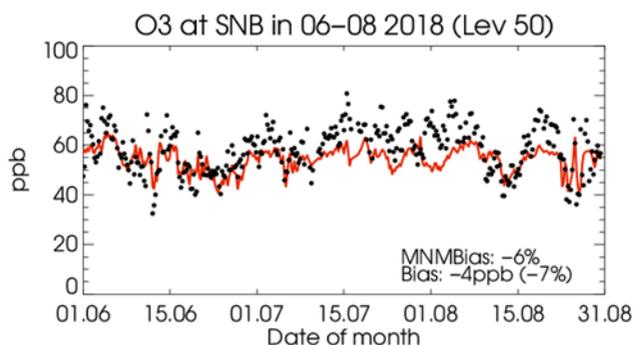


Abb.1: Modellerte 6-stündige Ozon Werte (rot) im Vergleich zu den Messungen (schwarz) für die Station Sonnblick Im Zeitraum Juni –August 2018  
Fig.1: Modelled six-hourly ozone concentrations (red) compared to surface observations (black) for Sonnblick station in the period June to August 2018  
Quelle/Source: A.Wagner

Der Copernicus Atmosphere Monitoring Service CAMS ist Teil des EU-Copernicus Programmes 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 und 2 zeigt den Vergleich zwischen modelliertem Ozon (ppb) des CAMS Globalmodells und gemessenem Ozon am Sonnblick im Zeitraum Juni-August 2018.

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 and 2 shows a comparison between modelled O<sub>3</sub> concentrations (CAMS regional Ensemble) and measured O<sub>3</sub> concentrations for Sonnblick in the period June to August 2018.

More detailed information about CAMS (e.g. quarterly validation reports) can be downloaded at:

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

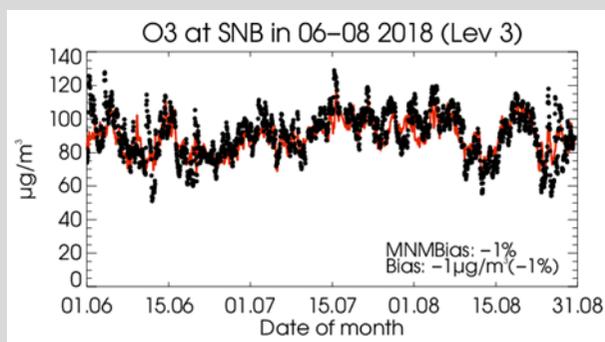


Abb. 2: Modellerte stündliche Ozon-Werte (rot) im Vergleich zu den Messungen (schwarz) für die Station Sonnblick Im Zeitraum Juni –August 2018  
Fig.2: Modelled hourly ozone concentrations (red) compared to surface observations (black) for Sonnblick station in the period June to August 2018  
Quelle/Source: A.Wagner



#### Autoren/innen/Authors

Annette Wagner<sup>1)</sup>

1) Max Planck Institute for Meteorology, Hamburg

#### Ansprechpartner/in/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

28



Abb.1: Passive Sammler am Hohen Sonnblick  
Fig.1: 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 Monitoring-netzwerk (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 Belastungs-situation in den verschiedensten Teilen Europas. Passiv-sammler 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>)

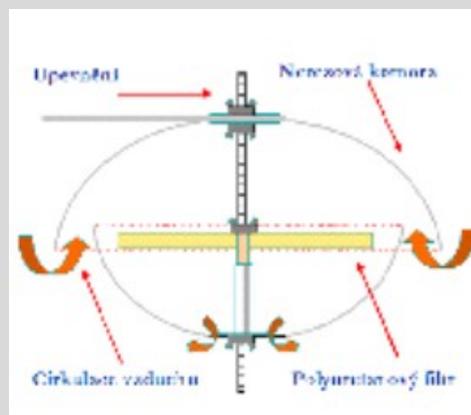


Abb.2: Passive Sammler, Schnitt  
Fig.2: Passive Sampler in section  
Quelle/Source: Rcetox, Brno



Research centre  
for toxic compounds  
in the environment



#### Autoren/innen/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/in/Contact Person

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

### Aerosolmessung

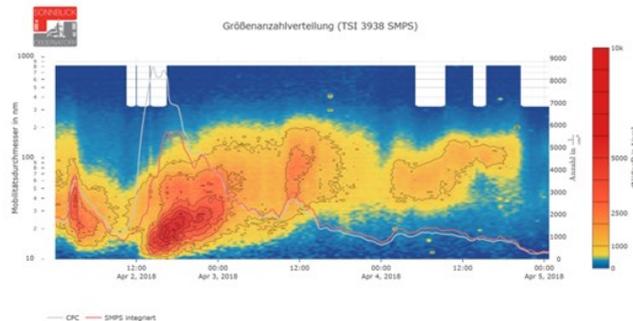


Abb.1: Bildung und Anwachsen von Partikeln  
Fig.1: Formation and growth of aerosol particles  
Quelle/Source: G. Schauer

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.

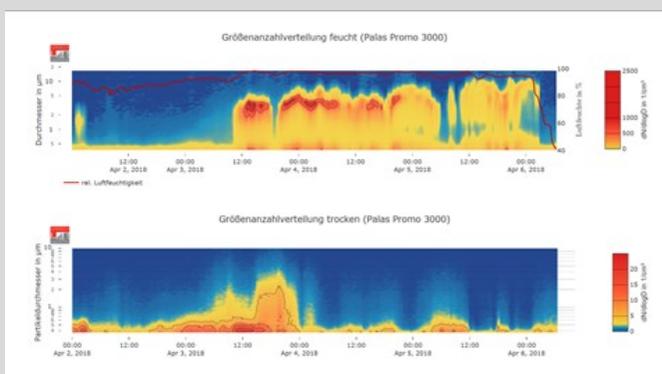


Abb.2: Größenverteilung von Saharastaub  
Fig.2: Particle size distribution of Saharan dust  
Quelle/Source: G. Schauer

#### Autoren/innen/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/in/Contact Person

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



### Schwarzer und Brauner Kohlenstoff



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

Ruß ist schwarz. Und schwarze Staubteilchen ‚sammeln‘ Licht und können so die Atmosphäre erwärmen. Für ihre Entstehung 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 ist ‚wirklich schwarz‘, Ruß aus der Holzverbrennung hat eine etwas andere Zusammensetzung und damit auch Farbe. Es kommt auch ‚brauner Kohlenstoff‘ dazu.

Diese Eigenheit erlaubt eine detaillierte Analyse des ‚schwarzen Kohlenstoffs‘. Neben der Bestimmung der Konzentrationswerte ist mit einem Aethalometer auch eine Unterscheidung der Anteile möglich, die bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen oder von Holz gebildet wurden.

Im jahreszeitlichen Verlauf ist die Luft am Sonnblick im Winter besonders sauberer, da der Transport von Luftmassen aus den Tälern in die Höhe von 3 km geringer ist als im Sommer. Dabei sieht der Sonnblick aber einen erhöhten Beitrag der Holzverbrennung an den Konzentrationswerten des ‚schwarzen Kohlenstoffs‘.

Im Rahmen von EMEP ([www.emep.int](http://www.emep.int)), ACTRIS ([www.actris.eu](http://www.actris.eu)) und COLOSSAL ([www.costcolossal.eu](http://www.costcolossal.eu)) werden die Ergebnisse der Messungen vom Winter 2017/2018 gemeinsam mit vielen anderen Messpunkten in Europa ausgewertet. So können regionale Besonderheiten erfasst und beschrieben werden.

### Black and Brown Carbon

Soot is a product of incomplete combustion and it is black. Black aerosol particles influence 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. Still, the optical properties of particles formed by the respective combustion processes are different. Soot originating from the combustion of fossil fuels is ‘really black’, while wood combustion yields additional compounds and adds some ‘brown carbon’.

An Aethalometer is a dedicated instrument for the analysis of light absorbing particles. It gives mass concentrations of black carbon and distinguishes the contributions of fossil fuels or wood combustion.

At Sonnblick concentrations of black carbon are really low during wintertime. The upward transport of air masses from the valley floor is not as efficient as during the warm season. Still, the contribution of black carbon originating from wood combustion is higher in winter than during summer.

Measurements conducted during winter 2017/2018 are evaluated within the framework of 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)). Thus regional differences as well as similarities across Europe can be identified and discussed.

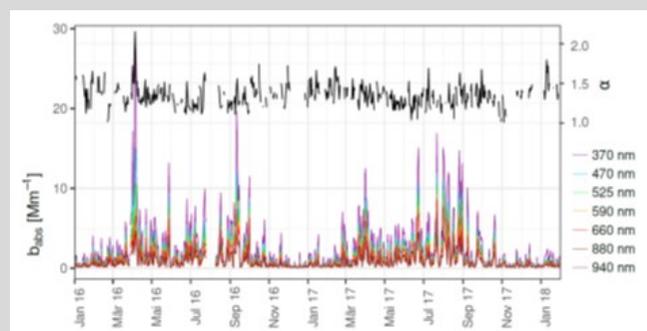


Abb.2: Zeitverlauf der Absorptionskoeffizienten und des Angströmexponenten  
Fig.2: Time trend of the absorption coefficients and the angstrom exponent  
Quelle/Source: P. Redl

#### Autoren/innen/Authors

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

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

ao. Prof. DI Dr. Anne Kasper-Giebl  
TU-Wien, E 164  
Email: [akasper@mail.tuwien.ac.at](mailto:akasper@mail.tuwien.ac.at)  
[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 und in einer Publikation zusammengefasst (Greilinger et al., 2019, Evaluation of measurements of light transmission for the determination of black carbon on filters from different station types, Atmospheric Environment 198, 1–11).

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 and results are summarized in Greilinger et al. (2019, Evaluation of measurements of light transmission for the determination of black carbon on filters from different station types, Atmospheric Environment 198, 1–11).

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

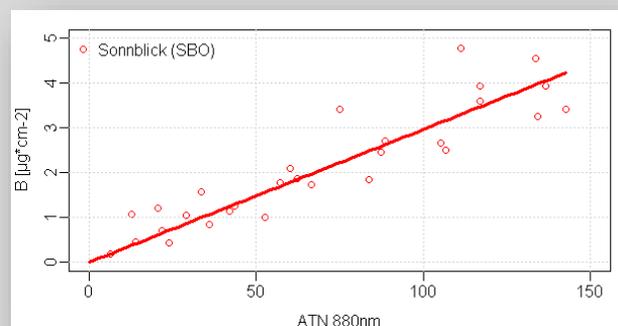


Abb.2: Vergleich der ATN mit der thermo-optischen Messung von B zur Bestimmung von k und MAC  
Fig.2: Comparison of ATN and thermal-optically measured B to determine k and MAC  
Quelle/Source: Marion Greilinger

#### Autoren/innen/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/in/Contact Person

Mag. Marion Greilinger

ZAMG, Fachabteilung für Klimafolgen

Email: marion.greilinger@zamg.ac.at



32



### Projekt DUSTFALL

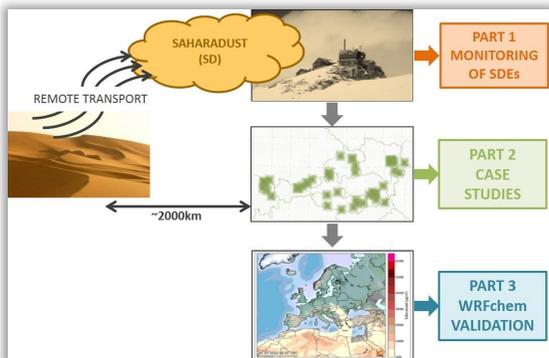


Abb.1: Skizze des Projektes DUSTFALL

Fig.1: Sketch of the project DUSTFALL

Quelle/Source: ZAMG/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 starken 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: ZAMG/Marion Greilinger



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN



#### Autoren/innen/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/in/Contact Person

Mag. Marion Greilinger

ZAMG, Fachabteilung für Klimafolgen

Email: marion.greilinger@zamg.ac.at

www.zamg.ac.at



### Saharastaubprognose

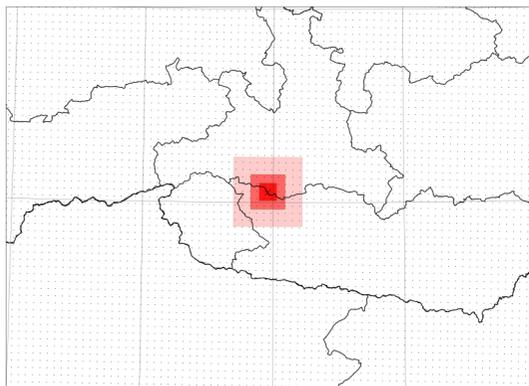


Abb.1: Verifikationsgebiete um den Sonnblick mit 10, 20, 40 km Seitenlänge.  
Fig.1: Verification domains around the Sonnblick with 10, 20, 40 km side length.  
Quelle/Source: ZAMG

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.

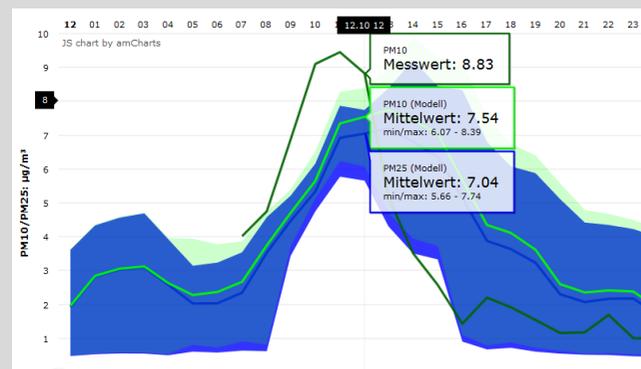


Abb.2: WRF-Chem Prognose für den 12.10.2017 (Max./Min./Mittelwert der betrachteten Gitterzellen für PM10 in hellgrün und PM2,5 in blau) und PM10-Messung am Sonnblick (dunkelgrün).

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/innen/Authors

Claudia Flandorfer<sup>1</sup>, Florian Geyer<sup>1</sup>,  
1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Mag. Claudia Flandorfer  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Email: claudia.flandorfer@zamg.ac.at  
www.zamg.ac.at



### Ceilometermessungen

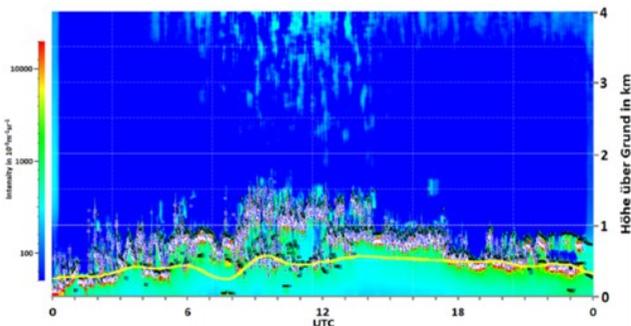


Abb.1: Rückstreuendiagramm des Ceilometers in Kolm-Saigurn vom 27.Oktober 2016. Die gelbe Linie zeigt den abgeleiteten Mischungshöhen-Verlauf.

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.

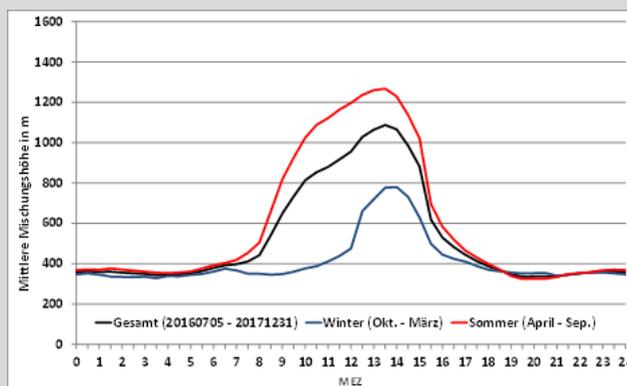


Abb.2: Mittlerer Tagesgang der Mischungshöhe abgeleitet aus Ceilometermessungen in Kolm-Saigurn im Zeitraum 5.7.2016 bis 31.12.2017.

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/innen/Authors

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

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

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

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

### Eislastmessungen am Sonnblick



Abb.1: Automatische Eislastmessung mit allseitigem Eisansatz im November 2018.  
Fig.1: Iceload measurements with all-rounded accreted ice in November 2018.  
Quelle/Source: ZAMG

Das Projekt EIS widmet sich der Vereisung bodengebundener Objekte. Seit Jänner 2016 werden 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 durchgeführt. Dabei zeigte sich auch in der dritten Saison, dass die Messung von Vereisung in der Natur eine große Herausforderung darstellt, jedoch wertvolle Erkenntnisse und Daten zu Vereisung liefert. Zusatzbeobachtungen und Webcam-Bilder dienen dem weiteren Informationsgewinn von Vereisungsprozessen und unterstützen die Analyse sowie Prüfung der automatischen Messung.

Am Sonnblick trat im November 2018 das markanteste Vereisungsereignisse auf, dabei wurde eine Eismasse von rund 20 kg registriert. Dabei musste die Messeinrichtung jedoch im Bereich der Rotationsachse von Eis bereit werden, da diese aufgrund des Eisansatzes nicht mehr rotieren konnte. Es zeigte sich wie wichtig die laufende vor Ort Betreuung durch die Sonnblick-Beobachter ist.

Die Messungen und Beobachtungen werden auch 2019 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. Since January 2016 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). Also in the third season it was evident that the measurement of icing in nature is a great challenge, but provides valuable insights and data on icing. 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.

At Sonnblick, the strongest icing event occurred in November 2018, with an ice mass of around 20 kg registered. During that period the measuring device had to be cleaned at the axis of rotation, as the cylinder could not rotate due to the ice aggregation. It showed how important the ongoing on-site supervision by the Sonnblick observers is.

The measurements and observations will continue in 2019 and will be exchanged with other icing projects.



Abb.2: Eislastmessung am IceMonitor™.  
Fig.2: Iceload measurements with IceMonitor™.  
Quelle/Source: ZAMG/Hermann Scheer

#### Autoren/innen/Authors

Hildegard Kaufmann<sup>1)</sup>, Martin Ortner<sup>1)</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Mag. Hildegard Kaufmann

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

E-Mail: hildegard.kaufmann@zamg.ac.at

www.zamg.ac.at

### Das Rätsel der Eismultiplikation

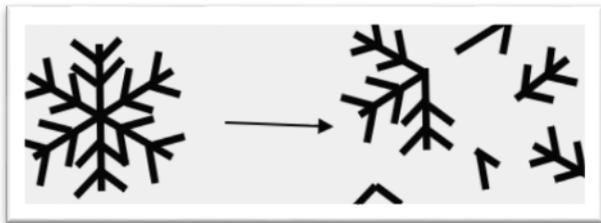


Abb.1: Eismultiplikation (ein Eiskristall zerbricht in mehrere Stücke)  
Fig.1: Ice multiplication (ice crystals breaks up into several pieces)  
Quelle/Source: Annika Lauber

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°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°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



**ETH zürich**

#### Autoren/innen/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/in/Contact Person

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

## 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 Lawinenkommission 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 Neuschneeverteilung, 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 Observatorium 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/innen/Authors

Niedermoser Bernhard  
ZAMG, Regionalstelle Salzburg und Oberösterreich

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Mag. Bernhard Niedermoser  
ZAMG  
Email: niedermoser@zamg.ac.at  
www.lawine.salzburg.at

## Schnee-Chemie

38



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 - Schneeschächte 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 aus Ferntransport von Schadstoffen in Europa an der Deposition  
(siehe dazu Beitrag „Saharastaubdeposition im Schnee“)
- \* 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  
(see also article “Sahara dust deposition in snow”)
- \* Analysis of the process: air pollutant – scavenging – deposition

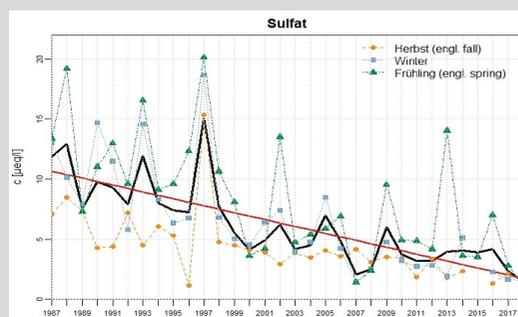


Abb.2: Trendanalyse für Sulfat von 1987-2017  
Fig.2: Temporal trend of Sulfate from 1987-2017  
Quelle/Source: ZAMG/M. Greilinger

### Autoren/innen/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/in/Contact Person

Mag. Marion Greilinger

ZAMG, Fachabteilung für Klimafolgen

Email: marion.greilinger@zamg.ac.at

www.zamg.ac.at



## Wüste im Schnee

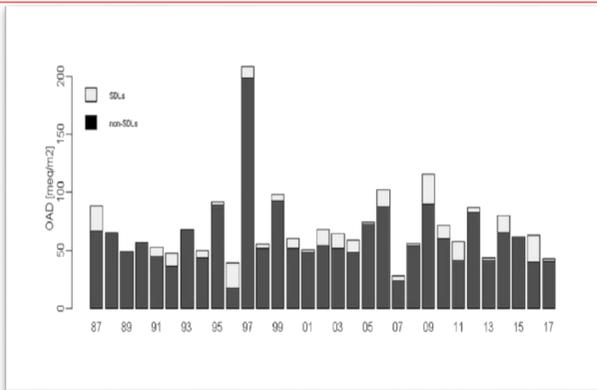


Abb.1: Variabilität der mittleren jährlichen Ionendeposition (OAD), aufgeteilt in den Beitrag durch SDs in grau und nicht-SDs in schwarz.

Fig.1: Interannual variability of the overall annual deposition load (OAD) separated in the contribution of SDs in gray and non-SDs in black.

Quelle/Source: ZAMG/M. Greilinger

Jedes Jahr wird erodierter Saharastaub (engl. Saharan Dust, SD) Tausende von Kilometern mittels der großräumigen synoptischen Strömung nach Europa und Österreich transportiert. Dieser wird durch nasse und trockene Deposition wieder aus der Atmosphäre entfernt und beeinflusst dabei die chemische Zusammensetzung des Niederschlages und am Sonnblick speziell die Schneedecke. Einerseits führt SD zu einem Anstieg der Ionenkonzentration v.a. von  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  und  $\text{SO}_4^{2-}$ . Andererseits bringt er einen alkalischen Eintrag mit sich wodurch der pH Wert ansteigt. Beide Effekte können einen Einfluss auf das umliegende Ökosystem haben.

Die Intensität und Häufigkeit von SD Deposition sowie der Einfluss auf die jährliche Ionendeposition auf die hochalpine Schneedecke der Gletscher rund ums Sonnblick Observatorium (vgl. Artikel "Schneechemie") wurde untersucht. Basierend auf dem pH Wert und der  $\text{Ca}^{2+}$  Konzentration wurde eine Methode entwickelt um Saharastaubschichten (engl. Saharan Dust Layers, SDLs) in der 30-jährigen Schneechemiezeitreihe zu identifizieren.

Mittels den Schwellwerten von einem  $\text{pH} > 5.6$  und  $\text{Ca}^{2+} > 10 \mu\text{eq/l}$  wurden für fast alle Jahre SDLs gefunden (siehe Tabelle 1). Interessanterweise ist deren Beitrag zur mittleren jährlichen Deposition nur für einzelne Jahre relevant wo entweder einzelne starke (z.B. 2016) oder viele schwache Events (z.B. 1996) auftraten (siehe Abbildung 1).

Lanzeitrends der Ionendeposition sind unbeeinflusst von SD Depositionen.

## Desert in snow

Eroded Saharan dust (SD) is episodically transported over thousands of kilometers with synoptic wind patterns towards Europe and reaches Austria several days per year. The SD is removed from the atmosphere via dry or wet deposition processes and thereby significantly changes the chemical composition of the precipitation or the affected environment. On the one hand, SD serves a high ionic input leading to an increase of many ionic species such as  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  or  $\text{SO}_4^{2-}$ . On the other hand, SD provides a high alkaline input neutralizing acidic components and causing the pH to increase. Both effects can influence the prevailing ecological system.

We investigated the intensity and frequency of SD deposition as well as their annual impact on deposition loads of common inorganic ions found in high alpine snow packs (compare article "Snow chemistry"). Based on the pH and the  $\text{Ca}^{2+}$  concentrations of the samples we investigated identify SD affected snow layers (SDLs) within the 30-year long snow chemistry data set.

Using a  $\text{pH} > 5.6$  and  $\text{Ca}^{2+} > 10 \mu\text{eq/l}$  as criteria almost every year SDLs could be found (compare Table 1) whereas their contribution to the mean annual ion deposition (compare Figure 1) is only relevant for single years with either few but strong single events (e.g. 2016) or a higher number of weak events (e.g. 1996).

The long term trends of ion deposition are not affected by the deposition of SD.

Total years investigated	28
Total amount of analyzed increments	1,163
Total amount of alkaline layers (pH > 5.6)	394
Years with minimum one SDL	26
Years without SDLs	2
Years with more than one SDL	19
SDLs via pH > 5.5 and $\text{Ca}^{2+}$ threshold	104
SDLs in fall (September to November)	32
SDLs in winter (December to February)	48
SDLs in spring (March to April)	24

Abb.2: Übersicht und Saisonalität der Anzahl an identifizierten SDLs innerhalb der Schneechemiezeitreihe (1987-2017, ohne 1988-1990 aufgrund fehlender Messungen)

Fig.2: Overview and seasonality of the number of identified SDLs within snow pack data (1987-2017, missing data for 1988-1990)

Quelle/Source: ZAMG/M. Greilinger

### Autoren/innen/Authors

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

1) ZAMG, Abteilung für Klimaforschung

2) TU Wien, Institut für Chemische Technologien und Analytik

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Mag. Marion Greilinger

Institut: ZAMG, Abteilung für Klimaforschung

Email: marion.greilinger@zamg.ac.at

www.zamg.ac.at



### Weiß wie Schnee

40



Abb.1: Schnee am Sonnblick - vor und nach der Probenahme  
Fig.1: Snow at the Sonnblick Observatory – pristine and after sampling  
Quelle/Source: L. Rasser

Auch wenn die Schneedecke wunderschön weiß aussieht – der Schnee hat eine Vielzahl von Staubteilchen aus der Atmosphäre ‚ausgewaschen‘. So konnte sich der Niederschlag erst bilden. Der Wasserdampf in der Atmosphäre kondensiert und gefriert an der Oberfläche von ‚Eiskeimen‘, die in der Folge Eiskristalle und schließlich Schneeflocken und Regentropfen bilden, die wiederum weitere Teilchen einfangen.

Ab dem Winter 2018/19 werden Staubteilchen im Schnee mit chemischen und physikalischen Methoden ausführlich untersucht. Gefärbte Staubteilchen werden mit thermischen und optischen Methoden aufgespürt. Mit einem Kryomikroskop wird die Anzahl der Staubteilchen bestimmt, die als Eiskeime wirken können. Die chemische Zusammensetzung einzelner unlöslicher Teilchen wird schließlich mit einem Aerosolmassenspektrometer der Universität Wien untersucht.

Das Sonnblick Observatorium bietet für diese Pilotstudie eine hervorragende Forschungsplattform. Die Gletscherfelder rund um den Gipfel sammeln Verunreinigungen aus weit entfernten oder regionalen Quellen. Die meteorologischen und luftchemischen Messungen am Gipfel erlauben eine detaillierte Interpretation der Messergebnisse vom Gletscher. Diese Forschungsarbeit wird unterstützt vom FWF (GRW6-N29).

### As white as snow

The alpine snow cover looks pristine white – however, ice crystals have scavenged a huge number of atmospheric particles and thus cleaned the atmosphere. Particles are crucial for the formation of precipitation. Water vapor condenses and freezes on the surface of particles called ‘ice nuclei’. Subsequently ice crystals grow large enough to fall out of the cloud. As snow flakes and rain droplets descend to the ground they may ‘collect’ additional particles.

Starting in winter 2018/19 particles immersed in snow are characterized extensively with a variety of chemical and physical methods of analyses. Therefore surface snow samples will be collected after intense precipitation events. Light absorbing, i.e. colored, particles will be tracked by thermal and optical methods. A cryo-microscope will allow determining the number concentrations of ice nuclei. The chemical composition of insoluble single particles will be investigated with an aerosol mass spectrometer.

The Sonnblick Observatory is an ideal site for this pilot study. The glaciers around the summit act as collectors for precipitation affected by input from long range transport or regional sources. The meteorological measurements as well as the results of air chemistry measurements at the Observatory allows a detailed and comprehensive interpretation of the results obtained from the glaciers. This research is supported by the Austrian Science Fund (GRW6-N29)

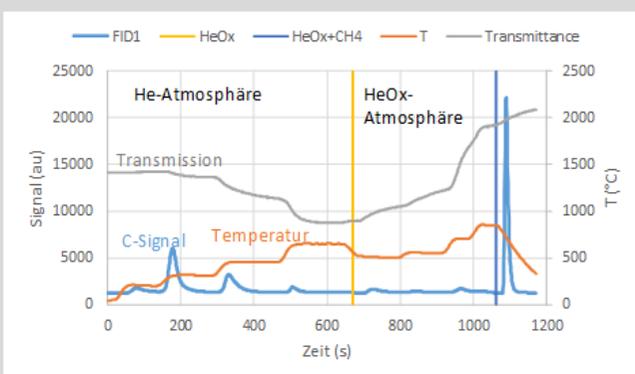


Abb.2: Thermogramm der thermo-optischen Analyse einer Schneeprobe  
Fig.2: Thermogram of the thermal-optical analysis of a snow sample

#### Autoren/innen/Authors

A. Kasper-Giebl<sup>1)</sup>, J. Burkart<sup>2)</sup>, D. Kau<sup>1)</sup>, I. Cintron<sup>3)</sup>, H. Grothe<sup>3)</sup>  
1) TU-Wien, Institut für Chemische Technologien und Analytik  
2) Universität Wien, Aerosolphysik und Umwelphysik  
3) TU-Wien, Institut für Materialchemie

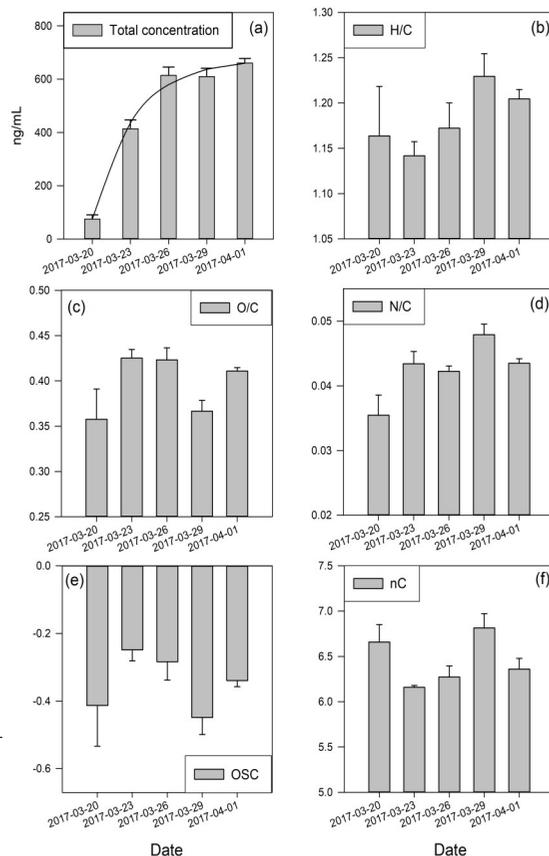
#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Ao Prof. DI Dr. Anne Kasper-Giebl  
Institut: TU-Wien, E 164  
Email: akasper@mail.tuwien.ac.at  
www.cta.tuwien.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 Wolken 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 Schneeeproben hinterlassen (wie Perioden mit angekündigter Biomassenverbrennung oder reicherer Waldmonoterpene-emission, etc.)



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.).

**Figure:** Total concentration of organic ions and cumulative metrics of atomic ratio distribution. (a) Total concentration in  $\text{ng mL}^{-1}$ , the line represents the fit from the simple deposition model explained in the text (Eq. 1); (b) H/C ratio, (c) O/C ratio, (d) N/C ratio, (e) oxidative state of carbon, (f) mean numbers of carbon. The error bars represent the standard deviation of three replicates.

### Autoren/innen/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/in/Contact Person

Dušan Materić

Institute for Marine and Atmospheric Research, Utrecht University,

Princetonplein 5, 3584CC Utrecht, The Netherlands

Email: d.materic@uu.nl

www.uu.nl



## Gletscherbeobachtung

42



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

Die Veränderungen der alpinen Kryosphäre sind im Zusammenhang mit dem Verständnis des Klimawandels von ganz besonderer Bedeutung, insbesondere für Gebirgsländer 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 Nachhaltigkeit und Tourismus im Rahmen des Projektes Global Cryosphere Watch – Sonnblick. Gletscher- und Schneedeckenmonitoring werden 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 are:

- 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.

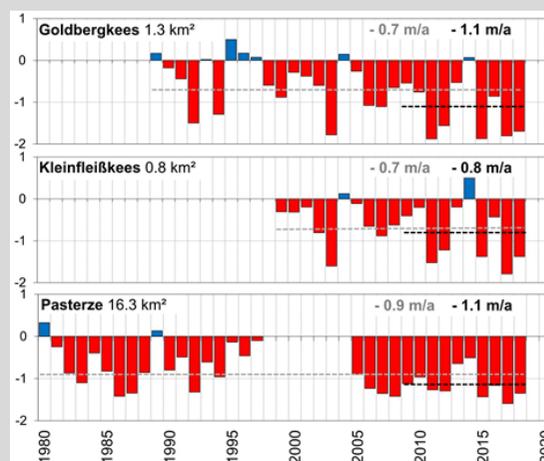


Abb.2: Jährliche Massenänderung der beobachteten Gletschern in Österreich.  
Fig.2: Time series of annual glacier mass balance of all ZAMG-monitored glaciers in Hohe Tauern (Austria)  
Quelle/Source: ZAMG

Bundesministerium  
Nachhaltigkeit und Tourismus

**ZAMG**  
Zentralanstalt für  
Meteorologie und  
Geodynamik



**Verbund**  
Austrian Hydro Power

**LAND KÄRNTEN**

### Autoren/innen/Authors

B.Hynek  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO

### Ansprechpartner/in/Contact Person

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



### 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: ZAMG/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 das Web-Portal [glacio-live.at](http://glacio-live.at) 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 the website [glacio-live.at](http://glacio-live.at), 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.

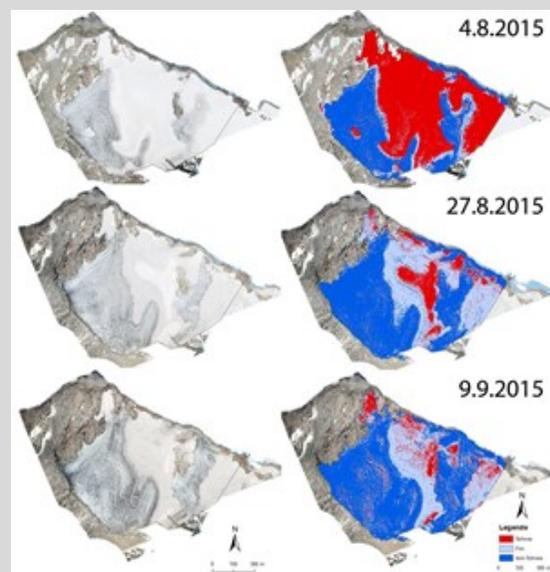


Abb.2: Messung der täglichen Schneebedeckung des Kleinfleißkeeses mittels automatischer Kamera.  
Fig.2: Daily orthophoto production and surface classification (ice/firn/snow) from images of an automatic camera.  
Quelle/Source: ZAMG



#### Autoren/innen/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

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Mag. Bernhard Hynek

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Glaziologie

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

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

## Permafrost Monitoring am Hohen Sonnblick

44



Abb.1: Sonnblickbeobachter Lug Rasser beim Einstieg in die Sonnblick Nordwand für die Bohrarbeiten der neuen Thermistorenketten.

Fig.1: Lug Rasser at the top of the Sonnblick north face  
Quelle/Source: S. Reisenhofer

Das Projekt **GCW-PERMAFROST** sichert das Permafrost Monitoring im Gebiet rund um den Hohen Sonnblick für die Jahre 2019 bis 2023. Durch dieses Monitoring Vorhaben wird das im Rahmen der Projekte PERSON1, PERSON2 und PERSON-GCW begonnene Permafrost Monitoring fortgeführt, ausgebaut und gemäß internationalen Messstandards etabliert. Das Monitoring bildet eine wichtige Grundlage für die zukünftige Abschätzung von Naturgefahren im Zusammenhang mit der Permafrost Degradation. Insbesondere soll der Sonnblick durch das Permafrost Monitoring die Führungsrolle im internationalen Beobachtungsnetzwerk GCW (Global Cryosphere Watch) stärken und seine internationale Sonderstellung als hochalpines Umwelt- und Klimaforschungsobservatorium im Bereich der Kryosphäre festigen.

### Ziele des Monitorings:

- a) Sonnblickgebiet als Supersite im Global Cryosphere Watch Netzwerk der Weltmeteorologisch Organisation (WMO) für den Bereich Permafrost stärken und ausbauen.
- b) Bestehende Zeitreihen permafrostwirksamer Messgrößen (u.a. ALT – Mächtigkeit der Auftauschicht im Sommer, Jahresverlauf der Temperatur in unterschiedlichen Bodentiefen) im Sonnblickgebiet fortführen.
- c) Überwachung der Steinschlag- und Felssturzaktivitäten im Bereich der Nordwand am Hohen Sonnblick mittels passiver Seismik (zeitliche Komponente) und drohnenbasierter Photogrammetrie (räumliche Komponente), im Hinblick auf die Standortsicherheit des Gebäudekomplexes sowie zur Verknüpfung des Gefährdungspotentials für Mensch und Tier in dieser und vergleichbaren Zonen Österreichs

## Permafrost Monitoring at Mt. Hoher Sonnblick

The project **GCW-PERMAFROST** ensures the permafrost monitoring at Hoher Sonnblick for the years 2019 to 2023. The monitoring is an important basis for the assessment of hazards concerning permafrost degradation.

### The aims of the monitoring:

- a) Expanding and strengthening the Sonnblick area as supersite for the global cryosphere watch network of the World Meteorological Organization (WMO) for the research field permafrost.
- b) Continuing the existing time series of values relevant for the permafrost measurement (i.a. ALT – active layer thickness, time series of temperatures in different depths).
- c) Monitoring of the rockfall and rockslides activities in the area of the north face of the Sonnblick with passive seismic and drone based photogrammetry with regard of the site safety of the observatory.

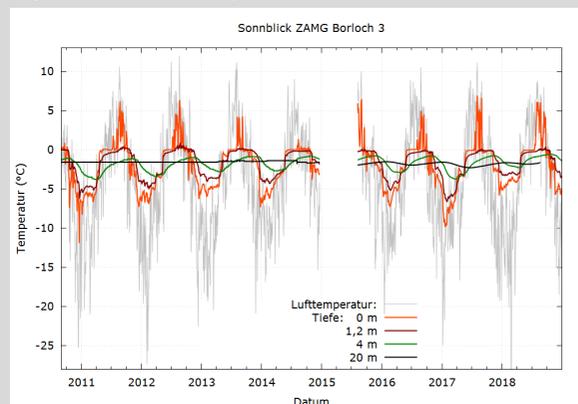


Abb.2: Temperaturverlauf in vier ausgewählten Tiefen im Bohrloch 3 und Lufttemperatur der Jahre 2011 bis 2018.

Fig.2: Temperature in four depths of borehole 3 and air temperature for the years 2011 to 2018.

Quelle/Source: C.Riedl u. S. Reisenhofer

Jahr	BL1		BL3	
	ALT (m)	Datum	ALT (m)	Datum
2008	1,00	12. Sept.	0,70	10. Sep.
2009	0,80	29. Aug.	-	-
2010	1,04	27. Aug.	-	-
2011	1,04	26. Aug.	1,10	11. Sep.
2012	-	-	1,35	25. Aug.
2013	-	-	1,07	19. Aug.
2014	1,13	13. Aug.	0,80	13. Aug.
2015	-	-	1,50	18. Sep.
2016	-	-	1,10	15. Sep.
2017	-	-	1,30	1. Sep.
2018	-	-	1,40	24. Aug.

Tab.: Maximale Auftauschicht im Bohrloch 1 und 3

Tab.: Active Layer Thickness (ALT) for borehole 1 and 3 for the years 2008 to 2018.

Quelle/Source: C.Riedl u. S. Reisenhofer

### Autoren/innen/Authors

S. Reisenhofer<sup>1</sup>, C. Riedl<sup>1</sup>  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Mag. Stefan Reisenhofer  
ZAMG  
Abteilung Klimaforschung  
Hohe Warte 38, 1190 Wien  
Tel.: +43 (0)5574 42554  
E-Mail: stefan.reisenhofer@zamg.ac.at

Mag. Claudia Riedl  
ZAMG  
Kundenservice Salzburg  
Freisaalweg 16, 5020 Salzburg  
Tel.: +43(0)662 626301 3615  
E-Mail claudia.riedl@zamg.ac.at

### Beobachtung der Auftauschicht mittels elektromagnetischer Methoden

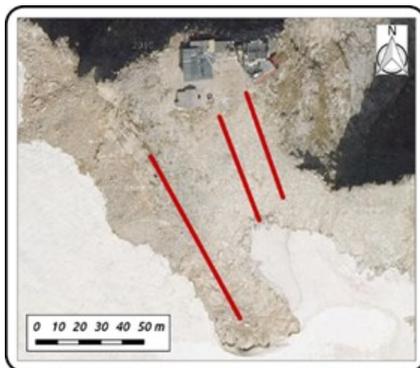


Abb.1: Lage der Profile (rote Linien) für geophysikalische Messungen am Gipfel des Hohen Sonnblicks.  
Fig.1: Position of the profiles (red lines) for geophysical measurements along the Hoher Sonnblick Summit  
Quelle/Source: Flores Orozco, A.

Untersuchungen des Untergrundes in alpinen Regionen mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung sind essentiell um die Auswirkungen des Klimawandels zu verstehen. Die spezifische elektrische Widerstandstomographie (electrical resistivity tomography, ERT) ermöglicht die Unterscheidung von Wasser, Eis und Gestein sowie die Erstellung von quasi-kontinuierlichen Modellen des Untergrundes und hat sich daher als Standardmethode etabliert. Jedoch ist die Anwendung der ERT bei gefrorenem Untergrund beschränkt, da das Einspeisen hoher Stromdichten nicht immer möglich ist. Dies führt insbesondere bei tiefen Messungen zu Daten mit schlechtem Signal-Rausch-Verhältnis (signal-to-noise ratio, S/N) und großer Variabilität in den Daten. Aus diesem Grund untersucht die Forschungseinheit Geophysik der TU-Wien die Anwendung der Transienten Elektromagnetik (TEM) und der komplexen Widerstandsmethode (Complex Resistivity, CR). TEM-Sondierungen benötigen keinen galvanischen Kontakt zum Untergrund und ermöglichen daher Messungen auf grobblockigen, schnee- oder eisbedeckten Bereichen. Beide Methoden, TEM und CR, messen den induzierten Polarisierungseffekt (IP-Effekt), der ein Maß für die elektrischen Polarisierungseigenschaften (d.h. kapazitiven Eigenschaften) des Untergrundes ist. Im Gegensatz zu Luft weist Eis kapazitive Eigenschaften bei niedrigen Frequenzen (<1 kHz) auf. Basierend auf der Analyse des IP-Effektes in CR- und TEM-Daten untersuchen wir Möglichkeiten zur verbesserten Quantifizierung des Eisanteils in Permafrostgesteinen. Erste Ergebnisse zeigen einen starken IP-Effekt (Abbildung 2), der auf einen hohen Eisanteil hinweist. Die quantitative Interpretation der resultierenden Untergrundmodelle ist Gegenstand aktueller Forschungsarbeiten.

### Monitoring the active layer using electromagnetic geophysical methods

Subsurface investigations in alpine regions with high spatial and temporal resolution are critical to understand the influence of climate change. Hence, the electrical resistivity tomography (ERT) has become a popular method considering the distinctive response of water, ice and geologic media and the possibility to obtain a quasi-continuous model of the subsurface. Nevertheless, the collection of ERT data in frozen materials can be challenging due to the impossibility inject high current densities, resulting in data with a poor signal-to-noise ratio (S/N) and high data uncertainty, especially for deep measurements.

To overcome these limitations, at the Geophysics Research Division of the TU-Wien, we investigate the application of the Transient Electromagnetic (TEM) and Complex Resistivity (CR) methods. The application of TEM soundings alleviates the necessity of galvanic contact, permitting the collection of data in coarse-blocky, snow- or ice-covered surfaces.

Moreover, both TEM and CR methods quantify the Induced Polarization (IP) effect, which is a measure of the electrical polarization (i.e., capacitive) properties of the subsurface. Opposite to air, ice may reveal capacitive properties at low frequencies (<1 kHz). Hence, we investigate the possibility to enhance the quantification of ice content in permafrost rocks through analysis of the induced polarization response resolved through CR and TEM measurements. Initial imaging results reveal a strong IP effect (Figure 2) indicating likely high ice content. Nonetheless, ongoing work refers to the quantitative interpretation of the electrical images.

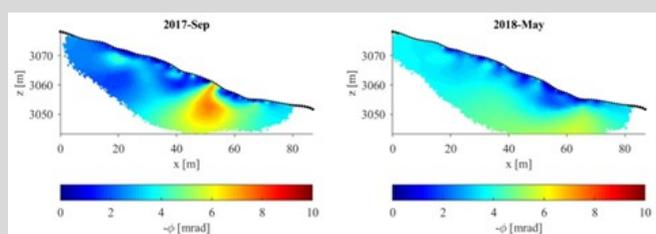


Abb.2: Visualisierung des IP-Effektes basierend auf Daten gemessen am Gipfel des Hohen Sonnblicks zu unterschiedlichen Zeitpunkten.

Fig.2: Induced Polarization imaging results for measurements collected at different time-lapses at the Hoher Sonnblick Summit.

Quelle/Source: Flores Orozco, A.



#### Autoren/innen/Authors

Flores Orozco A<sup>1</sup>, Steiner M<sup>1</sup>, Maierhofer T<sup>1</sup>, Mayr M<sup>1</sup> and Aigner L<sup>1</sup>

1) Geophysics Research Division, Department of Geodesy and Geoinformation, TU-Wien

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Ass. Prof. Dr. Flores Orozco, Adrian Flores-Orozco  
Institut/e: Geophysics Research Division, TU-Wien

Email: flores@tuwien.ac.at  
gp.geo.tuwien.ac.at/gp/



### Steinschlag Monitoring Sonnblick Nordwand

46

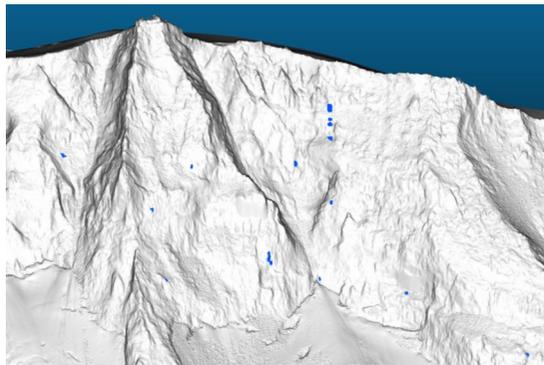


Abb.1: Ablösebereiche (blau) (2017-18) in der Nordwand des Hohen Sonnblicks.

Fig.1: Detachment areas (blue) (2017-18) in the north face of Hoher Sonnblick.

Quelle/Source: GEORESEARCH

In den permafrost-beeinflussten Steillagen des Alpenraums deutet in den letzten Jahren und Jahrzehnten eine Vielzahl von Einzelbeobachtungen auf eine Zunahme von Steinschlag- und Felssturzereignissen hin - möglicherweise als direkte Folge des Klimawandels. Trotz hoher Risikorelevanz, existieren jedoch nur wenige quantitative Langzeitmonitorings hochalpiner Felswände. Über Ereignisgrößen und -frequenzen, sowie über räumliche Verbreitungsmuster hochalpiner Steinschläge/ Felsstürze ist aus diesem Grund wenig bekannt.

Seit 2015 wird die Nordwand des Hohen Sonnblicks einmal jährlich mittels terrestrischem Laserscanning vermessen. Ziel der Messungen ist die Detektion frischer Steinschlag- bzw. Felssturzablösebereiche innerhalb der rund 800 m hohen Flanke. Neben der Stabilitätsbeurteilung der Wand dienen die Daten der Validierung eines parallel laufenden seismischen Steinschlagmonitorings (ehemaliges Projekt *SeisRockHT*).

Zwischen den Laserscanaufzeichnungen im August 2017 und Juli 2018 wurden insgesamt zwölf Steinschläge bzw. Felsstürze mit Volumina von mehr als 5 m<sup>3</sup> identifiziert (2016-2017: n = 18) (Abb. 1). Das größte Ereignis erreichte ein Volumen von 57,4 m<sup>3</sup> (± 6,2 m<sup>3</sup>) und löste entlang der Sturzbahn weitere Ereignisse aus (Abb. 2). Im unmittelbaren Gipfelbereich des Hohen Sonnblicks (~ 3.000-3.100 m) wurden keine neuen Ablösebereiche registriert.

### Rockfall Monitoring Sonnblick North Face

In recent years and decades, a growing number of individual observations suggests increased rockfall occurrence in the Alpine region. Permafrost-affected rockwalls appear to be particularly susceptible, likely pointing to the influence of recent climate warming. Despite considerable risk relevance, only few quantitative long-term monitorings exist for high-alpine rock faces. The knowledge base on event sizes/frequencies and spatial patterns of high-alpine rockfall has therefore remained scarce.

Since 2015 the north face of the Hoher Sonnblick is annually surveyed with terrestrial laserscanning from multiple scan positions. The goal of the laserscanning campaign is the identification of fresh rockfall detachment areas. In addition to assessing rock slope stability, the acquired data is also used to validate a parallel seismological rockfall monitoring in the Sonnblick north face (former project *SeisRockHT*).

Between data acquisitions in August 2017 and July 2018 twelve rockfall events with volumes larger than 5 m<sup>3</sup> were detected (2016-2017: n = 18) (Abb. 1). The biggest event reached a volume of 57,4 m<sup>3</sup> (± 6,2 m<sup>3</sup>) and triggered several secondary events along its track (Abb. 2). In the immediate surroundings of the summit of the Hoher Sonnblick (~ 3.000 - 3.100 m a.s.l.) no fresh rockfall detachments were detected during the 2017/18 season.

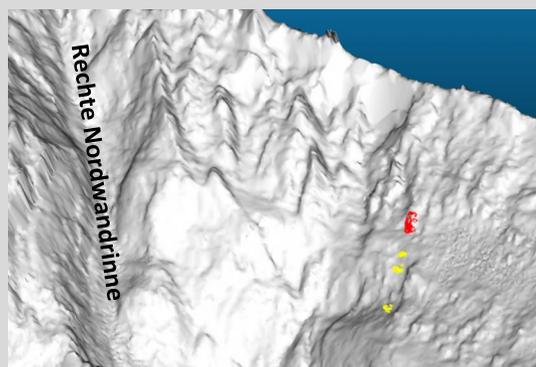


Abb.2: Durch größeres Ereignis (57,4 m<sup>3</sup>) (rot) verursachte Anbrüche (gelb).

Fig.2: Large rockfall (57,4 m<sup>3</sup>) (red) triggering secondary detachments (yellow).

Quelle/Source: GEORESEARCH



GEORESEARCH



**ZAMG**  
Zentralanstalt für  
Meteorologie und  
Geodynamik

#### Autoren/innen/Authors

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

1) Georesearch Forschungsgesellschaft mbH

2) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)

3) Merti Research GmbH

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Mag. Ingo Hartmeyer

Institut: GEORESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

Email: [ingo.hartmeyer@georesearch.ac.at](mailto:ingo.hartmeyer@georesearch.ac.at)

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

### Sonnblick Seismologisches Monitoring

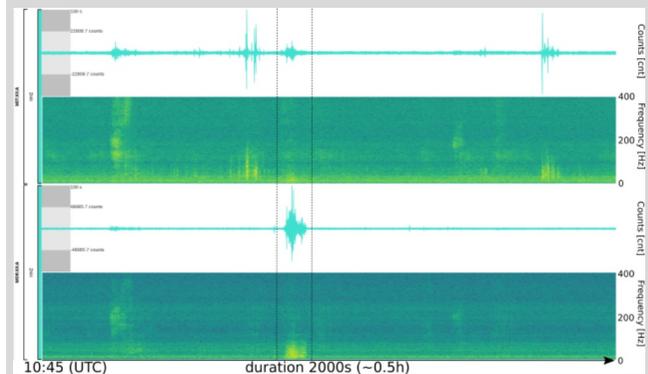


SeisRockHT MOR-Station am Fusse der Sonnblick Nordwand.  
SeisRockHT MOR-station at the foot of the Sonnblick north face.  
Quelle/Source: ZAMG/Binder

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/innen/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/in/Contact Person

Mag. Daniel Binder

Climate Research Section (ZAMG)

Email: daniel.binder@zamg.ac.at

www.zamg.ac.at

## Messung der Ortsdosisleistung



Abb.1: Links: Sonde-Ortsdosisleistung am Sonnblick Observatorium. Rechts: Schema der Sonde mit a) Niederdosiszählrohr, b) Hochdosiszählrohr, c) Auswerteelektronik. 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.

Über 300 Sonden zur Messung der Ortsdosisleistung (ODL) sowie zehn Luftmonitore zur Bestimmung von Art und Menge von radioaktiven Stoffen in der Luft bilden das Österreichische Strahlenfrühwarnsystem. Als höchst gelegene Messstelle dieses Netzes spielt die ODL-Sonde am Sonnblick (Abb.1) eine wichtige Rolle hinsichtlich der Frühwarnung beim Durchzug radioaktiv kontaminierter Luftmassen. Bereits nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl 1986 lieferte diese Station wertvolle Informationen über die Situation in Österreich (Abb.2).

Abbildung 2 zeigt außerdem, dass es am Sonnblick möglich ist natürliche Phänomene zu verfolgen: Im Winter wird durch die Schneedecke die Gammastrahlung der natürlichen Radionuklide im Boden teilweise abgeschirmt und das Entweichen von radioaktivem Edelgas aus dem Boden erschwert. Damit ergibt sich im Winter eine deutlich reduzierte Gammadosisleistung.

Das Strahlenfrühwarnsystem misst bereits seit Ende der 1970er-Jahren kontinuierlich und vollautomatisch den Pegel von ionisierender Strahlung in der Umwelt. Die Messergebnisse werden online zur Abteilung für Strahlenschutz des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT) in Wien übermittelt. Sie dienen der Einschätzung der radiologischen Situation und gegebenenfalls für das Setzen von Schutzmaßnahmen in einem radiologischen Notfall. Für die Öffentlichkeit werden aktuelle Messwerte auf der Homepage des BMNT unter [www.strahlenschutz.gv.at](http://www.strahlenschutz.gv.at) bereitgestellt.

## Measurement of local dose rate

More than 300 probes serving as measuring devices for the local dose rate and 10 air monitors for the determination of type and amount of radioactive material in the air form the Austrian radiation early warning system. Being the highest-lying measuring point of this network, the local dose rate probe located at the Sonnblick (Fig.1) plays an important role in the early warning concerning the passage of radioactively contaminated air masses. Already in the aftermath of the Chernobyl accident in 1986, valuable information about the situation in Austria was collected at this station (Fig.2).

Fig.2 also shows that it is possible to track natural phenomena at the Sonnblick: During winter, the snow layer partially shields the gamma radiation from natural radionuclides in the ground and hinders the leak of radioactive noble gases from the ground. This leads to a significantly reduced gamma dose rate in winter.

Since the late 1970ies, the radiation early warning system has continuously and fully automatically measured the level of ionising radiation in the environment. All data are transferred online to the Directorate of Radiation Protection of the Federal Ministry for Sustainability and Tourism (BMNT) in Vienna. They are used to assess the radiological situation and, if needed, also to implement protective actions during a radiological emergency. For the public, recent data are provided at the BMNT website [www.strahlenschutz.gv.at](http://www.strahlenschutz.gv.at).

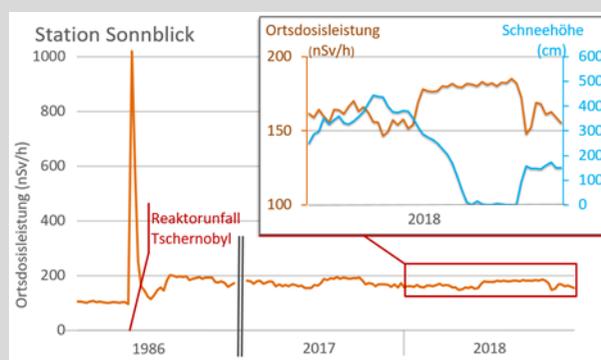


Abb.2: Korrelation Ortsdosisleistung und Schneehöhe der Station Sonnblick  
Fig.2: Correlation of local dose rate and snow depth at Sonnblick station  
Quelle/Source: BMNT, Abteilung I/7

### Autoren/innen/Authors

DI Wolfgang Haider  
Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus,  
Abteilung 1/7—Strahlenschutz

### Ansprechpartner/in/Contact Person

DI Wolfgang Haider  
Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Abteilung  
I/7 - Strahlenschutz  
Email: [wolfgang.haider@bmnt.gv.at](mailto:wolfgang.haider@bmnt.gv.at), [www.strahlenschutz.gv.at](http://www.strahlenschutz.gv.at)



## Überwachung der Radioaktivität in Luft

Kernkraftwerke in Grenznähe Österreichs

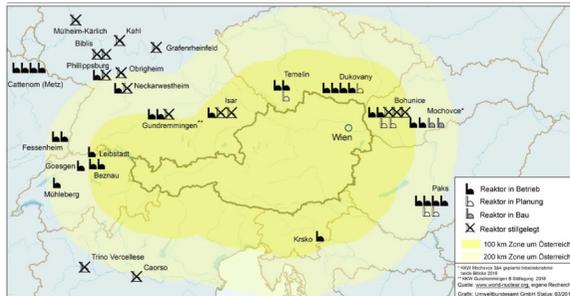


Abb.1: Kernkraftwerke in Grenznähe  
Fig.1: Nuclear power plants in the vicinity of Austria  
Quelle/Source: Umweltbundesamt GmbH / Environment Agency Austria 2017

Unfälle in Kernkraftwerken können radioaktive Stoffe in die Atmosphäre freisetzen, die über weite Distanzen transportiert werden und so auch nach Österreich gelangen können. Die Analyse der radioaktiven „Wolke“ liefert wertvolle Informationen über das Unfallereignis und dessen Gefahren für die Bevölkerung. Diese Informationen helfen den Behörden bei der Festlegung von Schutzmaßnahmen.

Auf dem Sonnblick betreibt die Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) seit über 20 Jahren eine leistungsfähige Luftsammelanlage zur täglichen Messung der an Aerosole angelagerten Radionuklide.

Nach erfolgter Probenahme werden die Filter in der Strahlenschutz-Abteilung der AGES in Linz mittels hochauflösender Gamma-Spektrometrie auf Radioaktivität untersucht. Aufgrund der hohen Empfindlichkeit der Messgeräte kann der zeitliche Verlauf selbst von Spuren nach Österreich transportierter Radionuklide sehr genau beobachtet werden, wie z.B. nach dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi im Jahr 2011 (Abb. 2).

Neben dem Nachweis strahlender Luftteilchen künstlichen Ursprungs liefern die Langzeit-Messreihen auch Informationen über Prozesse in der Atmosphäre, z.B. bei Verwendung des in der Stratosphäre durch die Höhenstrahlung produzierten Beryllium-7 als so genannter „Tracer“ für Untersuchungen über Ozonverfrachtung oder atmosphärische Zirkulation.

## Monitoring of Radioactivity in Air

Accidents in nuclear power plants (NPP) may release radioactive material into the atmosphere. Such substances may be transported over long distances and may reach also Austria. 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.

At Sonnblick a high-performance aerosol sampler has been operated for more than 20 years by the Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES) to measure aerosol-bound radionuclides on a daily basis.

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 transport of traces of radionuclides to Austria over time accurately, e.g. following the accident in Fukushima Daiichi NPP in 2011 (Fig. 2).

Beside the evidence of man-made radioactive particles in air the long-term series of aerosol measurements also provide information about processes in the atmosphere, e.g. when using Beryllium-7 which is produced in the stratosphere by cosmic rays, as a tracer for investigations on ozone-transport or atmospheric circulation.

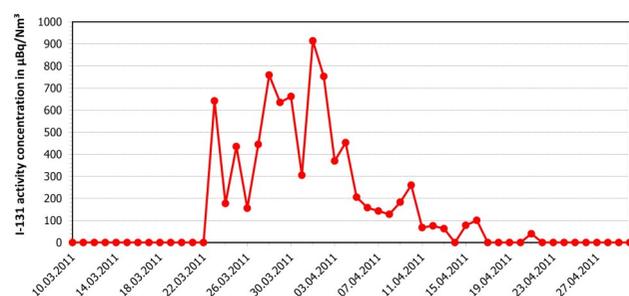


Abb.2: Aktivitätskonzentration von Iodine-131 am Sonnblick nach Fukushima (2011)  
Fig.2: Activity concentration of Iodine-131 at Sonnblick following Fukushima (2011)  
Quelle/Source: AGES



**Bundesministerium  
Nachhaltigkeit und  
Tourismus**

### Autoren/innen/Authors

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

### Ansprechpartner/in/Contact Person

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



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

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

50

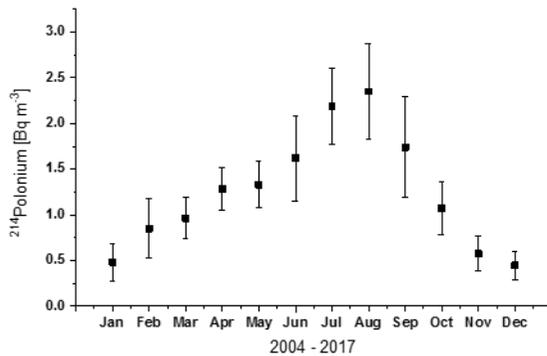


Abb.1: Klimatologie der Monatsmittelwerte von <sup>214</sup>Po-Aktivitätskonzentrationen am Sonnblick-Observatorium 2004-2017; die Fehlerbalken entsprechen der Streuung der Monatsmittel in den einzelnen Jahren.

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.

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.

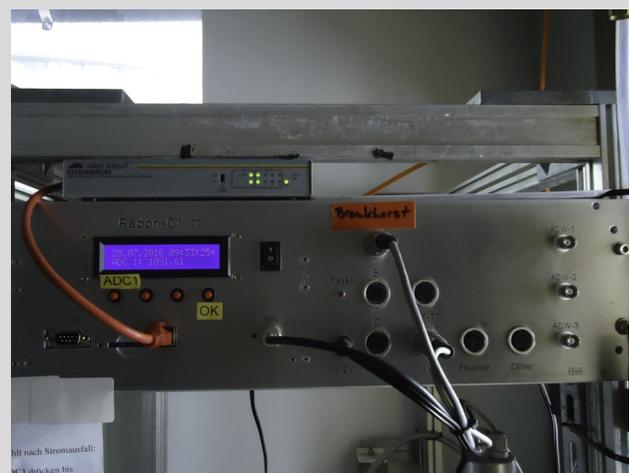


Abb.2: Radonmonitor der Universität Heidelberg am Sonnblick Observatorium  
Fig.2: Radon-Monitor of the University of Heidelberg at the Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: H.Scheer@ZAMG-SBO



UNIVERSITÄT  
HEIDELBERG  
ZUKUNFT  
SEIT 1386

### Autoren/innen/Authors

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

### Ansprechpartner/in/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 Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) - ein Langstreckenzieher  
Fig.1: Parti-coloured bat (*Vespertilio murinus*) - a long-distance migrant  
Quelle/Source: K.Widerin

Die Vorstellung, dass am vergletscherten Gipfel des Sonnblicks Fledermäuse unterwegs sind, scheint unglaublich. Zu unwirtlich scheinen die Umweltbedingungen für die nur wenige Gramm schweren nachtaktiven Säugetiere zu sein. Doch die Untersuchungen der letzten Jahre im Hochgebirge der Alpen ergaben, dass sie mehr aushalten als man gemeinhin glaubt. Am Sonnblickgipfel konnten 2014/2015 mindestens sechs verschiedene Fledermausarten akustisch mit Hilfe von Ultraschalldetektoren (batcorder) nachgewiesen werden. Die meisten von ihnen sind nur auf der Durchreise in ihre Sommer- bzw. Winterquartiere. Es sind Langstreckenzieher, die zweimal jährlich bis über 1900 km weit fliegen. Zu ihnen gehört der Große und der Kleinabendsegler (*Nyctalus noctula*, *N. leisleri*), die Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*), die Raufhautfledermaus (*Pipistrellus nathusius*), sowie die kleinste heimische Fledermausart, die Mückenfledermaus (*P. pygmaeus*). Überraschend war die relativ hohe Aktivität der Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*), da sie eigentlich nicht zu den ziehenden Arten gehört.

Das Wissen über die Verhaltensweisen der Fledermäuse im Hochgebirge ist noch sehr beschränkt. Durch die zunehmende Tendenz Windkraftanlagen im Gebirge zu errichten und die damit einhergehende Gefahr diese geschützte Tiergruppe zu gefährden, sind dringend weitere Untersuchungen zum Verhalten der Fledermäuse im Hochgebirge erforderlich.

### Bats on top of Mt. Hoher Sonnblick

The idea of bats being present at the glaciated top of the Hoher Sonnblick is incredible. The environmental conditions for nocturnal creatures like bats with a weight of only a very few grams seem to be too harsh. However, investigations of the last years at high elevations of the Alps revealed that bats tolerate more than we assume.

Studies on top of the Sonnblick in 2014 and 2015 revealed at least six different bat species. They were proven by acoustic methods with a bat detector (batcorder). Most of them were just on their way to their summer or winter roosts. Those long-distance migrants cover distances of up to more than 1900 km twice a year. These include the Common noctule bat (*Nyctalus noctula*), Leisler's bat (*N. leisleri*), Parti-coloured bat (*Vespertilio murinus*), Nathusius's pipistrelle (*Pipistrellus nathusius*) as well as Soprano pipistrelle (*Pipistrellus pygmaeus*) our smallest bat species. The presence of the Northern bat (*Eptesicus nilssonii*) at this elevation was surprising because it is a predominantly sedentary bat species.

The knowledge of bat behaviour at high alpine regions is still very poor. The increasing tendency of building wind farms in the mountains could become a threat for those protected bats. Therefore further studies are needed in order to obtain more information and understand reasons for bats being present at such high elevations.

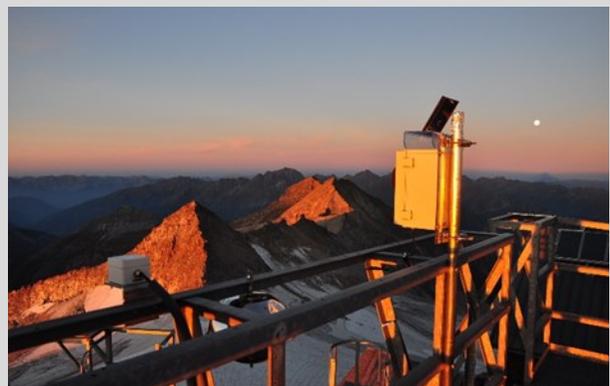


Abb.1: Ultraschall-Detektor (batcorder) am Sonnblick Observatorium  
Fig.1: / Ultrasound detector at the Sonnblick Observatory

Quelle/Source: K. Widerin

#### Autoren/innen/Authors

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

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Mag. Karin Widerin  
KFFÖ  
Email: karin.widerin@fledermausschutz.at  
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 stark abgenommen, dabei stellen Insekten 80% der Tierarten Mitteleuropas. Das Projekt protectAlps soll für den bayerisch-österreichischen Alpenraum die potentielle Bedrohung der Insekenvielfalt durch global verbreitete, schwer abbaubare Schadstoffe erfassen. Diese Schadstoffe werden in den Alpenraum durch die Atmosphäre eingetragen.

Hierzu fanden in 2018 Probennahmen von Insekten in den Forschungsgebieten Sonnblick Observatorium und Umweltforschungsstation Schneefernerhaus statt, die 2019 fortgesetzt werden.

Ziel ist es die langfristige Änderung der Artenzusammensetzung mit chemischen Stressoren (schwer abbaubare Schadstoffe und Stickstoff-Einträge in Ökosysteme) in Verbindung zu setzen.

protectAlps wird vom Interreg-Programm Österreich-Bayern gefördert. Das Projekt wird in Kooperation zwischen dem Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU), der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik und dem Sonnblick Observatorium (ZAMG, SBO), sowie der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (UFS) durchgeführt. Das Projekt endet in 2021.

### 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 having in mind that 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.

For this purpose samples of insects were taking in 2018 within the research areas of the Sonnblick Observatory and the Environmental Research Station Schneefernerhaus, which will be continued in 2019.

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 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). The project lasts until 2021.



Abb.2: Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (UFS) in Bayern  
Fig.2: Environmental Research Station Schneefernerhaus in Bavarian

#### Autoren/innen/Authors

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

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO

2) Bayerisches Landesamt für Umwelt

#### Ansprechpartner/in/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)



### Luftimpfquellen in Kryosphären-Umgebung



Abb.1: Luftbeprobung am Sonnblick Observatorium  
Fig.1: Air sampling at Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: Nora Els

Primäre Biologische Aerosole (PBA) machen in alpiner Luft etwa 10-20% des Aerosolaufkommens aus. Über ihre Beschaffenheit, biologische Artenzusammensetzung, Muster ihres Vorkommens oder ihre physiologischen Kapazitäten ist bisher wenig bekannt. Weiterhin sind Mikroorganismen in Schnee und Eis in Vielzahl vorhanden. Ob diese vorwiegend mit nasser oder trockener Deposition eingetragen werden ist nicht genau bekannt.

Ziel dieser Arbeit ist es die Abundanz und Diversität von PBAs am Sonnblick in unterschiedlichen Höhen, in Zeitreihen in freier Troposphäre und in Korrelation zu meteorologischen Faktoren sowie deren Austausch und Differenzierung zur mikrobiellen Zusammensetzung von Schnee und flüssigem Niederschlag zu untersuchen.

Das Sonnblick Observatorium stellt hier mit seiner geographischen Lage in Zentraleuropa und durch seine Höhenlage zumeist in der freien Troposphäre eine sehr interessanten Standort für bisher wenig untersuchte kontinentale background PBA-Zusammensetzung dar.

### Airborne Inoculation Sources to Cryospheric Environments

Primary biological aerosols (PBAs) contribute to around 10-20% of aerosol amount in alpine air. Only little is known about their properties, biological composition, patterns of occurrence or physiological capacities only little is known. Further, microorganisms are abundant in in snow and ice. If these are mainly introduced with wet or dry deposition is unclear.

The scope of this work is to assess the abundance and diversity of PBAs on Mount Sonnblick in different elevations of the air column, in timeseries in free-troposphere and in correlation to meteorological factors as well as their exchange and differentiation of composition compared to snow and liquid precipitation.

The Sonnblick Observatory, due to its geographical location in central Europe and its high elevation mostly in free-tropospheric conditions, offers option for so far little investigated continental background PBA-composition.



Abb. 2: Luftbeprobung am Sonnblick Observatorium  
Fig.2: Air sampling at Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: Nora Els

#### Autoren/innen/Authors

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

1) Institut/e 01 Institut für Ökologie, Universität Innsbruck

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Nora Els, M.Sc.

Institut/e: Institut für Ökologie, Universität Innsbruck

Email: nora.els@uibk.ac.at



### Wellen am Rande des Weltraums

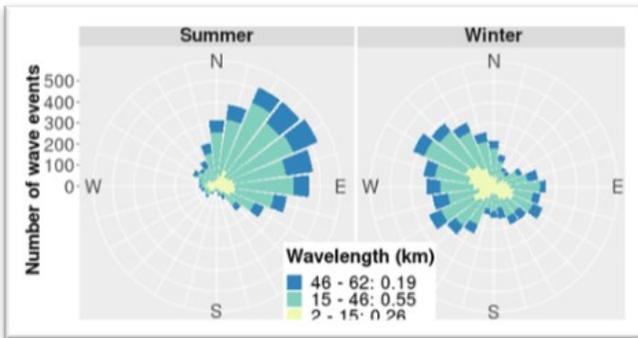


Abb.1: Ausbreitungsrichtung von Schwerewellen im saisonalen Verlauf. Im Sommer erfolgt die Ausbreitung Richtung Nordosten, im Winter Richtung Westen.  
Fig.1: Propagation direction of gravity waves over the course of the year. In summer, the propagation is towards northeast, in winter to towards west.  
Quelle/Source: Hannawald et al. (2019)

Wellen prägen nicht nur die Dynamik im Ozean sondern auch die der Atmosphäre. In der oberen Mesosphäre / unteren Thermosphäre dominieren so genannte Schwerewellen. Häufig in der unteren Atmosphäre angeregt, etwa durch Konvektion oder Überströmen von Gebirgen, können sich diese Wellen bis in große Höhe ausbreiten und verbinden so die unterschiedlichen Atmosphärenschichten miteinander. Sie können jedoch auch weite horizontale Strecken zurücklegen. So führen sie zu einer „Umverteilung“ von Energie und Impuls. Neben lokalen Auswirkungen hat dies auch Einfluss auf globale Zirkulationsmuster.

Von August 2015 bis August 2017 hat die Nahinfrarotkamera FAIM vom Sonnblick Observatorium aus Bilder der atmosphärischen Dynamik in etwa 90km Höhe aufgezeichnet. Die zwei Jahre umfassenden Kameradaten wurden hinsichtlich der horizontalen Wellenparameter ausgewertet, so dass die Richtung des Impulsflusses bestimmt werden kann. Es zeigt sich ein klarer saisonaler Trend im Sommer in Richtung Nordosten, was auch von anderen Standorten auf der Nordhalbkugel aus beobachtet wurde. Im Winter ist die vorherrschende meridionale Richtung nicht so eindeutig. Im Wesentlichen propagieren die Wellen hier in Richtung Westen. Grund für das zonale Ausbreitungsmuster sind Windfelder in der Stratosphäre. Der Grund für die meridionale Vorzugsrichtung ist nicht abschließend geklärt. Weitere Informationen sind in Hannawald et al. (2019, <https://doi.org/10.5194/amt-12-457-2019>) zu finden.

### Waves at the edge of space

Waves do not only characterize the dynamics in the ocean, but also in the atmosphere. In the upper mesosphere/lower thermosphere so-called gravity waves dominate the dynamics. They are often excited in the lower atmosphere by convection or flow over mountains and can propagate up to high altitudes and also over large horizontal distances. In this way they connect the different atmospheric layers, distribute energy and momentum throughout the atmosphere, and influence global circulation patterns.

From August 2015 to August 2017, the short-wave infrared camera FAIM recorded images of the atmospheric dynamics in about 90km altitude from the measurement site Sonnblick Observatory. The two years of camera data were analyzed regarding their horizontal wave parameters so that the direction of the momentum flux can be estimated. A clear seasonal trend is visible with the waves propagating towards north east in summer. This is confirmed by different stations on the Northern hemisphere. In winter, the pattern is less clear, but most waves propagate in west direction. The reason for the zonal propagation pattern is the zonal wind field in the stratosphere. The reason for the meridional direction, however, is not yet fully understood. Further information can be found in Hannawald et al. (2019, AMT, <https://doi.org/10.5194/amt-12-457-2019>).

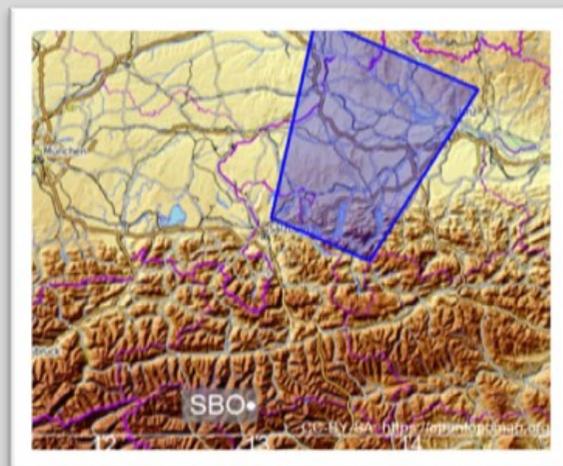


Abb.2: Karte des Standorts mit dem Sichtfeld der Kamera in Blau.  
Fig.2: Map of the measurement site with the field-of-view of the camera.  
Quelle/Source: Hannawald et al. (2019)



Bayerisches Staatsministerium für  
Umwelt und Verbraucherschutz



#### Autoren/innen/Authors

P. Hannawald<sup>1)</sup>, C. Schmidt<sup>2)</sup>, S. Wüst<sup>2)</sup>, M. Bittner<sup>1, 2)</sup>  
1) University of Augsburg, Atmospheric Remote Sensing  
2) German Aerospace Center, German Remote Sensing Data Center

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Prof. Dr. Michael Bittner  
German Aerospace Center, German Remote Sensing Data Center; University of Augsburg, Professorship Atmospheric Remote Sensing, michael.bittner@dlr.de <https://www.wdc.dlr.de/ndmc/>

### Projekt ASBO 2019



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

ASBO 2019 steht für  
„Aktives Sonnblick Observatorium im Jahr 2019“.

ASBO 2018 ist ein Projekt im Förderprogramm „Entwicklungsprojekte 2019“ der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, welches vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung finanziert wird.

Das Projekt ASBO 2019 ist ein Folgeprojekt von ASBO 2018. ASBO 2019 sichert die Datenverarbeitung des Monitorings am Sonnblick Observatorium und fördert die fachspezifische Analyse von Messverfahren und Gerätetechnik. Das gegenständliche Projekt garantiert damit gerade die wesentlichsten Voraussetzungen, um qualitativ hochwertige Datensätze für die Forschung zu produzieren und dem internationalen Forschungsauftrag des Sonnblick Observatoriums in Bezug auf die globalen Messnetzwerke zu erfüllen. Die Daten, die durch ASBO 2019 erarbeitet werden, umfassen die Bereiche Wetter, Klima und Umwelt. Im Rahmen von ASBO 2019 wird auch allgemein über die Forschungsaktivitäten am Sonnblick Observatorium informiert.

Sechzehn Personen und sieben Kooperationspartner sind in das Projekt ASBO 2019 involviert. Die Projektdauer erstreckt sich von Januar 2019 bis Dezember 2019.

### Project ASBO 2019

ASBO 2019 stands for  
"Active Sonnblick Observatory in 2019".

ASBO 2019 is a project in the funding program "Development Projects 2019" of the Central Institute for Meteorology and Geodynamics, which is funded by the Federal Ministry for Education, Science and Research.

The project ASBO 2019 is a follow-up project of ASBO 2018. ASBO 2019 supports the monitoring data processing at the Sonnblick Observatory and promotes the subject-specific analysis of measuring methods and instrument technology. The present project guarantees the most essential prerequisites for producing high-quality data sets for the international measuring programs and research.

The data generated by ASBO 2019 covers the areas of weather, climate and the environment. ASBO 2019 will also provide general information about research activities at the Sonnblick Observatory.

Sixteen people and seven cooperation partners are involved in the ASBO 2019 project. The project will run from January 2019 to December 2019.



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

#### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Abteilung Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner/in/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

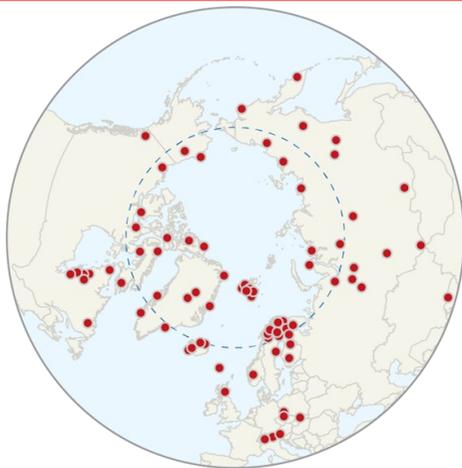


Abb.1: 83 Forschungsstationen umfasst INTERACT-II

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.

INTERCAT-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/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Abteilung Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner/in/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 am  
Sonnblick Observatorium  
Samples at  
Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: ZAMG/SBO

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 Observatory, 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: ZAMG/SBO

#### Autoren/innen/Authors

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

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

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

## Sonnblick (3.106m) - Erdpotenzialmessung

58



Abb.1: Blick nach Norden zum Sonnblick Observatorium  
Fig.1: view in north direction to the Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: ZAMG/www.foto-webcam.eu

Der Sonnblickverein hat 2018 die Seilbahn von Kolm Saigurn zum Observatorium der ZAMG auf den Sonnblickgipfel (3106m) erneuert. Die KELAG-Kärntner Elektrizitäts-Aktiengesellschaft wurde mit der behördlich vorgeschriebenen Überprüfung des elektrischen Potenzialausgleichs zwischen den Erdungssystemen der Stromversorgung und der Seilbahn beauftragt.

Die Stromversorgung der am Sonnblick (Abb.1) im hochalpinen Gebirge mit Gletscher und Permafrost situierten Anlagen erfolgt vom Fleißtal-Zirmsee über ein 20-kV-Lufthängekabel der KNG-Kärnten Netz GmbH.

In Abb.2 ist ersichtlich, dass der Potenzialausgleich nicht nur örtlich am Sonnblick sondern auch bis in das galvanisch über den geerdeten Cu-Schirm des 20-kV-Lufthängekabels ins Fleißtal sowie bis in das galvanisch über die beiden Tragseile der Seilbahn nach Kolm Saigurn zu beurteilen war. Die Messung wurde mit einer netzfrequenten Strom-/Spannungsmethode durchgeführt. Die Messsonde wurde im Bereich der Pilatusscharte gesetzt. So konnten die Erdungsspannungen gemessen und daraus abgeleitet die Erdungsimpedanzen am Zirmsee, dem Sonnblick und in Kolm Saigurn bestimmt werden.

Mit diesem innovativem Messdesign konnte im hochalpinen Gebirge nachgewiesen werden, dass der Potenzialausgleich am Sonnblick korrekt ausgeführt worden ist!

## Sonnblick (3,106m) - Earthpotenzialrise

In 2018, the Sonnblick Verein (Sonnblick Association) renewed the cableway from Kolm Saigurn to the ZAMG observatory on Sonnblick peak (3106m). KELAG-Kärntner Elektrizitäts-Aktiengesellschaft carried out a regulatory prescribed inspection of the potential equalization between the grounding system of the power supply and the cableway.

The power supply of the plants located on Sonnblick (Fig. 1) in the alpine mountains is provided from Fleißtal-Zirmsee with a 20 kV isolated overhead cable owned by KNG-Kärnten Netz GmbH.

As can be seen in Fig.2 the potential equalization was not only evaluated locally on Sonnblick but also in the galvanically connected grounded copper cable sheath of the 20 kV isolated overhead cable in Fleißtal and the two supporting cables of the cableway in Kolm Saigurn. The measurement was carried out with the Current-Voltage Method. The measuring probe was placed in the area of Pilatusscharte. This way the grounding impedances derived from the grounding voltages measured could be determined for Zirmsee, Sonnblick and Kolm Saigurn.

With this innovative measurement design, it could be proven that the potential equalization on Sonnblick had been carried out correctly!

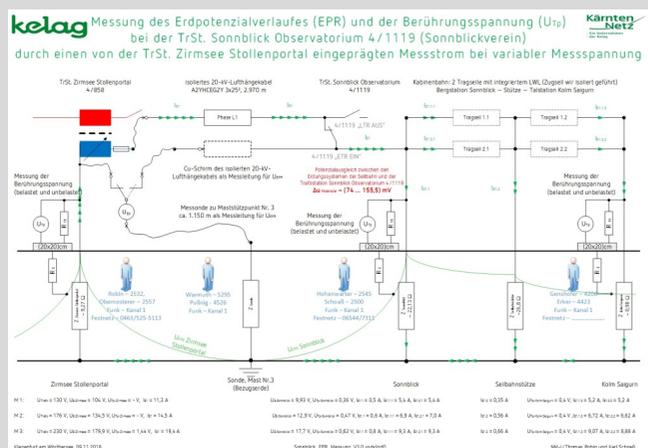


Abb.1:  
Fig.2: Measurement Design  
Source: KNG-Kärnten Netz GmbH/Robin Thomas und Karl Schoaß



### Autoren/innen/Authors

Ing. Thomas Robin<sup>1)</sup>, Ing. Karl Schoaß<sup>1)</sup>  
1) KNG-Kärnten Netz GmbH

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Ing. Karl Schoaß  
KNG-Kärnten Netz GmbH  
Email: karl.schoaß@kaerntennetz.at  
www.kelag.at, www.kaerntennetz.at

### ÖSTERREICHISCHER VERSUCHSENDEVERBAND

OE2XSR

### AUSTRIAN AMATEUR RADIO SOCIETY

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

**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

59



#### Autoren/innen/Authors

Daniel Gröger OE7DDI, Christian Wolfbauer OE5CWO  
Österreichischer Versuchssenderverband

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

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



## 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 und ist flächendeckend im Bundesland Salzburg seit Anfang 2018 in Betrieb.

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

### STANDORT SONNBLICK OBSERVATORIUM:

Um im hochalpinen Gebiet eine hervorragende Funkqualität sicher zu stellen waren auch Standorte in exponierter Lage zu realisieren.

Der Sender am Sonnblick-Observatorium versorgt das Rauriser Tal ab Bucheben und das gesamte Sonnblick-Massiv auf Salzburger Seite.

Mit der neuen Seilbahn ist nun auch für unsere Techniker ein wesentlich besserer und sicherer Zugang für Wartungsarbeiten und im Störfall möglich. Damit wird die Betriebssicherheit dieses Funkstandortes noch einmal deutlich erhöht.

*Die Betriebssicherheit dieser Funkbasisstation für Notfall- und Rettungseinsätze wurde durch die neue Seilbahn noch einmal optimiert.*

### 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 die Allgemeinbevölkerung von  $2,0 \text{ W/m}^2$  vor.)

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

### Autoren/innen/Authors

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

## Digital Radio BOS Austria

### TETRA:

The digital radio communications system, BOS Austria, based on the European standard TETRA, is designed for the specific requirements of 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. It has been in operation without interruption since 31.08.2017.

*This means increased security for the general public.*

### LOCATION SONNBLICK OBSERVATORY :

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 there and in remote areas.

The transmitter on the Sonnblick Observatory, covers the region Rauris Valley from Bucheben and the entire Sonnblick-mountain range on the Salzburg side.

The addition of the cable-car significantly allows better and safer access for our technicians carrying out maintenance or fault work.

*The new cable-car, furthermore, optimizes radio communications for rescue services and other task forces in high alpine regions and remote areas.*

### ENVIRONMENTAL HEALTH ASSESSMENT:

Only radio installations with emission values lower than  $0.0001 \text{ W/m}^2$  (PEAK) will be established in areas where people are generally present. (The ÖVE/ÖNORM E 8850 allows a reference value of  $2,0 \text{ W/m}^2$  for the general public.)

*The digital radio communications system from BOS Austria, Salzburg, is the only radio system worldwide with environmental medical certification*

### Ansprechpartner/in/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 Mai 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. Die Verarbeitung von Galileo und Beidou Signalen ist derzeit im Testbetrieb

### 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 Mai 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. Processing of satellite signals from Galileo and Beidou are in test at the moment.



Abb.2: Pistenmanagement mit EPOSA liefert zentimetergenaue Schneehöhen  
Fig.2: snowmanagement with centimeter accuracy done with EPOSA  
Quelle/Source: PowerGIS

#### Autoren/innen/Authors

Christian Klug  
Wiener Netze GmbH, Abteilung Geoinformation und Vermessung

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dipl.-Ing. Christian Klug  
Echtzeit Positionierung Austria  
Email: christian.klug@eposa.at  
www.eposa.at



# Inhalt

## Content





**Sonnblick Observatorium**

**Sonnblick Observatory**

