

2021

Sonnblick Observatorium

Sonnblick Observatory



WISSENSCHAFTLICHE AKTIVITÄTEN

SCIENTIFIC ACTIVITIES



## Impressum

Herausgeber: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG),  
Hohe Warte 38, 1190 Wien, Österreich

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

Fotos:

E. Ludewig (Titelseite),  
M.Daxbacher (Titelinnenseite: GAW Audit 2020)  
L.Rasser, M.Daxbacher, N.Daxbacher, H.Scheer,  
Verschiedene@SBO (Innenrückseite)  
E. Ludewig (Rückseite)

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

Auflagenzahl: 1000

Erscheinungsdatum: Mai 2021

## Imprint

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

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

Photos:

E. Ludewig (cover),  
M.Daxbacher (cover inside: GAW Audit 2020),  
L.Rasser, M.Daxbacher, N.Daxbacher, H.Scheer,  
E.Ludewig, G.Weys (reverse inside)  
E. Ludewig (reverse side)

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

Circulation volume: 1000

Date of publication: Mai 2021



# Inhalt Content

## Inhalt

### Vorworte

Vorwort BMBWF, Bundesminister.....	6
Vorwort ZAMG, Direktor .....	7
Vorwort ZAMG, Direktor Stellvertreter .....	8
Vorwort ZAMG, Leitung Sonnblick Observatorium ....	9

### Allgemeines

Das Sonnblick Observatorium (SBO).....	10
SBO Zeitachse: Entwicklungsschritte .....	11
Sonnblick Observatorium Organisation .....	12
Infrastruktur Teil I: SBO-INFRA .....	13
Infrastruktur Teil II: IT-Infrastruktur KNIME.....	14
Forschen am Sonnblick Observatorium .....	15
Forschungskonzept ENVISON .....	16

### Internationale Netzwerke

Internationale Netzwerke und der Weltklimarat (IPCC) .....	17
Projekt ASBO 2021.....	18

### Europäische Forschungsinfrastrukturen

ACTRIS: Aerosol, Wolken, Spurengase RI.....	19
eLTER: Langzeit Ökosystemforschung in Europa .....	20

### EU-Zugangs-Projekte

Projekt: INTERACT (2016-2019-2023).....	21
Projekt: ACTRIS-IMP (2020-2023).....	22
Projekt: ATMO-ACCESS (2021-2024) .....	23

### Forschungsaktivitäten

#### **Meteorologie**

Exponierter Standort—Messrekorde.....	24
Übersicht meteorologischer Beobachtungen pro Monat (1970-2020) .....	25
TAWES .....	26

## Content

### Preface

Preface BMBWF, Federal Minister.....	6
Preface ZAMG, Director .....	7
Preface ZAMG, Deputy Director .....	8
Preface ZAMG, Head of the Sonnblick Observatory..	9

### General Facts

The Sonnblick Observatory (SBO).....	10
SBO Timeline: development steps .....	11
Sonnblick Observatory Organisation .....	12
Infrastructure Part I: SBO-INFRA .....	13
Infrastructure Part II: IT-Infrastructure KNIME .....	14
Research at Sonnblick Observatory .....	15
Concept of Research: ENVISON .....	16

### International Networks

International Networks and IPCC .....	17
Project ASBO 2021 .....	18

### European Research Infrastructures

ACTRIS: Aerosol, Cloud, Trace gas RI .....	19
eLTER: Long-Term Ecosystem Research in Europe.....	20

### EU-Access-Projects

Projekt: INTERACT (2016-2019-2023).....	21
Projekt: ACTRIS-IMP (2020-2023).....	22
Projekt: ATMO-ACCESS (2021-2024) .....	23

### Research Activities

#### **Meteorology**

Exposed Site—Measuring Records.....	24
Overview of meteorological observations per month (1970-2020) .....	25
TAWES .....	26

# Inhalt

## Content

4



### Inhalt

#### **Obere Atmosphäre**

Die Mesopause im Winter 2020/2021 ..... 27

#### **Strahlung**

ARAD/BSRN Strahlungsmessung ..... 28

Das österreichische UVB-Messnetz ..... 29

Erforschung der UV-Strahlung und der Ozonschicht:  
Inge Dirmhirn Messstation ..... 30

#### **Deposition: Niederschlag, Regen, Schnee, Eis**

Eislastmessungen am Hohen Sonnblick ..... 32

Saurer Regen und Überdüngung ..... 33

VAO Schadstoffmonitoring ..... 34

NISBO: Stabile Isotope in Regen & Schnee ..... 36

ANIP: Isotopenmessnetz ..... 38

Schneechemie ..... 39

#### **Luftchemie, Spurengase, Luftschadstoffe**

Spurengasmessungen am Sonnblick Observatorium . 40

Evaluierung von globalen und regionalen  
Copernicus Spurengasmodellierungen ..... 41

MONET– MONitoring NETwork of persistent organic  
compounds in the air ..... 42

#### **Aerosole & Wolken**

Aerosolmessung ..... 43

Was steckt im Feinstaub ..... 44

Aerosolhöhen und Mischungshöhen ..... 45

Staub aus der Karakum Wüste ..... 46

ACTRIS NF cloud in situ: Wolkeneigenschaften ..... 48

Langzeitmessung von eisbildenden Partikeln in der  
Atmosphäre ..... 49

#### **Radioaktivität & Radionuklide**

Überwachung der Radioaktivität in Luft ..... 50

Messung der Ortsdosisleistung ..... 51

Langzeitmessung von <sup>222</sup>Radon-Folgeprodukten ..... 52

### Conten

#### **Upper Atmosphere**

The 2020/2021 winter mesopause ..... 27

#### **Radiation**

ARAD/BSRN Radiation measurements ..... 28

Austrian UV-B Monitoring network ..... 29

Research of UV Radiation and Ozone Layer:  
Inge Dirmhirn Messstation ..... 30

#### **Deposition: Precipitation, Rain, Snow, Ice**

Measuring ice loads at Mt. Hoher Sonnblick ..... 32

Acid Rain and Nitrogen Input ..... 33

VAO Monitoring of persistent pollutants ..... 34

NISBO: Stable Isotopes in Meteoric Precipitation ..... 36

ANIP: Isotope Monitoring ..... 38

Snow Chemistry ..... 39

#### **Trace gases & Air pollutants**

Monitoring of trace gases at Sonnblick Observatory . 40

Evaluation of Copernicus Atmosphere  
Monitoring Service Products ..... 41

MONET– MONitoring NETwork of persistent organic  
compounds in the air ..... 42

#### **Aerosole & Clouds**

Aerosol Measurements ..... 43

Chemical analysis of Aerosol Samples ..... 44

Aerosol heights and mixing heights ..... 45

Dust from Karakum Desert ..... 46

ACTRIS NF cloud in situ: Cloud Properties ..... 48

Long-term measurement of ice nucleating particles in  
the atmosphere ..... 49

#### **Radioactivity & Radionuclides**

Monitoring of radioactivity in air ..... 50

Measurement of local dose rate ..... 51

Long-term observations of <sup>222</sup>Radon progeny ..... 52



# Inhalt Content

## Inhalt

### **Glaziologie**

Gletscherbeobachtung .....	53
Entwicklung eines Gletscher-Informationssystems in Echtzeit .....	54
Interaktionsprozesse Kryosphäre-Atmosphäre am Beispiel Hoher Sonnblick .....	55

### **Permafrost & Seismologie & Geologie**

Mineraldokumentation im NPHT .....	56
Permafrost Monitoring Netzwerk .....	58
Beobachtung des Eisgehalts im Untergrund.....	59
Seismische Station SOSA am Hohen Sonnblick.....	60

### **Biologie & Bioaerosole**

Der Sonnblick: eine kuhprotein-freie Zone.....	61
ProtectAlps: Alpen, persistente Schadstoffe und Insekten .....	62
Populationsdynamik alpiner Heuschreckengemein- schaft .....	63
Fledermäuse am Hohen Sonnblick .....	64
Pflanzenpollen am Hohen Sonnblick .....	65

### **Naturgefahren**

Schnee-/ Lawinenmonitoring seit 1965 .....	66
Steinschläge und Felsstürze in der Nordwand des Hohen Sonnblick .....	67
SeisRockHT: Kontinuierliches Steinschlagmonitoring.	68

### **Verschiedenes**

Alterung textiler Materialien im Bergsport .....	70
EPOSA Echtzeitpositionierung Austria .....	71
Österreichischer Versuchssenderverband OE2XSR ....	72
OGN_SBO.....	73
Digitalfunk BOS Österreich .....	74
Kooperationen .....	75

## Content

### **Glaciology**

Longterm Glacier Monitoring .....	53
Towards a remote glacier monitoring in near real time .....	54
Process of Cryosphere-Atmosphere Interactions at Mt. Hoher Sonnblick .....	55

### **Permafrost & Seismology & Geology**

Mineral Documentation in NPHT .....	56
Permafrost Monitoring Network.....	58
Monitoring subsurface ice content .....	59
Seismic Station SOSA at Mt. Hoher Sonnblick.....	60

### **Biology & Bioaerosols**

Sonnblick: a cattle protein-free zone .....	61
ProtectAlps: Alps, persistent pollutants and insects.....	62
Population dynamics of alpine Grasshopper- communities.....	63
Bats on top of Mt. Hoher Sonnblick .....	64
Plant pollen on Mt. Hoher Sonnblick .....	65

### **Natural Hazards**

Snow / avalanche monitoring since 1965 .....	66
Rockfall processes at the north-face of Mt. Hoher Sonnblick .....	67
SeisRockHT: Continuous Rockfall Monitoring .....	68

### **Miscellaneous**

Aging of textile mountaineering equipment .....	70
EPOSA Realtime positioning Austria.....	71
Amateur Radio Society OE2XSR .....	72
OGN_SBO .....	73
Digital radio BOS Austria .....	74
Cooperations .....	75

5





## Bundesministerium Bildung, Wissenschaft und Forschung



Das Jahr 2020 war für die Weltgemeinschaft ein immens schwieriges. Gerade in solchen Zeiten ist es wichtig, dass das Sonnblick Observatorium, als Teil einer kritischen Infrastruktur, die Monitoring und Forschungsaktivitäten ungehindert fortsetzen kann. Durch rasche Adaption an die erforderlichen Maßnahmen konnte ein, durch die Pandemie bedingtes Schließen des Observatoriums verhindert werden. Dies ist insofern wichtig, da auf über 3100 Metern Seehöhe seit 1886 durchgehend Daten zur Entwicklung des Klimas und der Umwelt erhoben werden und diese Datenreihen nahtlos fortgeführt werden müssen.

Die Zusammenarbeit mit Partnern, wie dem Umweltbundesamt, der Technischen Universität Wien, der Universität für Bodenkultur Wien, und vielen weiteren Universitäten und Unternehmen konnte auch 2020 erfolgreich und intensiv fortgeführt werden. Ich hoffe, dass es 2021 wieder möglich sein wird, das Sonnblick Observatorium ungehindert und unkompliziert für Studentinnen und Studenten, sowie junge angehende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu öffnen um ihnen die Möglichkeit zu bieten Forschung hautnah zu erleben und selbst an der Datenerhebung mitzuarbeiten. Die persönliche, praktische Erfahrung an einer Forschungsstation ist für jede angehende Wissenschaftlerin und jeden angehenden Wissenschaftler von immenser Bedeutung.

Mit der vorliegenden Broschüre wollen wir Sie auch dieses Jahr ausführlich über die Aktivitäten und Projekte am Sonnblick Observatorium informieren.

The year 2020 was an immensely difficult one for the global community. Especially in such times it is important that the Sonnblick Observatory, as part of a critical infrastructure, is able to continue monitoring and research activities unhindered. Rapid adaptation to the current policies prevented the observatory from being closed due to the pandemic. This is important, because data, concerning climate and environment, needs to be continuously collected at over 3100 meters above sea level. Since 1886 these series of data have continued seamlessly, to monitor ongoing climate change.

The cooperation with partners, such as the Federal Environment Agency, the Technical University of Vienna, the University of Natural Resources and Applied Life Sciences, and many other universities and companies continued successfully and intensively in 2020. I hope that it will be possible again in 2021 to open the Sonnblick Observatory to students and young prospective scientists unhindered and unsophisticated in order to offer them the opportunity to experience research up close and to work on the data collection themselves. Personal experience at a research station in high alpine terrain is of immense importance for every budding scientist.

With this brochure we want to provide you with detailed information about the activities and projects at the Sonnblick Observatory this year as well.

**Univ.-Prof. Dr. Heinz Faßmann**

Bundesminister für Bildung, Wissenschaft und Forschung

*Federal Minister for Education, Science and Research*

# Vorwort

## Preface



**Dr. Michael Staudinger**

*Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik*

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

*1. Vorsitzender Sonnblick Verein*

*1st Chairman Sonnblick Association*

Der Sonnblick Verein unterstützt das Sonnblick Observatorium seit 1892 mit der notwendigen Infrastruktur, Förderungen durch Stipendien und Öffentlichkeitsarbeit. Die ZAMG garantiert den Betrieb des Observatorium durch die entsprechenden personellen und sonstigen notwendigen Betriebsmitteln. Eine public/ private Partnerschaft, die bis ins 19. Jahrhundert zurückgeht, ist ein eher seltenes Beispiel einer langjährig erfolgreichen Kooperation. Die Forschungsergebnisse der letzten Jahre haben gezeigt, dass dies sinnvolle Investitionen waren: den Klimawandel zu verstehen ist mit den Daten und Forschungsergebnissen des Sonnblick Observatoriums ein Stück besser möglich geworden.

In den letzten Jahren sind die Herausforderungen für den Betrieb deutlich gewachsen: eine neue Seilbahn hat einen ganzjährig sicheren Zugang zum Observatorium möglich gemacht, die Stromleitung vom Zirbensee wird im Sommer 2021 erneuert und geologisch saniert. Beides waren und sind Vorhaben, die große finanzielle Anstrengungen für den Sonnblickverein bedeuteten.

Bei Sonnblickverein und ZAMG haben und werden sich personelle Änderungen ergeben: Landeshauptmann a.D. Univ. Prof. Dr. Franz Schausberger hat 20 Jahre als Vorsitzender den Sonnblickverein geführt, diese Aufgabe hat nunmehr Dr. Michael Staudinger mit der Unterstützung von ao Univ. Prof. Dr. Anne Kasper-Giebl als 2. Vorsitzende übernommen. Franz Schausberger unterstützt den Verein weiterhin als Ehrenpräsident. In der ZAMG tritt Michael Staudinger zur Jahresmitte in den Ruhestand, Dr. Andreas Schaffhauser wird dann mit der Leitung der ZAMG interimistisch betraut werden.

Sowohl Sonnblickverein als auch ZAMG werden weiter in bewährter Kooperation zusammenarbeiten um Forschenden aus Österreich und international die extrem wertvolle Plattform des Sonnblick Observatoriums zu bieten.

The Sonnblick Association support the Sonnblick Observatory since 1892 with the necessary infrastructure and subsidies for scholarships and outreach. ZAMG guarantees the operations of the observatory with personal and the required infrastructure resources. A continuous public/private partnership of this kind going back to the 19<sup>th</sup> century is a rare example of a successful cooperation. The research results of the last years have shown, that these were meaningful investments: The Sonnblick Observatory contributes essentially to understand climate change with all its mechanisms.

In the last years challenges for the operations of the observatory increased: a new cable car made the access safe and possible for the whole year, the power line will be renewed. Both were considerable investments for the Sonnblick Association.

Things are changing both at the Sonnblick Association and at ZAMG: former state governor Prof. Dr. Franz Schausberger was leading the Association for 20 years and will support us as President of honours, Dr. Michael Staudinger is taking the lead together with ao Univ. Prof. Dr. Anne Kasper-Giebl. At the helm of ZAMG Michael Staudinger will retire in summer and hand over to Dr. Andreas Schaffhauser.

Both Sonnblick Association and ZAMG will continue to cooperate as in the past to be able to offer researchers from Austria and internationally the extremely valuable platform of the Sonnblick Observatory.

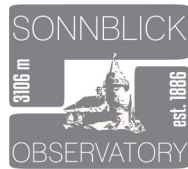




# Vorwort

## Preface

8



**Dr. Andreas Schaffhauser**

Direktor Stellvertreter Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Deputy Director Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Aufnahme von ZAMG/Martin Lusser

Das Sonnblick Observatorium, an einem einzigartigen Standort am Hohen Sonnblick auf über 3100 m mitten in den Hohen Tauern gelegen, liefert seit seiner Errichtung als „Höhenstation“ im Jahre 1886 grundlegende Beobachtungen und Beiträge zur Wettervorhersage und zur Dokumentation des Klimawandels im Hochgebirge. Die Messungen und Erhebungen stammen nicht nur vom exponierten Standort direkt am Gipfel, sondern umfassen auch das vergletscherten Umfeld des Observatoriums.

Die letzten Jahrzehnte waren geprägt vom erfolgreichen Wandel des Observatoriums hin zu einem Umweltobservatorium. Die entsprechenden Investitionen in Infrastruktur und Personal ermöglichten die Zuwendung zu vielfältigen neuen Aufgaben, an denen ForscherInnen und MesstechnikerInnen aus unterschiedlichen Disziplinen gemeinsam erfolgreich interdisziplinär arbeiten.

Die Broschüre gibt einen Überblick über die eindrucksvollen Forschungsergebnisse der engagierten WissenschaftlerInnen der ZAMG, Ihrer Partnerorganisationen sowie nationaler und internationaler Kooperationen. Zusätzlich werden die Leistungen des Sonnblick Teams unter der Leitung von Dr. Elke Ludewig vorgestellt. Das Team stellt den ausfallsfreien Betrieb der Infrastrukturen sicher und ist für die Durchführung und Unterstützung der qualitativ hochwertigen Langzeitbeobachtungen verantwortlich. Das Observatorium bietet eine international etablierte Forschungsplattform für eine Vielzahl von nationalen und internationalen Projekten, die zur Verfügung gestellten hochwertigen Daten bieten die Grundlage für viele wissenschaftlichen Studien und Veröffentlichungen.

Als Centennial Observing Stations der WMO und globale GAW Station hat das Sonnblick Observatorium bereits jetzt eine große internationale Bedeutung, die mit der Etablierung der europäischen Forschungsinfrastruktur ACTRIS mit einem zusätzlichen Wolkenphysikschwerpunkt noch steigen wird.

The Sonnblick Observatory, situated at a unique location on the Hohe Sonnblick summit at about 3100 m height in the midst of the Hohe Tauern, has been providing fundamental observations and contributions to weather forecasting and the documentation of the climate change in high mountain areas since its establishment in 1886. The observations and surveys stem from the exposed summit and the glaciated surroundings of the observatory.

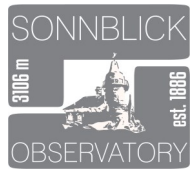
The last decades were characterized by the successful transformation of the observatory into an environmental observatory. Investments in infrastructure and personnel enabled a variety of new tasks, on which researchers and technicians from different disciplines successfully work together in an interdisciplinary approach.

The brochure provides an overview of the impressive research results achieved by dedicated scientists of ZAMG, its partner organizations as well as national and international co-operations. In addition, the activities of the engaged Sonnblick team, headed by Dr. Elke Ludewig are presented. The team ensures the failure-free operation of the infrastructures and carries out or supports the high-quality long-term observations. The observatory provides a well-established research platform for a variety of national and international projects. The provided high-quality data sets are the basis for many scientific studies and publications.

As a Centennial Observing Station of the WMO and global GAW station, the Sonnblick Observatory is already of great international importance, which will further increase with an additional focus on cloud physics as part of the establishment of the European research infrastructure ACTRIS.

# Vorwort

## Preface



9



### Liebe Freunde, Interessierte und Förderer des Sonnblick Observatoriums (SBO)!

Herausfordernde Zeiten liegen hinter und vor uns. Zeiten, die ein hohes Maß an Disziplin, Toleranz, Hilfsbereitschaft und Flexibilität von jedem einzelnen verlangen. Eigenschaften die für einen Forschungsstationsbetrieb grundlegend sind. Wir durften und konnten den Betrieb des Sonnblick Observatoriums aufrecht erhalten, auch wenn es stets kompliziert und organisatorisch aufwendig war. Alle, das SBO-Team, Gewerke und unsere Forschenden haben die notwendigen Maßnahmen verständnisvoll umgesetzt und eingehalten, sodass wir uns gesund durch die letzten Monate kämpften. Leider mussten wir aber unsere Türen versperren und so Führungen durch das Observatorium stoppen und Messkampagne einschränken. Wir hoffen aber bald wieder vielen neugierigen Menschen unsere Aktivitäten auf 3.106m näher zu bringen. Unsere Aktivitäten, die vor 135 Jahren begonnen, die wir geduldig und überlegt in die Zukunft weiterführen um grundlegende Kenntnisse in der Klima- und Umweltforschung bereitzustellen. Nach aufwendigen Investitionen findet unsere besondere Forschungsstätte wieder mehr und mehr Zuspruch in der nationalen und internationalen Forschergemeinschaft. Für diesen Vertrauen und Interesse möchte ich mich in diesem Jahr besonders bedanken. Das SBO-Team freut sich auf neue Begegnungen und Kooperationen.

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

Challenging times lie behind us with an uncertain future ahead. These times demand a high degree of discipline, tolerance, helpfulness and flexibility from each individual. Such qualities are fundamental for a research station operation. We were permitted and able to maintain the operation of the Sonnblick Observatory, despite the sometimes complicated and organizationally costly. Everyone, the SBO team, crafts and our researchers implemented and adhered to the necessary measures with understanding, so that we made it through the last months in good health. Unfortunately, however, we have had to lock our doors and thus stop guided tours of the observatory and limit measurement campaigns. Soon, we hope to bring our activities at 3,106m closer to many curious people again. Our unique activities, which began 135 years ago, we continue patiently and thoughtfully into the future to provide fundamental knowledge in climate and environmental research. After costly investments, our special research facility is again gaining more and more popularity among the national and international research community. I would like to express my special thanks for the trust and interest this year. The SBO team is looking forward to new exchanges and collaborations!

**Dr. Elke Ludewig**

Leiterin Sonnblick Observatorium

*Head of the Sonnblick Observatory*

# Allgemeines General Facts

10



Abb. Sonnblick Observatorium am Hoher Sonnblick | Fig.: Sonnblick Observatory at Mt. Hoher Sonnblick | Quelle/Source: L.Rasser@ZAMG

## Das Sonnblick Observatorium (SBO)

- Klima-, Umwelt- und Hochgebirgsforschung,
- Standort: Hoher Sonnblick, 3.106 m
- exponiert am Alpenhauptkamm
- private Werksseilbahn
- nahezu emissionsfrei, Kernzone Nationalpark
- 135 Jahre Messbetrieb
- Forschungsprogramm ENVISON (ENVironemental Research and Monitoring SONnblick)
- internationale Messprogramme
- Europäische Forschungsinfrastrukturen
- nutzbar für Forschungsprojekte
- 24/7 bemannter Betrieb

## The Sonnblick Observatory (SBO)

- Climate, environmental and high altitude research
- Location: Mt. Hoher Sonnblick, 3.106 m
- exposed at the main alpine ridge
- private cable car
- almost emission-free, core zone national park
- 135 years of measuring operation
- research program ENVISON (ENVironemental Research and Monitoring SONnblick)
- international measuring programs
- European research infrastructures
- usable for research projects
- 24/7 manned operation



Abb. Hoher Sonnblick, Blick von Kolm Saigurn | Fig.: Mt. Hoher Sonnblick, view from Kolm Saigurn | Quelle/Source: E.Ludewig@ZAMG





# Allgemeines General Facts

## SBO Zeitachse: Entwicklungsschritte

## SBO Timeline: development steps

ENTWICKLUNG	ZEI/TIME	DEVELOPMENT
Baujahr	1886	year of establishment
Start Klimaaufzeichnungen	1886-09	start climate records
Start Gletscheraufzeichnungen	1896	start glacier records
Dr. Hann modernisiert die Meteorologie unter anderem dank SBO-Daten	1883-1908	Dr. Hann modernizes the meteorology inter alia due to SBO data
Victor Hess: Forschung kosmische Strahlung (Nobelpreis)	1912	Victor Hess: research on cosmic rays (Nobel Prize 1936)
Errichtung Schneepegelnetz	1927	installation snow level network
Errichtung Seilbahn #1	1946/47-49	construction cable car #1
Betrieb Seilbahn#1.5 Notbetrieb	1953-56	emergency operation cable car#1.5
Errichtung Seilbahn #2	1956/57	construction cable car #2
Beginn Strahlungsmonitoring	1958	start of radiation monitoring
Beginn Aufzeichnung Lawinenbeobachtungen	1965	start monitoring of avalanche observations
Errichtung Seilbahn #3 „Kisterl“	1968	construction cable car #3 "Kisterl"
Anschluss Stromleitung, elektrische Versorgung	1983	power line connection, electrical supply
Start Monitoring Ortsdosisleistung,	1984	start monitoring local dose rate, carried out by BMLRT
Start Monitoring Niederschlagschemie	1983/84	start monitoring precipitation chemistry
Teilnahme am WGMS (weltweiter Gletschermonitoring-Dienst)	1987	participation in WGMS (world glacier monitoring service)
Start Monitoring Luftchemie (Treibhausgase). Messbetrieb durch das Umweltbundesamt.	1988	start monitoring air chemistry (green house gases); operation by Environmental Agency Austria
Start Monitoring radioaktive Aerosole. Messbetrieb durch AGES.	1989	start monitoring radioactive aerosols; operation by AGES
Teilnahme NDACC: Ozon, UV. Messbetrieb durch BOKU.	1994	participation in NDACC: Ozone, UV; operation by BOKU
Durchführung Gipfelsanierung	2002-2005	implementation summit restoration
Start Monitoring Radon, POPs, Aerosolmessung	2004	start monitoring Radon, POPs, aerosol measurements
Teilnahme am GTN-P (Globales Terrestrisches Netzwerk für Permafrost)	2007	participation in GTN-P (Global Terrestrial Network for Permafrost)
Teilnahme an MONET Europe. Durchgeführt durch Umweltbundesamt.	2008	Participation in MONET Europe; conducted by Environment Agency Austria
Teilnahme an BSRN, ARAD. Messbetrieb durch ZAMG.	2013	participation in BSRN, ARAD; operation by ZAMG
Fledermausmonitoring, Messbetrieb durch KFFÖ	2014	bat monitoring; operation by KFFÖ
GCW- Messbetrieb durch ZAMG, Teilnahme an VAO (virtual alpine observatory)	2015	GCW operation by ZAMG, participation in VAO (virtual alpine observatory)
GRIPS 16. Messbetrieb durch DLR.	2015	GRIPS 16; operation by DLR
globale GAW Station; Messbetrieb durch ZAMG und	2016	global GAW station; operation by ZAMG and partners
Mitglied in LTER-Österreich, DEIMS-SDR	2016	member of LTER-Austria, DEIMS-SDR
Installation neues Notstromaggregat	2017	Installation of new emergency power generator
Teilnahme an der europäischen Forschungsinfrastruktur ACTRIS (Aerosole, Wolken, Spurengase)	2017	participation in the European research infrastructure ACTRIS (aerosols, clouds, trace gases)
Errichtung Seilbahn #4 „Gondel“	2018	construction cable car #4 "Gondola"
Teilnahme an EPOSA (Echtzeitpositionierung Österreich)	2018	participation in EPOSA (real-time positioning Austria)
Start Monitoring Mikroplastik	2019	start monitoring microplastic
Start der Implementierung eines Europäischen Zentrums für Wolken(vergleichs)messungen ACTRIS CIS ECCINT	2020	start of the implementation of the European Centre for Cloud ambient INTERcomparison aACTRIS CIS ECCINT

11



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

# Allgemeines General Facts

12



## Sonnblick Observatorium: Organisation

**ZAMG:** Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) ist der Betreiber des Sonnblick Observatoriums. Die ZAMG finanziert die Mitarbeiter, unterstützt die Erhaltung der Infrastruktur, organisiert den wissenschaftlichen Betrieb und setzt sich für die internationalen Aktivitäten ein.

**Sonnblick Verein:** Der Sonnblick Verein ist Eigentümer der Infrastruktur. Der Verein wurde gegründet um den Fortbestand des Sonnblick Observatoriums zu sichern. Der Verein hat hierzu zahlreiche infrastrukturelle Erhaltungsprojekte, wie Haus-, Seilbahn- und Stromsanierungen koordiniert und durchgeführt. Der Sonnblick Verein wird in den nächsten Monaten das Eigentum an die ZAMG übergeben und sich auf die Förderung wissenschaftlicher Aktivitäten am Hohen Sonnblick konzentrieren.

**SBO-Team:** Das Sonnblick Team bildet das Kernteam. Das Kernteam ist für den operationellen Betrieb, für Forschungsprojekte, für das Monitoring und die Infrastruktur verantwortlich. Es unterstützt Forschende und führt Interessierte durch das Gebäude.

**SBO-Projektanten:** Diese Gruppe umfasst alle Personen, die jemals am Sonnblick Observatorium geforscht haben.

**Sonnblick Beirat:** Der Sonnblick Beirat ist der wissenschaftliche Beirat des Observatoriums, der den Direktor der ZAMG berät und das Forschungsprogramm des SBOs (ENVISON) verfasst.

## Sonnblick Observatory: Organisation

**ZAMG:** The Central Institute for Meteorology and Geodynamics (ZAMG) is the operator of the Sonnblick Observatory. ZAMG finances the staff, supports the maintenance of the infrastructure, organizes the scientific operation and is involved in the international activities.

**Sonnblick Association:** The Sonnblick Verein is the owner of the infrastructure. The association was founded to ensure the continued existence of the Sonnblick Observatory. To this purpose, the association has coordinated and carried out numerous infrastructural maintenance projects, such as house, ropeway and electrical power renovations. In the coming months, the Sonnblick Association will transfer ownership to ZAMG and focus on promoting scientific activities at Mt. Hoher Sonnblick.

**SBO-Team:** The Sonnblick team forms the core team. The core team is responsible for operational activities, research projects, monitoring and infrastructure. It supports researchers and guides interested parties through the building.

**SBO project teams:** This group includes all people who have ever conducted research at the Sonnblick Observatory.

**Sonnblick Advisory Board:** The Sonnblick Advisory Board is the scientific advisory board of the observatory, advising the director of ZAMG and writing the research program of the SBO (ENVISON).

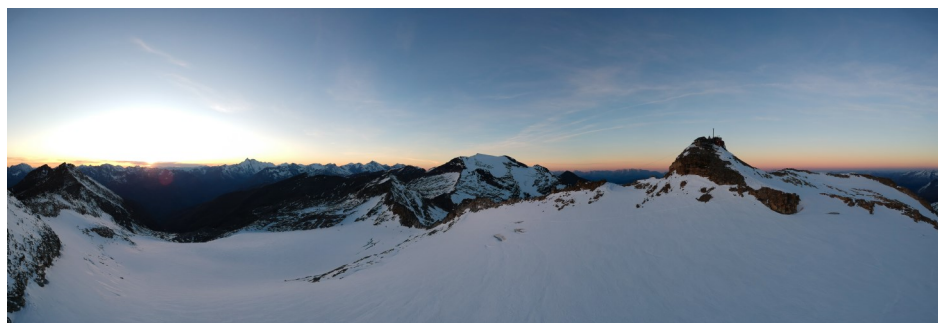


Abb.: Hoher Sonnblick mit Sonnblick Observatorium und Umgebung. Aufnahme von Süden.  
Fig.: L. Mt. Hoher Sonnblick with Sonnblick Observatory and surroundings. Photo from the South.  
Quelle/Source: G. Weyss@ZAMG

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

# Allgemeines General Facts

## Infrastruktur Teil I SBO-INFRA



Abb.1: Energiekabel des Sonnblick Observatoriums  
Fig.1: power cable of the Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: E.Ludewig@ZAMG-SBO

Die Infrastruktur des Sonnblick Observatoriums (SBO) erstreckt sich vom Tal bis zum Gipfel. Das Sonnblick Observatorium setzt sich aus einer komplexen Gebäudestruktur zusammen. Neben dem Hauptgebäude mit Laboren, Technik- und Lagerräumen, Messterrassen, Büro- und Wohnbereich gibt es die Pendelhütte des Alpenvereins mit dem Notstromaggregat des SBOs, den Traforaum als Herzstück der Stromversorgung und die Seilbahnanlage inklusive Talstation und ihre messtechnischen Einrichtungen.

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. Neben der 20kV-Anlage verfügt das Observatorium über ein Notstromaggregat und eine hausinterne unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV). werden. Die 20kV-Leitung wird im Sommer 2021 von European Trans Energy GmbH erneuert.

Die private Sonnblick Seilbahn ist der einfachste Weg das Observatorium zu erreichen. Die Sonnblick Seilbahn transportiert nur Personen, die am Sonnblick Observatorium tätig sind. Die Seilbahn wurde im Jahr 2018 erneuert und überzeugt durch ihre besondere Windstabilität.

Eine ausreichende Telekommunikation ist vor Ort gegeben. Das Observatorium ist z.B. mit WLAN ausgestattet., verwaltet sein eigenes Netzwerk, betreibt eine Oracle Datenbank und stellt seinen Nutzern zahlreiche Tools, wie KNIME zur Verfügung.

### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Leitung Sonnblick Observatorium/  
Head of the Sonnblick Observatory

## Infrastructure Part I SBO-INFRA

The infrastructure of the Sonnblick Observatory (SBO) extends from the valley to the summit. The Sonnblick Observatory consists of a complex building structure. In addition to the main building with laboratories, technical and storage rooms, measuring terraces, offices and living quarters, there is the hut Pendelhütte of the Austrian Alpine Club with the SBO's emergency power generator, the transformer room as the heart of the power supply and the cable car system including the valley station and its measuring equipment.

The power supply is provided by a 20kV line. Due to this emission-free power supply, the Sonnblick Observatory has established itself as an important international measuring station for gases, aerosols and other environmental parameters. In addition to the 20kV system, the observatory has an emergency power generator and an in-house uninterruptible power supply (UPS). The 20kV cable will be renewed by European Trans Energy GmbH in the summer of 2021.

The private Sonnblick cable car is the easiest way to reach the observatory. The Sonnblick cable car only transports people who are working at the Sonnblick Observatory. The cable car was renewed in 2018 and convinces with its special wind stability.

Adequate telecommunications are available on site. For example, the observatory is equipped with WLAN, manages its own network, operates an Oracle database and provides its users with numerous tools such as KNIME.



Abb.2: Sonnblick Seilbahn des Sonnblick Observatoriums  
Fig.2: Sonnblick Cable Car of the Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: H.Scheer@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



# Allgemeines General Facts

## Infrastruktur Teil II IT-Infrastruktur KNIME

14

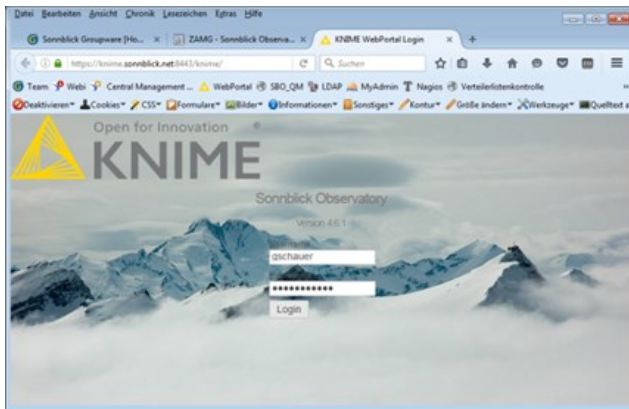


Abb.1: KNIME WebPortal Anmeldeseite  
Fig.1: KNIME WebPortal login page  
Quelle/Source: G. Schauer (Foto: B.Hynek)

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 KNIME

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.

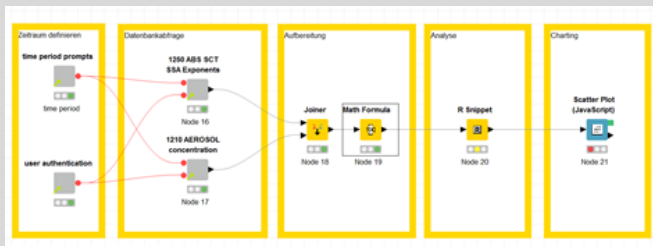


Abb.2: Musterbeispiel eines KNIME - Workflows  
Fig.2: Exemplary KNIME Workflow  
Quelle/Source: G. Schauer

### Ansprechpartner/in/Contact Person

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

# Allgemeines General Facts

## Forschen am Sonnblick Observatorium



Abb.1: Sonnblick Observatorium, Forschungsplattform

Fig.1: Sonnblick Observatory, research platform

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 Vielfaltigkeit des Forschungsstandortes stehen eine **Vielzahl von Datensätzen** zur Verfügung, die im Rahmen von registrierten Projekten am Sonnblick verwendet werden können.

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

Ansuchen für die Nutzung der Forschungsinfrastruktur Sonnblick Observatorium kann direkt über die Stationsleitung oder über das EU-Projekt INTERACT –III, ACTRIS-IMP erfolgen. **Nehmen Sie Kontakt mit uns auf!**

### 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-III or ACTRIS-IMP. **Get in contact with us!**

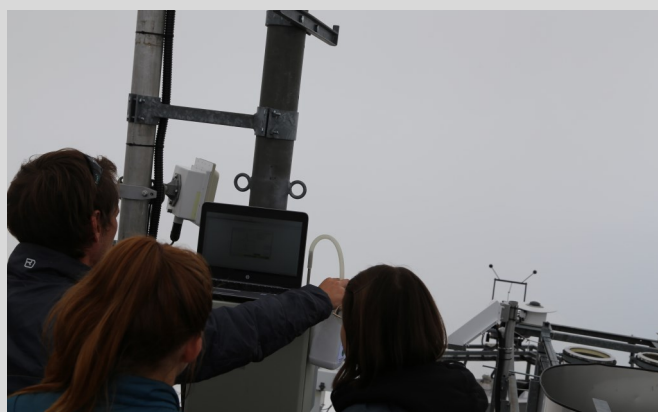


Abb.2: Forschungsarbeit auf den Messterrassen

Fig.2: Research work on the measurement terraces

Quelle/Source: E.Ludewig@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

# Allgemeines General Facts

## Forschungskonzept ENVISON

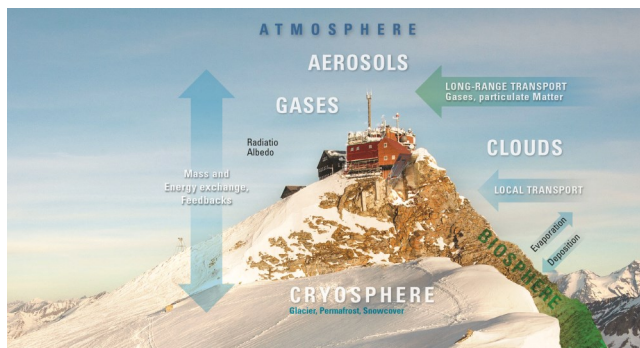


Abb.1: Das Sonnblick Observatorium als Schnittstelle zwischen Atmosphäre, Kryosphäre und Biosphäre.

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

Quelle/Source: ENVISON, 2021(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.

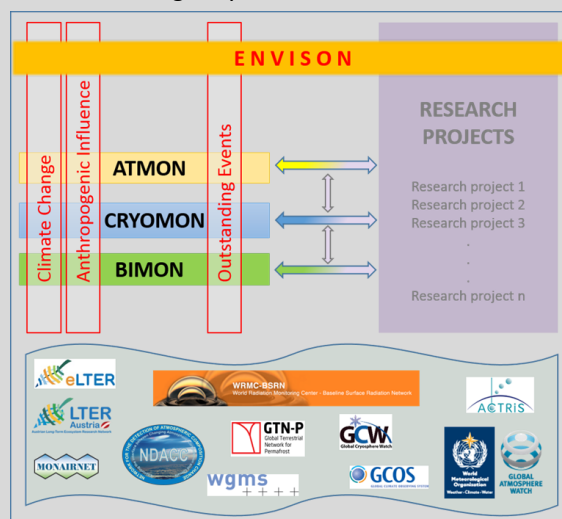


Abb.2: Illustration des Konzepts hinter ENVISON. Quelle: ENVISON, 2016

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

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

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig | ao 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)



# Internationale Netzwerke

## International Networks

### 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 Messgeräthewartung, der Datenerfassung und der Datenprüfung eine wichtige Rolle. Die Daten solcher Messstationen werden in Datenbanken gesammelt und stehen Forschern weltweit zur Verfügung. Dies vereinfacht die Analyse von globalen Fragestellungen, wie z.B. Klimawandel.

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.

### International networks and IPCC

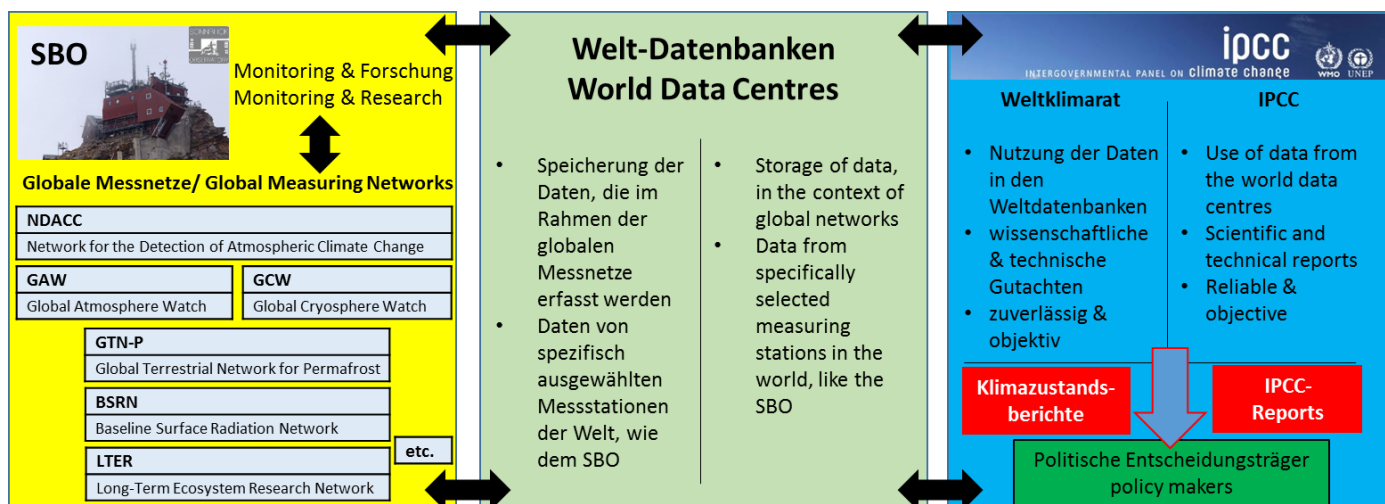
**International networks** are an important instrument in the world of research. Such connections support an exchange in experiences and knowledge and support the development of global measuring networks.

**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 researches 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.

17



#### 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

# Internationale Netzwerke International Networks

## Projekt ASBO 2021

18



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

ASBO 2021 steht für  
„Aktives Sonnblick Observatorium im Jahr 2021“.

ASBO 2021 ist ein Projekt im Förderprogramm „Entwicklungsprojekte 2021“ der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, welches vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung finanziert wird. Es ist inhaltlich für 5 Jahre konzipiert und erreicht in 2021 die 5. Phase.

Ziel von ASBO ist es die Aktivitäten im Bereich der internationalen Netzwerke von GAW, GCW, BSRN, LTER und ACTRIS unterstützen, zu sichern und gleichzeitig Forschungsaktivitäten zu fördern. Hier wird vor allem das Datenmanagement unterstützt, um die Produktion von qualitativ und quantitativ hochwertigen Datensätzen sicher zustellen. Diese Datensätze finden sich dann in den Weltdatenbanken wieder und sichern den internationalen Status des Sonnblick Observatoriums.

Die Daten, die durch ASBO 2021 erarbeitet werden, umfassen die Bereiche Wetter, Klima und Umwelt. Im Rahmen von ASBO 2021 wird auch allgemein über die Forschungsaktivitäten am Sonnblick Observatorium informiert. ASBO 2021 unterstützt die ACTRIS Aktivitäten, Pilotprojekte und überarbeitet das Servicemanagement.

ASBO 2021 wird von 15 Mitarbeitern getragen und verfügt über ein Budgetvolumen von rund 155.000€. Die Projektdauer erstreckt sich von Januar 2021 bis Dezember 2021.

## Project ASBO 2021

ASBO 2021 stands for  
"Active Sonnblick Observatory in 2021".

ASBO 2021 is a project in the funding programme "Development Projects 2020" of the Central Institute for Meteorology and Geodynamics, which is financed by the Federal Ministry of Education, Science and Research. It is designed for 5 years and reaches the 5th phase in 2021.

The aim of ASBO is to support and secure the activities of the international networks of GAW, GCW, BSRN, LTER and ACTRIS and to promote research activities at the same time.

Here, data management is supported to ensure the production of high quality and high quantity data sets. These data sets are then added to the world databases and secure the international status of the Sonnblick Observatory.

The data produced by ASBO 2021 will cover the fields of weather, climate and environment. ASBO 2021 also provides general information about the research activities at Sonnblick Observatory. ASBO 2021 supports ACTRIS activities, pilot projects, and revises the service management.

ASBO 2021 is supported by 15 staff members and has a budget volume of about 155.000€. The project duration is from January 2021 to December 2021.



Abb.2: Wartung der Permafrostmessketten in den 20m Bohrlöchern am Hohen Sonnblick im Rahmen von ASBO und Schulung von Praktikantinnen.  
Fig.2: Maintenance of the permafrost electrodes in the 20m boreholes at Mt. Hoher Sonnblick within ASBO and training of interns.



### 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)

# Europäische Forschungsinfrastrukturen

## European Research Infrastructures

### ACTRIS: Aerosol, Wolke, Spurengas Forschungsinfrastruktur

Die **Aerosol-, Wolken- und Spurengas-Forschungsinfrastruktur (ACTRIS)** ist die paneuropäische Forschungsinfrastruktur (RI), die hochwertige Daten und Informationen über kurzlebige atmosphärische Bestandteile und über die Prozesse, die zur Variabilität dieser Bestandteile in natürlichen und kontrollierten Bedingungen führen, produziert. ACTRIS ermöglicht den freien Zugang zu hochklassigen atmosphärischen Langzeitdaten über einen einzigen Zugangspunkt. ACTRIS Zugang zu unseren erstklassigen Einrichtungen, die Forschern, sowohl aus dem akademischen als auch aus dem privaten Sektor, die besten Forschungsumgebungen und Fachkenntnisse zur Förderung der Spitzenwissenschaft und der internationalen Zusammenarbeit bieten.

Die Kernkomponenten von ACTRIS sind die **National Facilities (NFs)**, die aus Beobachtungs- und Forschungsplattformen bestehen, und die **Central Facilities (CFs)**, die für die Bereitstellung von harmonisierten, qualitativ hochwertigen Daten grundlegend sind.

Die acht **Central Facilities** koordinieren den Betrieb von ACTRIS auf europäischer Ebene und bestehen aus sechs thematischen Zentren, dem Datenzentrum und der Hauptgeschäftsstelle. Jede Zentrale Einrichtung besteht aus mehreren Einheiten, die von einer verantwortlichen ACTRIS Research Performing Organisation (RPO) eines ACTRIS-Mitgliedslandes gehostet werden. Die CFs nehmen an der ACTRIS-Governance und -Verwaltung teil und bieten den Nutzern Dienste entsprechend der Nutzerzugangsrichtlinie sowie Betriebsunterstützung für die nationalen Einrichtungen.

Das Sonnblick Observatorium unterstützt ACTRIS als National Facility für Aerosol- und Wolkenmessungen. Als Central Facility Einheit für Wolken in situ Messungen baut das Sonnblick Observatorium bis 2024 das Europäische Center für Wolkenvergleichsmessungen (ECCINT) auf. So wird das Sonnblick Observatorium auf europäischer Ebene die Erfassung des Wolkenflüssigwassergehalt und des Tröpfchenwirkungsradius unterstützen.

ACTRIS soll mit 2024/25 voll operationell sein.



<https://www.actris.eu/>

### ACTRIS: Aerosol, Cloud, Trace gas Research Infrastructure (RI)

The **Aerosol, Clouds and Trace Gases Research Infrastructure (ACTRIS)** is the pan-European research infrastructure (RI) producing high-quality data and information on short-lived atmospheric constituents and on the processes leading to the variability of these constituents in natural and controlled atmospheres. ACTRIS enables free-access to high-class long-term atmospheric data through a single entry point. ACTRIS offers access to our world-class facilities providing researches, from academia as well as from the private sector, with the best research environments and expertise promoting cutting-edge science and international collaborations.

ACTRIS core components are the **National Facilities (NFs)**, constituting in observatory and exploratory platforms, and the **Central Facilities (CFs)**, fundamental for the provision of harmonized high-quality data.

The eight **Central Facilities** coordinates ACTRIS operation at European level and consists of six Topical Centres, the Data Centre and the Head Office. Each Central Facility consists of several Units hosted by a responsible ACTRIS Research Performing Organisation (RPO) of an ACTRIS member country. CFs participate in ACTRIS governance and management and provide services to the users accordingly to the user access policy as well as operation support to the National Facilities.

The Sonnblick Observatory supports ACTRIS as National Facility for aerosol and cloud measurements. As Central Facility unit for cloud in situ measurements, the Sonnblick Observatory is establishing the European Center for ambient Cloud Intercomparison (ECCINT) until 2024. Thus, the Sonnblick Observatory will support the acquisition of cloud liquid water content and droplet effective radius at the European level.

ACTRIS is expected to be fully operational by 2024/25.



<https://actris.i-med.ac.at/>

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

19





# Europäische Forschungsinfrastrukturen European Research Infrastructures

## eLTER: Langzeit Ökosystemforschung in Europa

20



In Europa wird aktuell die Forschungsinfrastruktur eLTER RI aufgebaut und organisiert. eLTER RI ist die „Integrated European Long-Term Ecosystem, Critical zone & Socio-Ecological Research Infrastructure“.

eLTER RI soll folgende Eigenschaften haben:

- Großflächige und systematisch Abdeckung der wichtigsten europäischen Umwelt im Bereich Land, Süßwasser und Übergangsgewässer.
- Integrierte Beobachtungen in der gesamten kritischen Zone, die die Wissenschaft des gesamten Ökosystems unterstützen
- Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen abiotischen und biotischen Ökosystemkomponenten auf mehreren Skalen, einschließlich der Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt
- Erforschung von Ökosystemprozessen, die durch verschiedene Einflussfaktoren beeinflusst werden, sowie die sozio-ökologische Forschung in Bezug auf Ökosystemleistungen
- Internationale Zusammenarbeit

eLTER nutzt DEIMS-SDR. DEIMS-SDR (Dynamic Ecological Information Management System - Site and dataset registry) ist ein Informationsmanagementsystem, mit dem Sie langfristige Ökosystem-Forschungsstandorte rund um den Globus entdecken können, zusammen mit den an diesen Standorten gesammelten Daten und den mit ihnen verbundenen Personen und Netzwerken.

Das Sonnblick Observatorium ist als Station in DEIMS-SDR gelistet (<https://deims.org/b2015216-ac0a-433f-8044-8ba8c46cc6c9>). In LTER Austria ist das Sonnblick Observatorium als eine Emerging Station aufgeführt (<https://www.lter-austria.at/sonnblick/>). Im Rahmen von eLTER plant das Sonnblick Observatorium das Ökosystem Kryosphäre zu vertreten und die Infrastruktur für weitere Forschungskampagnen zur Verfügung zu stellen.

Zur Unterstützung der ökologischen Langzeitforschung ist das Sonnblick Observatorium mit dem Sonnblick Verein Mitglied im Verein LTER-Austria. eLTER ist ein Schwerpunkt im Forschungsprogramm ENVISON des Sonnblick Observatoriums.

## eLTER: Long-Term Ecosystem Research in Europe

In Europe, the research infrastructure eLTER RI is currently being established and organized. eLTER RI is the "Integrated European Long-Term Ecosystem, Critical zone & Socio-Ecological Research Infrastructure“.

eLTER RI will have the following features:

- Wide scale and systematic coverage of major European terrestrial, freshwater and transitional water environments
- Integrated observations across the critical zone, supporting whole ecosystem science
- Investigation of interactions between abiotic and biotic ecosystem components at multiple scales, including human-environment interactions
- Enables research into ecosystem processes influenced by multiple drivers, as well as socio-ecological research relating to ecosystem services
- international cooperation

eLTER uses DEIMS-SDR. DEIMS-SDR (Dynamic Ecological Information Management System - Site and dataset registry) is an information management system that allows you to discover long-term ecosystem research sites around the globe, along with the data gathered at those sites and the people and networks associated with them.

The Sonnblick Observatory is listed as a station in DEIMS-SDR (<https://deims.org/b2015216-ac0a-433f-8044-8ba8c46cc6c9>). In LTER Austria, the Sonnblick Observatory is listed as an Emerging Station (<https://www.lter-austria.at/sonnblick/>). Within eLTER, the Sonnblick Observatory plans to represent the cryosphere ecosystem and provide infrastructure for further research campaigns.

To support long-term ecological research, the Sonnblick Observatory and the Sonnblick Association are members of the LTER-Austria association.

eLTER is a focal point in the ENVISON research program of the Sonnblick Observatory.



<p><b><u>Autoren/innen/Authors</u></b> Elke Ludewig<sup>1)</sup> 1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Abteilung Sonnblick Observatorium</p>	<p><b><u>Ansprechpartner/in/Contact Person</u></b> Dr. Elke Ludewig Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO Email: <a href="mailto:elke.ludewig@zamg.ac.at">elke.ludewig@zamg.ac.at</a> <a href="http://www.sonnblick.net">www.sonnblick.net</a>, <a href="http://www.zamg.ac.at">www.zamg.ac.at</a></p>
--	--



# EU-Zugangs-Projekte EU-Access-Projects

## Projekt: INTERACT (2016-2019-2023)



Abb.1: 83 Forschungsstationen umfasst INTERACT-II  
Fig.1: 83 research stations joining the INTERACT-II project  
Quelle/Source: <https://eu-interact.org/>

INTERACT: Das INTERNATIONALES NETZWERK für terrestrische Forschung und Monitoring in der Arktis

INTERACT ist ein Infrastrukturprojekt unter der Schirmherrschaft von SCANNET, einem zirkumarktischen Netzwerk von derzeit 89 terrestrischen Feldstationen in Nordeuropa, Russland, den USA, Kanada, Grönland, Island, den Färöer-Inseln und Schottland sowie Stationen in nördlichen Alpengebieten. INTERACT zielt speziell auf den Aufbau von Forschungs- und Überwachungs-kapazitäten in der gesamten Arktis ab und bietet über das Transnational Access Programm Zugang zu zahlreichen Forschungsstationen (<https://eu-interact.org/accessing-the-arctic/>).

Das Sonnblick Observatorium ist eine Station im Stationsnetz von INTERACT und nimmt am Transnational Access Programm teil. Damit können Forschende eine Unterstützung für Kampagnen am Sonnblick Observatorium erhalten. Um den internationalen Austausch zu fördern besagt das Reglement aber, dass Forscher, die am Sonnblick Observatorium forschen wollen, nur eine Unterstützung via INTERACT erhalten, wenn ihr Institut nicht in Österreich gemeldet ist.

Das Sonnblick Observatorium unterstützt Interessierte!

## Project: INTERACT (2016-2019-2023)

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

INTERACT is an infrastructure project under the auspices of SCANNET, a circumarctic network of currently 89 terrestrial field bases in northern Europe, Russia, US, Canada, Greenland, Iceland, the Faroe Islands and Scotland as well as stations in northern alpine areas. INTERACT specifically seeks to build capacity for research and monitoring all over the Arctic, and is offering access to numerous research stations through the Transnational Access Program.

The Sonnblick Observatory is a station in the INTERACT station network and participates in the Transnational Access Program. This allows researchers to receive support for campaigns at the Sonnblick Observatory. However, in order to promote international exchange, the regulations state that researchers wishing to conduct research at Sonnblick Observatory will only receive support via INTERACT if their institute is not registered in Austria.

The Sonnblick Observatory supports interested parties!

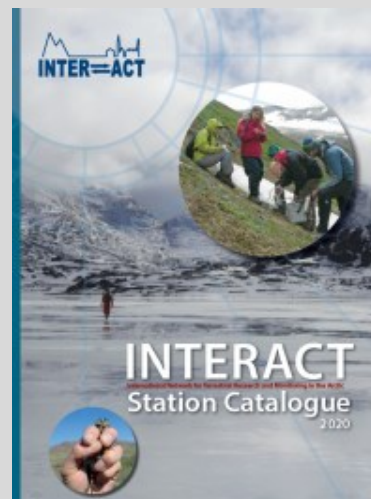


Abb.2: INTERACT unterstützt den Zugang zu Forschungsstationen für Forscher  
Fig.2: INTERACT supports the access to research stations for researchers  
Quelle/Source: <https://eu-interact.org/publication/interact-station-catalogue-2020/>

21



Horizon 2020  
European Union funding  
for Research & Innovation



### 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/>

# EU-Zugangs-Projekte EU-Access-Projects

22



## Projekt: ACTRIS-IMP (2020-2023)

ACTRIS-IMP, ist das ACTRIS Implementation Project unter EU Horizon 2020 Coordination and Support Section (grant agreement No 871115). ACTRIS IMP startete am 1. Januar 2020 für einen Zeitraum von 4 Jahren.

Das übergreifende Ziel von ACTRIS IMP ist es, die Maßnahmen zu koordinieren und durchzuführen, die für die Implementierung einer weltweit anerkannten, langfristigen und nachhaltigen Forschungsinfrastruktur mit operativen Diensten bis 2025 erforderlich sind.

ACTRIS IMP wird sich auf drei strategische Säulen stützen:

- Sicherung der langfristigen Nachhaltigkeit von ACTRIS
- die Sicherstellung der koordinierten Implementierung von ACTRIS-Funktionalitäten
- die Positionierung von ACTRIS in der regionalen, europäischen und internationalen Wissenschafts- und Innovationslandschaft.

ACTRIS IMP wird ACTRIS in die Lage versetzen, auf die Bedürfnisse und Anforderungen der Nutzergemeinschaft an voll funktionsfähige Dienste zur Unterstützung der Erdsystemwissenschaft, insbesondere der Atmosphären- und Klimaforschung, zu reagieren. Darüber hinaus wird ACTRIS IMP die Relevanz, das Innovationspotenzial und die gesellschaftlichen Auswirkungen von ACTRIS erhöhen.

<https://www.actris.eu/how-are-we-funded>

Im Rahmen von ACTRIS-IMP findet eine Pilotzugangsstudie statt. Hier wird der Prozess und das Auswahlverfahren für den geförderten Zugang zu Forschungsstationen geprüft und verbessert. Das Sonnblick Observatorium ist eine Station dieser Pilotstudie. Hier können Forschungseinrichtungen und Firmen sich bewerben, das Sonnblick Observatorium als Forschungsort nutzen und ACTRIS-IMP übernimmt die Aufenthaltskosten.

## Project: ACTRIS-IMP (2020-2023)

ACTRIS-IMP, is the ACTRIS Implementation Project under EU Horizon 2020 Coordination and Support Section (grant agreement No 871115). ACTRIS IMP started on January 1, 2020 for a period of 4 years.

The overall objective of ACTRIS IMP is to coordinate and carry out the activities required to implement a globally recognized, long-term and sustainable research infrastructure with operational services by 2025.

ACTRIS IMP will be based on three strategic pillars:

- ensuring the long-term sustainability of ACTRIS
- ensuring the coordinated implementation of ACTRIS functionalities
- positioning ACTRIS in the regional, European and international science and innovation landscape.

ACTRIS IMP will enable ACTRIS to respond to the needs and demands of the user community for fully functional services in support of Earth system science, particularly atmospheric and climate science. In addition, ACTRIS IMP will increase the relevance, innovation potential, and societal impact of ACTRIS.

<https://www.actris.eu/how-are-we-funded>

A pilot access study will take place as part of ACTRIS-IMP. Here, the process and selection procedure for funded access to research stations will be examined and improved. The Sonnblick Observatory is one station in this pilot study. Here, research institutions and companies can apply, use the Sonnblick Observatory as a research site and ACTRIS-IMP will cover the accommodation costs.

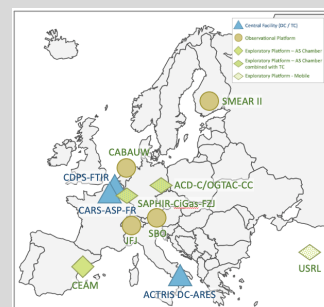


Abb.1: Zugang zu Forschungsstationen im Rahmen von ACTRIS-IMP  
Fig.1: Access to research stations within the framework of ACTRIS-IMP  
Quelle/Source: <https://www.actris.eu/topical-centre/access-actris-services-11-research-facilities>



Horizon 2020  
European Union funding  
for Research & Innovation



### 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)

# EU-Zugangs-Projekte

## EU-Access-Projects

### Projekt: ATMO-ACCESS (2021-2024)



ATMO-ACCESS: Nachhaltiger Zugang zu atmosphärischen Forschungseinrichtungen.

<https://www.atmo-access.eu/>

Das Ziel von ATMO-ACCESS ist es, den Bedarf an der Entwicklung nachhaltiger Lösungen auf der Grundlage der Prinzipien des offenen Zugangs zu adressieren und Richtlinien und Empfehlungen für Verwaltung, Management und Finanzierung für eine effiziente und effektive Bereitstellung des Zugangs zu verteilten atmosphärischen RIs (Research Infrastructures = Forschungseinrichtungen) zu entwickeln. Das Projekt ATMO ACCESS untersucht die am besten geeigneten Mechanismen, die zu einer nachhaltigen Bereitstellung des Zugangs zu atmosphärischen Forschungsinfrastrukturen führen könnten.

ATMO ACCESS wird hier den physischen, virtuellen und remote Zugang zu den jeweiligen Einrichtungen koordinieren, den Prozess verbessern und das Verfahren innerhalb der EU harmonisieren. Gleichzeitig sollen neue Zugangsmodalitäten erforscht und getestet werden, sowie die geeignetsten Bedingungen für die Etablierung nachhaltiger Zugangsverfahren in der gesamten EU für verteilte atmosphärische RIs unter Einbeziehung nationaler und internationaler Akteure ermittelt werden.

ATMO-ACCESS bietet Möglichkeiten für den Zugang zu 43 operativen europäischen Atmosphärenforschungseinrichtungen in Europa. Das vielfältige Angebot an Einrichtungen, die TNA-Zugang bieten, ermöglicht es Forschern, die am besten geeignete Plattform für ihre spezifischen Forschungsfragen zu wählen und fördert zudem transdisziplinäre Studien.

Das Sonnblick Observatorium ist Projektpartner in ATMO-ACCESS und bietet Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen den geförderten Zugang zum Observatorium via ATMO-ACCESS an.

### Project: ATMO-ACCESS (2021-2024)

ATMO-ACCESS: Sustainable Access to Atmospheric Research Facilities

<https://www.atmo-access.eu/>

The goal of ATMO-ACCESS is to address the need for developing sustainable solutions based on open access principles and to develop guidelines and recommendations for administration, management, and funding for efficient and effective provision of access to distributed atmospheric RIs (research infrastructures). The ATMO ACCESS project is investigating the most appropriate mechanisms that could lead to sustainable provision of access to atmospheric research infrastructures.

Here, ATMO ACCESS will coordinate physical, virtual and remote access to the respective facilities, improve the process and harmonize the procedure within the EU. At the same time, new access modalities will be explored and tested, and the most appropriate conditions for establishing sustainable access procedures across the EU for distributed atmospheric RIs will be identified, involving national and international stakeholders.

ATMO-ACCESS provides opportunities for access to 43 operational European atmospheric research facilities in Europe. The diverse range of facilities offering TNA access allows researchers to choose the most appropriate platform for their specific research questions and also promotes transdisciplinary studies.

The Sonnblick Observatory is a project partner in ATMO-ACCESS and offers scientists funded access to the observatory via ATMO-ACCESS.



Abb.1: Forschungsstation Sonnblick Observatorium

Fig.1: research station Sonnblick Observatory

Quelle/Source: H.Scheer@ZAMG-SBO

23



Horizon 2020  
European Union funding  
for Research & Innovation



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





## Exponierter Standort Messrekorde

## Exposed Site Measuring Records

24



Datenaufzeichnung seit 1886 (Unterbrechung von 4 Tagen nach dem 1. Weltkrieg).

Data Logging since 1886 (There exist a gap of 4 days after the 1<sup>st</sup> World War).

Temperatur	WERT	VALUE	ZEIT	TIME	Temperature
Absolutes Maximum	+15,30 °C		30.06.2012		absolute Maximum
Absolutes Minimum	-37,40°C		02.01.1905		absolute Minimum
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
Monatsminimum	26h		12/1986		monthly Minimum

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	100 cm		mehrere Termine		Maximum daily amount of fresh snow
Maximale Monatssumme Neuschnee	6,14 m		05/1991		Maximum monthly amount of fresh snow

<b>Saharastaub</b>	In leichter Ausprägung ca. einmal im Monat.
<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



**Übersicht meteorologischer  
Beobachtungen pro Monat (1970-2020)**

**Overview of meteorological  
observations per month (1970-2020)**

Ø1970-2020	monatliche Durchschnittswerte der Anzahl der Tage mit positiver Beobachtung												
	monthly averages of the number of days of positive observation												
Tage mit	SUMME	JAN	FEB	MA R	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP T	OKT	NOV	DEZ
days with	TOTAL	JAN	FEB	MA R	APR	MA- Y	JUN E	JULY	AUG	SEP T	OCT	NOV	DEC
Nebel fog	265	19	18	23	24	26	25	25	25	23	19	19	19
Schneefall snowfall	168	18	16	20	20	18	10	5	4	9	13	17	18
Schneeregen snow rain	17	0	0	0	0	2	5	5	5	4	1	0	0
Schneedecke snow cover	357	31	28	31	30	31	30	31	29	28	27	30	31
Raureif hoar frost	197	20	19	22	22	19	13	8	7	12	16	19	20
Gewitter thunderstorm	18	0	0	0	0	2	4	6	5	1	0	0	0
Frosttage <sup>1a)</sup> frost days <sup>1b)</sup>	302	31	28	31	30	29	20	13	12	20	27	30	31
Eistage <sup>2a)</sup> ice days <sup>2b)</sup>	231	31	28	31	28	18	7	2	2	8	19	27	30
Sturm <sup>3a)</sup> Storm <sup>3b)</sup>	198	22	19	20	17	14	14	13	11	13	16	18	21
Orkan <sup>4a)</sup> Hurricane <sup>4b)</sup>	107	14	12	12	9	6	6	5	4	5	9	11	14
Sommertage <sup>5a)</sup> summer days <sup>5b)</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



<sup>1a)</sup> Tag, an dem das Minimum der Lufttemperatur unterhalb des Gefrierpunktes (unter 0,0 °C) liegt.

<sup>1b)</sup> A day on which the minimum air temperature is below freezing point (below 0.0 °C).

<sup>2a)</sup> Tag, an dem das Maximum der Lufttemperatur unterhalb des Gefrierpunktes (unter 0 °C) liegt, d.h. es herrscht durchgehend Frost.

<sup>2b)</sup> A day on which the maximum air temperature is below freezing point (below 0 °C), i.e. there is frost throughout.

<sup>3a)</sup> Sturm: Wind der Stärke 9 bis 10 (74 bis 102 km/h) auf der Beaufortskala, Sturmtief: Kerndruck unter 980 hPa.

<sup>3b)</sup> Storm: wind force 9 to 10 (74 to 102 km/h) on the Beaufort scale, core pressure below 980 hPa.

<sup>4a)</sup> Orkan: Sturm der Stärke 11 auf der Beaufortskala und mehr (103 bis 117 km/h), Orkantief: unter 955 hPa.

<sup>4b)</sup> Hurricane: storm of force 11 on the Beaufort scale and above (103 to 117 km/h), core pressure below 955 hPa.

<sup>5a)</sup> Tag, an dem das Maximum der Lufttemperatur ≥ 25 °C beträgt.

<sup>5b)</sup> A day on which the maximum air temperature ≥ is 25 °C.

<p><b>Autoren/innen/Authors</b> H. Scheer<sup>1</sup>, E.Ludewig<sup>1</sup> 1) ZAMG, Sonnblick Observatorium</p>	<p><b>Ansprechpartner/in/Contact Person</b> Dr. Elke Ludewig Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO Email: elke.ludewig@zamg.ac.at www.zamg.ac.at, www.sonnblick.net</p>
---	---



### TAWES

26

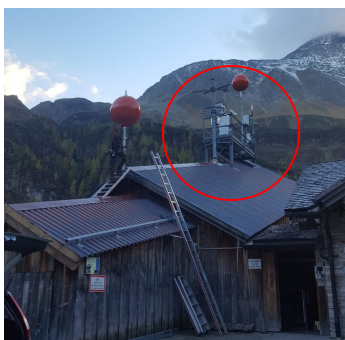


Abb.1: TAWES Station in Kolm Saigurn auf der Talstation der Sonnblick Seilbahn  
Fig.1: TAWES station in Kolm Saigurn at the roof of the valley station of the Sonnblick cable car.  
Quelle/Source: G.Holleis/SV

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 Ist Situation 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 Hettegger 1)  
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)





## Die Mesopause im Winter 2020/2021

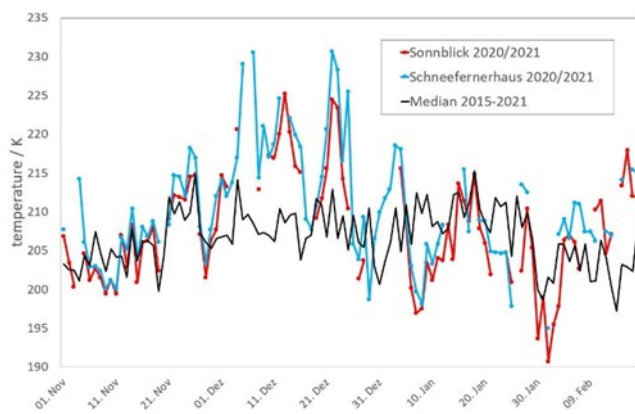


Abb.1: Die Mesopausentemperatur von November 2020 bis Februar 2021. Die Messungen am Sonnblick und am Schneefernerhaus ergänzen sich perfekt.  
Fig.1: Mesopause temperatures between November 2020 and February 2021. Observations at Sonnblick and Schneefernerhaus complement one another.

Seit Mitte 2015 werden aus Beobachtungen des OH-Leuchtens (engl.: Airglow) mit dem Infrarotspektrometer GRIPS (GROund-based Infrared P-branch Spectrometer) vom Sonnblick Observatorium die Temperaturen der Mesopausenregion (ca. 86 km Höhe) abgeleitet. Die Messungen sind eingebettet in das Virtuelle Alpenobservatorium (VAO): ein Netzwerk von europäischen Höhenforschungsstationen in den Alpen mit dem Ziel, interdisziplinäre, wissenschaftliche Fragestellungen stationsübergreifend zu beantworten.

Ein aktuelles Beispiel stellt die ungewöhnliche Wetterlage des Winters 2020/2021 dar. Abb. 1 zeigt die Temperaturen des aktuellen Winters (rot: Sonnblick, blau: Schneefernerhaus) im Vergleich mit dem Median der Jahre 2015-2020 (schwarz). Dank mehrerer Standorte reicht die Messdichte für eine quantitative Bewertung: während die Messdichte am Schneefernerhaus Ende 2020 höher war, trägt das Sonnblick Observatorium im Januar 2021 den Hauptteil der Messungen bei. Trotz saisonal bedingter Schwankungen liegen die Temperaturen zwischen dem 3.12.2020 und dem 24.12.2020 unzweifelhaft über den Maximalwerten der vergangenen Jahre (s. Abb. 2). Darauf folgt ein Temperatursturz zwischen 25 K und 30 K. Dies kann als Vorbote der ungewöhnlichen Entwicklung des stratosphärischen Polarwirbels im Januar gedeutet werden und ist Gegenstand aktueller Untersuchungen.

## The 2020/2021 winter mesopause

Since mid-2015, observations of the OH airglow performed with the infrared spectrometer GRIPS (GROund-based Infrared P-branch Spectrometer) at the Sonnblick Observatory have been used to derive temperatures of the mesopause region (approx. 86 km altitude). The measurements are embedded in the Virtual Alpine Observatory (VAO): a network of European high-altitude research stations in the Alps with the aim of answering interdisciplinary, scientific questions across observing sites.

A recent example is given by the unusual situation during the winter 2020/2021. Fig. 1 shows the current winter temperatures (red: Sonnblick, blue: Schneefernerhaus) in comparison with the median of 2015-2020 (black). The observational density is high enough for a quantitative comparison due to measurements taken from several sites: while more observations were performed from Schneefernerhaus in December 2020, the observational density is higher at Sonnblick in January 2021. Despite typical winter variability, temperatures are systematically above the maximum values of the previous years from 3.12.2020 until 24.12.2020 (s. Fig. 2). Then temperatures drop by 25 K to 30 K. This can be regarded as a precursor to the unusual stratospheric polar vortex in January is in the focus of current research activities.

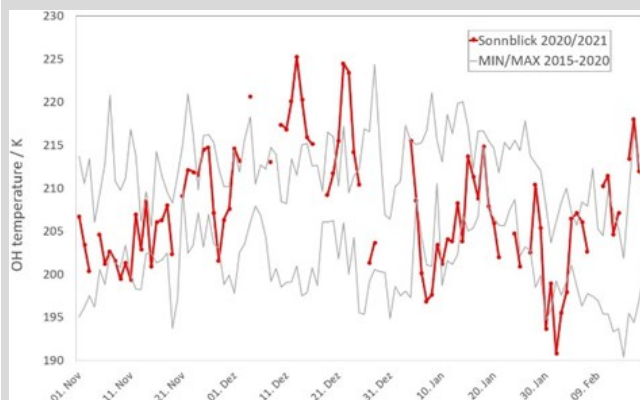


Abb.2: Im Dezember 2020 liegen die Temperaturen systematisch über den Maximalwerten der Jahre 2015-2019 und sind im Januar 2021 wiederum vergleichsweise niedrig (grau).  
Fig.2: Temperatures are systematically higher in December 2020, compared to the maximum temperatures of 2015-2019, but they are low again in January 2021 (grey).



funded by  
Bavarian State Ministry of the  
Environment and Consumer Protection



### Autoren/innen/Authors

C. Schmidt<sup>1)</sup>, L. Küchelbacher<sup>1)</sup>, S. Wüst<sup>1)</sup>, M. Bittner<sup>1), 2)</sup>

1) Institut/e German Aerospace Center,  
German Remote Sensing Data Center

2) Institut/e University of Augsburg

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Prof. Dr. Michael Bittner

Institut/e: German Aerospace Center / University of Augsburg

Email: michael.bittner@dlr.de

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



### ARAD/BSRN

#### Strahlungsmessung

28



Solartracker am Hohen Sonnblick. Foto von E. Ludewig  
Solartracker at Mt. Hoher Sonnblick. Photo by E. Ludewig

#### 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?

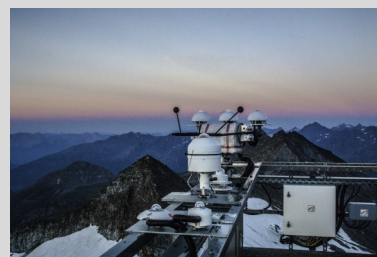
The sun is the “driver” for changes in the earth’s climate. Small changes in surface solar or thermal radiation have important consequences on thermal properties and circulation of the atmosphere and the oceans. Thus, all data acquired during the ARAD project are an important step towards a better understanding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

#### What are the benefits of ARAD?

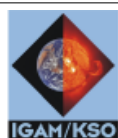
ARAD provides very accurate data of the temporal and spatial changes of the radiation components of the sun and atmosphere. Besides a continuous survey of our climate, these data can also be used to verify and improve regional climate models, satellite data and weather forecasting models. Therefore,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



### Das österreichische UVB-Messnetz

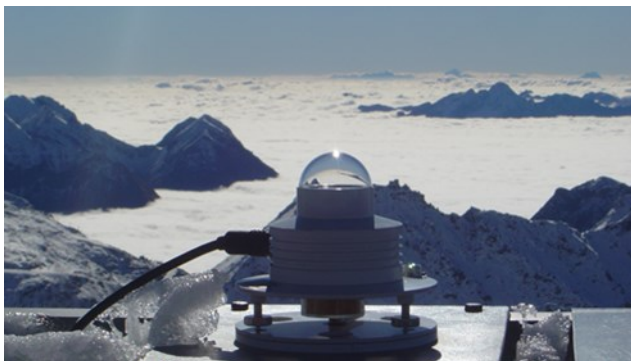


Abb.1: Das UV-Biometer von CMS Schreder über der Wolkendecke auf 3106 m.  
Fig.1: The UV-biometer built by CMS Schreder above the clouds at 3106 m.  
Quelle/Source: S. Simic

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 eine Bewertung der biologischen und medizinischen Auswirkungen der UV-Strahlung zu ermöglichen, wurde im Jahr 1996 das österreichische UV-B Messnetz im Auftrag des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT, ehemals BMLFUW) etabliert. Das UV-Biometer am Hohen Sonnblick wurde 1998 installiert und ist seitdem Teil des Messnetzes. Zwölf Stationen in Österreich liefern zusammen mit je zwei weiteren in Deutschland und der Schweiz und drei weiteren in Italien kontinuierlich Daten an das Netzwerk. 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 Agriculture, Regions and Tourism (BMLRT, previously BMLFUW). The UV-biometer at Hoher Sonnblick was installed in 1998 and is since then part of the network. Twelve sites in Austria along with each two in Switzerland and Germany and three in Italy are delivering data to the network continuously. 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

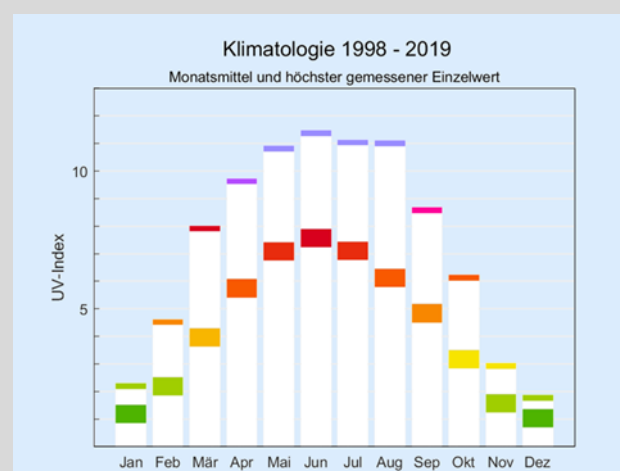


Abb.1: Monatsmittel des UV-Index am Sonnblick Observatorium von 1998-2018.  
Fig.1: Mean monthly UV-index at Sonnblick observatory from 1998 to 2018.  
Quelle/Source: uv-index.at



#### Autoren/innen/Authors

S. Simic<sup>1)</sup>  
1) Universität für Bodenkultur, Institut für Meteorologie

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Stana Simic  
Institut/e: Institut für Meteorologie und Klimatologie  
Email: stana.simic@boku.ac.at  
Webseite/webpage: <http://www.wau.boku.ac.at/met>



# Forschungsaktivitäten Research Activities

## Erforschung der UV-Strahlung und der Ozon- schicht: Inge Dirmhirn Messstation

30



Abb.1: Inge Dirmhirn UV-Messstation am SBO mit Bentham Spektralradiometer im Vorder- und Brewer Spektrophotometer im Hintergrund.

Fig.1: Inge Dirmhirn UV Measuring Station at SBO with Bentham spectral radiometer in foreground and the Brewer spectrophotometer in background.

In Österreich werden am Hohen Sonnblick seit mehr als 25 Jahren kontinuierlich die spektrale UV-Strahlung und die Gesamtozonsäule vom Institut für Meteorologie und Klimatologie der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU-Met) gemessen. Eine weitere Station für die Messung spektraler UV-Strahlung befindet sich in der Nähe Wiens. Beide Messzeitreihen am Hohen Sonnblick sind von nur wenigen Datenlücken unterbrochen, obwohl die extremen Witterungsverhältnisse die Messgeräte sehr beanspruchen. Die ständige Betreuung der Geräte durch das Beobachtungspersonal ermöglicht erst die Durchführung der Messungen, und deswegen gebührt ihnen großer Dank. Die beiden Zeitreihen gehören zu den weltweit längsten und entsprechen den hohen Qualitätsanforderungen des „Network for the Detection of Atmospheric Composition Change“ (NDACC).

Die Motivation für langjährige Messungen der UV-Strahlung mit spektral hochauflösenden Geräten kommt daher, dass die UV-Strahlung einen sehr großen Einfluss auf die Biosphäre und damit auch auf die menschliche Gesundheit hat. Mit spektral aufgelösten langjährigen UV-Messzeitreihen können unter Anwendung verschiedener Wirkungsfunktionen die diversen biologischen, ökologischen und gesundheitsrelevanten Auswirkungen der UV-Strahlung quantitativ bestimmt und studiert werden.

Mitinitiatorin des Langzeitmessprojekts war die Meteorologin Inge Dirmhirn, eine Pionierin der Hochgebirgs- und Strahlungsforschung. Ein Jahr vor ihrer Emeritierung begannen 1994 die kontinuierlichen Messungen der spektralen UV-Strahlung und der Gesamtozonsäule am Hohen Sonnblick Observatorium. In Erinnerung an Inge Dirmhirn wurde die Messstelle im Jahr 2015 in „Inge Dirmhirn UV-Messstation“ benannt.

## Research of UV Radiation and Ozone Layer: Inge Dirmhirn Measuring Station

In Austria spectral UV radiation and total ozone column are measured continuously since more than 25 years at Hoher Sonnblick Observatory by the Institute for Meteorology and Climatology of the University of Natural Resources and Life Sciences Vienna (BOKU-Met). A second station for measuring spectral UV radiation is located near Vienna. Both datasets measured at Hoher Sonnblick only have short data gaps although extreme weather significantly stress the instruments. Daily maintenance by the observation personnel is required to make these measurements possible, which is gratefully acknowledged. Both datasets are among the longest worldwide and fulfil the strict quality requirements of the “Network for the Detection of Atmospheric Composition Change” (NDACC).

The motivation for long-term measurements of the UV radiation at a high spectral resolution is due to its pronounced influence on the biosphere and therefore also on human health. Spectrally resolved long-term UV measurement datasets, combined with various weighting functions, the many biological, ecological and health-related influences of UV radiation can be quantified and studied.

Co-initiator of the long-term measurement project was the meteorologist Inge Dirmhirn, a pioneer in alpine and radiation meteorology. One year before she became an emeritus professor the continuous measurements of spectral UV radiation and total ozone column were initiated in 1994 at Hoher Sonnblick Observatory. The site was officially named “Inge Dirmhirn UV-measurement station” in her honour in 2015.

The 1987 signed Montreal Protocol is effective. With the reduction of ozone depleting substances in the stratosphere a recovery of the ozone layer is expected. However, measurements of total ozone at Hoher Sonnblick do not show the expected recovery because the yearly variability of ozone is too large to identify any statistically significant trends. An increase in the variability of stratospheric ozone due to dynamical-meteorological influences can be observed which underlines the importance of climate change on the future development of the ozone layer. To research the further development of the ozone layer and of UV radiation, long-term measurements of the total ozone column and spectral UV radiation and other relevant meteorological parameters as well as model simulations of these variables and large-scale atmospheric circulation are necessary.



Universität für Bodenkultur Wien  
University of Natural Resources  
and Applied Life Sciences, Vienna



Bundesministerium  
Landwirtschaft, Regionen  
und Tourismus

# Forschungsaktivitäten

## Research Activities

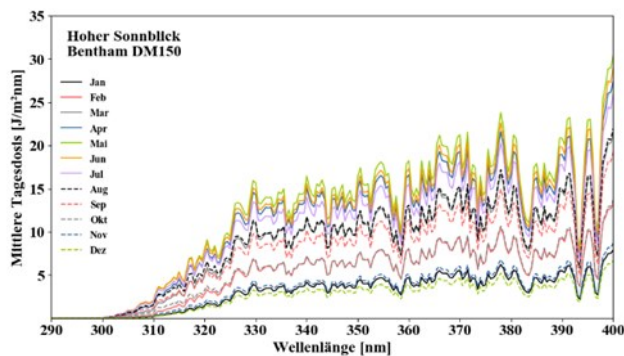


Abb.2: Mittlere monatliche Tagesdosen der spektralen UV-Strahlung gemessen mit dem Bentham Spektalradiometer am Hohen Sonnblick von 1997 bis 2020.

Fig.2: Mean monthly daily doses of spectral UV radiation measured with the Bentham spectral radiometer at Hoher Sonnblick for the period 1997 to 2020.

Das 1987 unterzeichnete Montrealer Protokoll zum Schutz der Ozonschicht zeigt Wirkung. Durch die Abnahme der ozonabbauenden Substanzen in der Stratosphäre ist eine Erholung der Ozonschicht zu erwarten. Messungen am Sonnblick Observatorium können allerdings den erwarteten Anstieg nicht zeigen, da die jährliche Variabilität des Ozons zu groß ist, sodass sich kein statistisch signifikanter Trend ermitteln lässt. Eine Zunahme der Variabilität des Gesamt Ozons durch meteorologische Einflüsse ist zu beobachten. Der große Einfluss des Klimawandels auf die zukünftige Entwicklung der Ozonschicht wird damit verdeutlicht.

Um die weitere Entwicklung der Ozonschicht und der UV-Strahlung genau zu erforschen und abschätzen zu können, sind langjährige genaue Messungen der Gesamt ozonsäule und der spektralen UV-Strahlung sowie anderer relevanter atmosphärischer Parameter notwendig, zudem Modellsimulationen dieser Größen und der großskaligen atmosphärischen Zirkulation.

Die Veröffentlichung der täglichen Gesamt ozonwerte erfolgt im ORF Teletext auf Seite 644.6 (<https://teletext.orf.at/channel/orf1/page/644/6>), die Daten der spektralen UV-Strahlung sind in der NDACC Datenbasis archiviert und abrufbar.

Die Messungen werden vom Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT, ehemals BMLFUW) finanziert und sind bis 2029 gesichert. Der Forschungsauftrag ermöglicht, den Einfluss des Klimawandels auf die zukünftige Entwicklung der Ozonschicht und der UV-Strahlung zu verstehen.

Daily total ozone values are published on ORF teletext at page 644.6 (<https://teletext.orf.at/channel/orf1/page/644/6>), data of spectral UV radiation can be accessed via the NDACC database.

Measurements are financed by the Austrian Federal Ministry of Agriculture, Regions and Tourism (BMLRT, previously BMLFUW) and are secured until 2029. The research assignment makes it possible to understand the influence of climate change on the future development of the ozone layer and UV radiation.

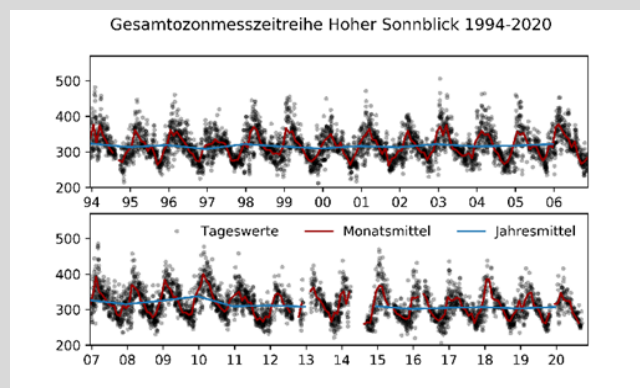


Abb.3: Messzeitreihe der täglichen Gesamt ozonwerte gemessen am Hohen Sonnblick mit dem Brewer Spektrophotometer inklusive der monatlichen und jährlichen Mittelwerte von 1994 bis 2020.

Fig.3: Data series of daily total ozone values measured at Hoher Sonnblick with the Brewer spectrophotometer and the corresponding monthly and yearly means for 1994 to 2020.

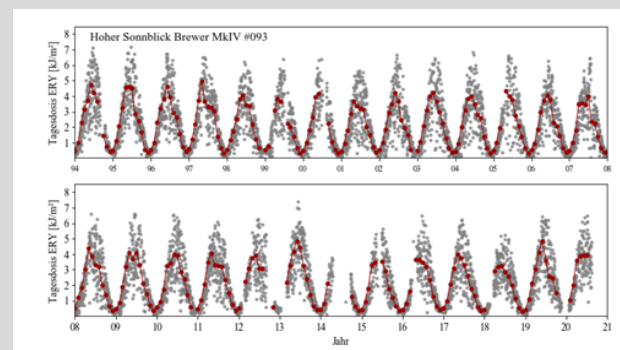


Abb.4: Messzeitreihe der Tagessummen der UV-Strahlung für 1994-2020, gemessen mit dem Brewer Spektrophotometer.

Fig.4: Data series of daily sums of UV radiation from 1994 to 2020, measured with the Brewer spectrophotometer.

### Autoren/innen/Authors

S. Simic<sup>1)</sup>, D. Rauter<sup>1)</sup>

1) Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Meteorologie

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Stana Simic

Institut/e: Institut für Meteorologie und Klimatologie

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

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

### Eislastmessungen am Hohen Sonnblick

### Measuring iceloads at Mt. Hoher Sonnblick

32

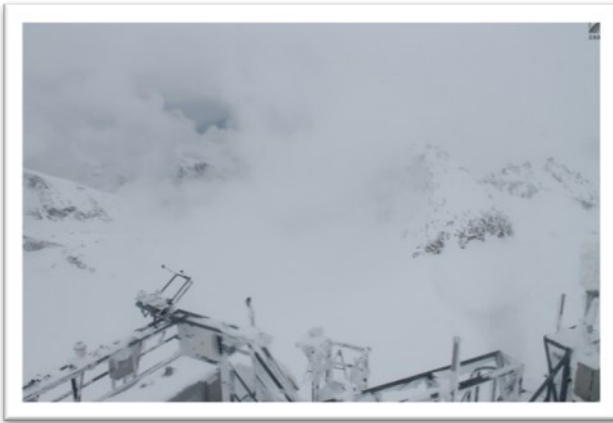


Abb.1: Automatische Eislastmessung mit allseitigem Eisansatz im November 2018.  
Fig.1: Iceload measurements with all-rounded accreted ice in November 2018.  
Quelle/Source: ZAMG

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 bereinigt 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

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



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.

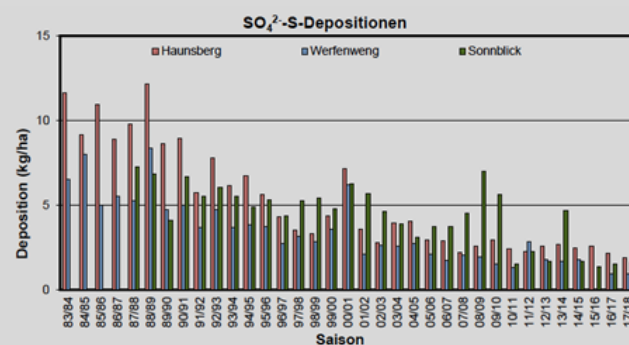


Abb.2: Zeitlicher Verlauf des Eintrags durch Nasse Deposition von Sulfat  
Fig.2: Temporal trend of wet deposition loads of sulfate  
Quelle/Source: Bericht zur Nassen Deposition in Salzburg (2018)



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN



LAND  
SALZBURG



**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



### VAO Schadstoffmonitoring



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

Das aktuelle Projekt VAO-Monitoring setzt eine nunmehr 15-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. Von 2017 bis 2019 wurden im Rahmen des in der Abschlussphase befindlichen Projektes Pure Alps auch Quecksilber und perfluorierte Tenside (PFT) im Niederschlag gemessen.

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

Ziel der Projekte ist und war 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

### VAO Monitoring of persistent pollutants

The actual project VAO-monitoring is the continuation of 15-years now 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. From 2017 to 2019, Mercury and Perfluorinated Compounds (PFC) were included in the program in the frame of the former project Pure Alps.

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 have been analysed for POPs within Pure Alps.

The aim of the projects is and was 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 VAO 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.

Zentralalpen erfasst werden. Zudem werden Synergien in Probenahmetechnik und Analytik genutzt.

Die Luft- und Depositionsprobenahme erfolgt mit teilauto-matischen 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 Adsorbermaterial saugen.

Die Probenahme zur Deposition erfolgt über beheizte Bulk-Sammler, die den Niederschlag über Adsorber-Kartuschen leiten. In den Ultraspurenlabor 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.

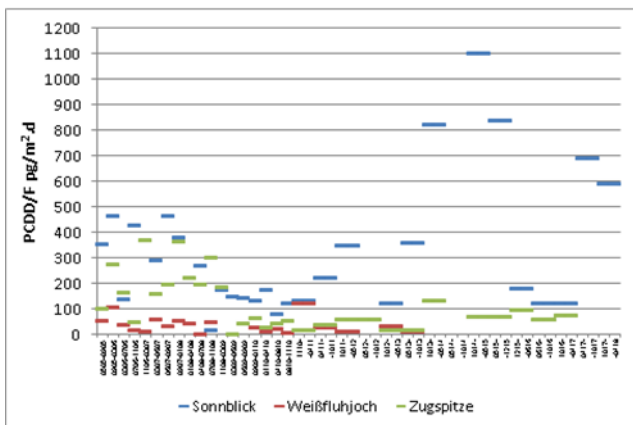


Abb.2: Einträge durch Deposition für PCDD/F am Sonnblick (A) und an der Zugspitze (D) von 2005 bis 2018 und am Weißfluhjoch (CH) bis 2013  
Fig.2: Deposition rates at Mount Sonnblick (A) and Mount Zugspitze (D) from 2005 to 2018 and at Mount Weißfluhjoch (CH) until 2013  
Quelle/Source: Umweltbundesamt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

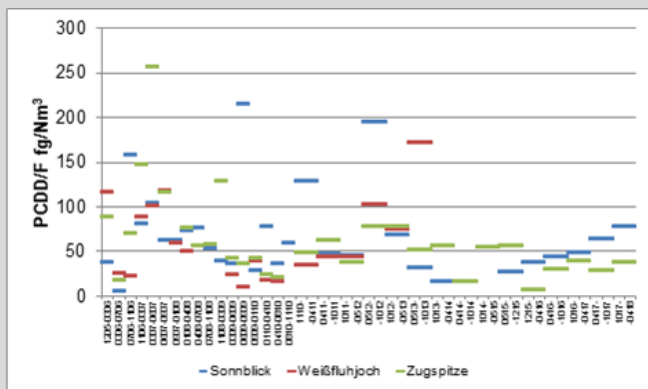


Abb.3: PCDD/F Luftkonzentrationen am Sonnblick (A), an der Zugspitze (D) von 2005 bis 2018 und am Weißfluhjoch (CH) bis 2013  
Fig.3: Ambient air concentrations for PCDD/F at Mount Sonnblick (A) and Mount Zugspitze (D) from 2005 to 2018 and at Mount Weißfluhjoch (CH) until 2013  
Quelle/Source: Umweltbundesamt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

Stabile Isotope in Regen & Schnee



36

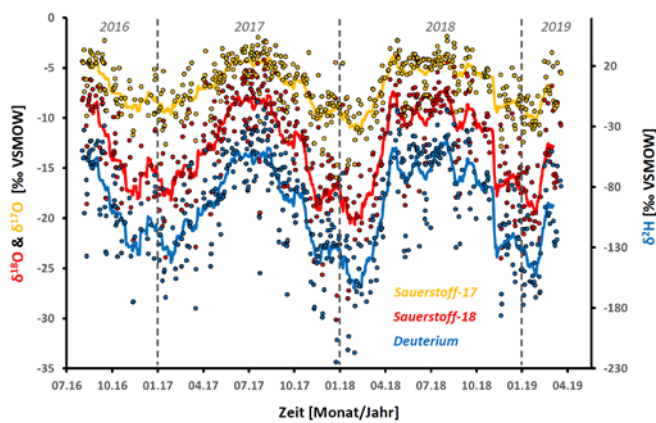


Abb.1: Tägliche Isotopenanalysen und saisonale Entwicklung (30pt laufender Mittelwert) der meteorischen Niederschläge, die während vier Jahren am Sonnblick gesammelt wurden.

Fig.1: Daily isotope analyses and seasonal evolution (30-pt running mean) in meteoric precipitation collected during four years at Sonnblick.

Quelle/Source: ISOLAB Salzburg

Während Phasenübergängen im Kreislauf des Wassers (Dampf-flüssig-fest) werden unterschiedliche Isotopen (Atome verschiedenen Gewichtes) durch meteorologische und geographische Einflüsse getrennt. Die Alpen bilden eine natürliche Scheide für Luftmassen und Wetterbedingungen. Die Fraktionierung von Isotopen wird auf Basis des täglichen Niederschlags, gesammelt auf dem Sonnblick (3106 m) und in Wals bei Salzburg (446 m) und unter Anwendung moderner Laser Absorptions-Spektroskopie (OA-ICOS).

Änderungen in der Isotopensignatur werden als Delta Werte in [permil]  $\delta^2\text{H}$  bzw. D,  $\delta^{17}\text{O}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  und sowie als daraus abgeleitete Parameter Deuterium Exzess und  $^{17}\text{O}$  Exzess dargestellt. Sie stellen natürliche Markierungen sowohl regionaler als auch lokaler Prozesse dar und werden in Hydrogeologie, Klimaforschung, Infrastrukturprojekten (Trinkwasserversorgung, Tunnelbau, Geothermie und Wasserkraft) verwendet. So können Höhe und Größe von Einzugsgebieten, saisonale Neubildung, Fließwege und Mischungen sowie ungefähre Alter des Grundwassers ermittelt werden. Darüber hinaus kommen stabile Isotopen in forensischen Untersuchungen (Lebensmittel, Beton) zur Verwendung.

Die seit August 2016 untersuchten Isotopendaten vom Sonnblick zeigen ausgeprägte saisonale Schwankungen (25 ‰ bei  $^{18}\text{O}$ ) und Differenzen zwischen den Jahren (Abb.1). Die sehr geringen Raten von  $^{17}\text{O}$  zeigen einen ähnlichen Trend wie  $^{18}\text{O}$  und D. Plottet man  $^{18}\text{O}$  gegen D (Abb.2), zeigen die Daten vom Sonnblick einen typischen Trend,

NISBO

Stable Isotopes in Meteoric Precipitation

During vapor-liquid-solid phase transitions of the natural water cycle different isotopes (variable atomic masses) in  $\text{H}_2\text{O}$  are separated systematically based on meteorological and geographical controls. The Alps constitute a major divide for different air masses and related seasonal and weather conditions. We therefore study isotope fractionation based on daily precipitation sampled continuously both at Sonnblick mountain (3106 m) versus a foreland station in Wals/Salzburg (446 m) using standardized collector vessels and high-tech laser absorption spectroscopy (OA-ICOS).

Subtle changes in the stable isotope signatures (expressed as delta [permil] values)  $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{17}\text{O}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  and the derivate parameters deuterium (D)-excess and  $^{17}\text{O}$ -excess are used as tracers of regional and site-specific processes relevant in hydro(geo)logy, climate research and infrastructure projects involving drinking water, tunnels, geothermal and hydropower. For example, information on the elevation and spatial extent of water infiltration areas, seasonally weighted infiltration and groundwater formation, flow routes and mixing, as well as approximate ages and percolation rates of waters can be inferred. Further, these stable isotope tracers are used in forensic and material scientific applications (food, concrete).

The Sonnblick stable isotope data collected and analyzed since August 2016 show pronounced warm vs. cold season variations ( $\delta^{18}\text{O} \sim 25$  ‰ amplitude) and major interannual differences (Fig.1). The very small and rarely measured  $^{17}\text{O}$  contents show a similar trend compared to  $^{18}\text{O}$  and  $^2\text{H}$ . In an O vs. H isotope plot (Fig.2), the Sonnblick data reveal a typical linear relationship resembling average global (GMWL), regional (Mediterranean, Austrian) or local (Salzburg) meteoric water lines. Different slopes, intercepts and distributions of the lines and data points are indicative of specific processes.

Compared to monthly (mixed) precipitation samples collected since 1973 at the station Salzburg (430 m) as part of the Austrian Network of Isotopes in Precipitation (ANIP), the daily Sonnblick data show a much broader range on both axes and prominently negative values (Fig.2). The latter are explained by the pronounced (low) temperature and (high) altitude effects strongly influencing the variable isotopic composition of rain and snow at Sonnblick.





Der die weltweite meteorische Wasserlinie (GMWL), aber auch die regionalen und lokalen Wasserlinien (mediterranean und Salzburg) abdeckt. Verschiedene Steigungen und Schnittpunkte sind auf ganz spezifische Prozesse zurückzuführen.

Im Vergleich zu den monatlichen Mischproben des österreichischen Netzwerkes von Niederschlagsisotopen (ANIP), die seit 1973 in Salzburg gesammelt werden, zeigen die Tagesdaten vom Sonnblick eine deutlich breitere Bandbreite (Abb.2). Dies wird auf die tiefen Temperaturen und den Höheneffekt, die die Zusammensetzung von Schnee und Regen beeinflussen, zurückgeführt.

In den Alpen ist die Temperaturabhängigkeit der Fraktionierung in feuchter Luft jahreszeitlich veränderlich, während der Höheneffekt die räumliche Isotopenverteilung steuert. Verschiedene Herkunft der Feuchtigkeit (Verdunstung vom Meer versus lokal; Atlantikraum versus Mittelmeerraum...) und Transportweiten beeinflussen ebenfalls die lokalen Variationen und die Daten vom Sonnblick reflektieren diese Einflüsse (Abb.2). Darüber hinaus spielen auch die Niederschlagsmengen selbst und ereignisbezogener Niederschlag und Wiederverdunstung eine wichtige Rolle.

Zukünftige Studien der stabilen Isotopen werden sich auf spezielle meteorologische Situationen (Zyklone), basiert auf einem hochaufgelösten Probenintervall sowie auf größere Niederschlagsereignisse konzentrieren. Darüber hinaus ist geplant, Eis und Schmelzwässer zu analysieren, um unser Verständnis des Permafrosts und der Prozesse in der Bodenzone im Kontext des progressiven Klimawandels (Erderwärmung) am Sonnblick und in anderen Bereichen zu verbessern.

CRAIG, H. (1961): Isotopic Variations in Meteoric Waters. Science, 133: 1072-1073.

HAGER, B. & FOELSCH, U. (2015): Stable Isotope Composition of Precipitation in Austria. AJES, 108: 2-13.

HÖFER-ÖLLINGER, G., MÜGGENBURG, K., LUDEWIG, E. (2019): Stable Isotopes of Daily Precipitation Sampling -

3 Years of Observation at Wals and Sonnblick. Observatory. SINA Conference 2019, Innsbruck.

TIAN, C., WANG, L., KASEKE, K.F., BIRD, B.W. (2018): Stable isotope compositions ( $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{17}\text{O}$  and  $\delta^{18}\text{O}$ ) of rainfall and snowfall in the central United States. Scientific Reports, 8: 6712

In the Alps, the temperature dependence of stable isotope separation in moist air is dominant on a temporal scale (season) while differences in altitude (topography) strongly affect the spatial isotope variations. Different moisture sources, transport distances and the evolution of air masses from the Atlantic vs. the Mediterranean also control the local isotope variations and the Sonnblick data reflect the interacting moisture provenance (Fig.2). Changing precipitation amounts and rainfall event-based moisture (re)cycling and (re)evaporation also play a role.

Future studies including water triple isotope analyses could focus on distinct weather situations (cyclones) based on highly resolved sequential sampling and analysis of the major precipitation events. Sampling of ice and differentiated meteoric and meltwaters could contribute to our understanding of permafrost and rock weathering in the context of progressive climate change (global warming) at Sonnblick and other locations.

CRAIG, H. (1961): Isotopic Variations in Meteoric Waters. Science, 133: 1072-1073.

HAGER, B. & FOELSCH, U. (2015): Stable Isotope Composition of Precipitation in Austria. AJES, 108: 2-13.

HÖFER-ÖLLINGER, G., MÜGGENBURG, K., LUDEWIG, E. (2019): Stable Isotopes of Daily Precipitation Sampling -

3 Years of Observation at Wals and Sonnblick. Observatory. SINA Conference 2019, Innsbruck.

TIAN, C., WANG, L., KASEKE, K.F., BIRD, B.W. (2018): Stable isotope compositions ( $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{17}\text{O}$  and  $\delta^{18}\text{O}$ ) of rainfall and snowfall in the central United States. Scientific Reports, 8: 6712.

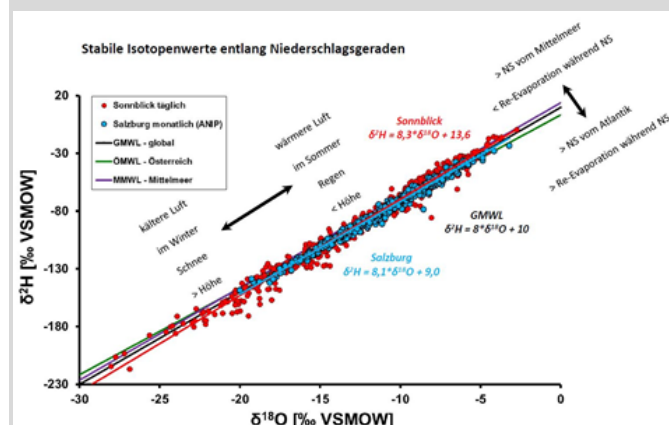


Abb.2: Tägliche Isotopendaten von Sonnblick, monatliche Niederschlagsproben, die in Salzburg gesammelt wurden (1973-2018) und verschiedene Meteorwasserlinien (MWL), die Ähnlichkeiten und Variationen verfolgen  
Fig.2: Daily isotope data from Sonnblick, monthly precipitation samples collected in Salzburg (1973-2018) and distinct Meteoric Water Lines (MWL) tracing similarities and variations  
Quelle/Source: ISOLAB SALZBURG

### Autoren/innen/Authors

G. Höfer-Öllinger<sup>1,2)</sup>, K. Müggenburg<sup>1)</sup>, E. Ludewig<sup>3)</sup> & R. Boch<sup>1)</sup>  
1) GEOCONSULT ZT GmbH, Hölzlstraße 5, 5071 Wals  
2) GEORESEARCH, Hölzlstraße 5, 5071 Wals  
3) ZAMG, Freisaalweg 16, 5020 Salzburg

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Giorgio Höfer-Öllinger  
Institut/e: GEOCONSULT ZT GmbH, Wals/Salzburg  
Email: giorgio.hoefer-oellinger@geoconsult.eu  
www.geoconsult.eu www.georesearch.ac.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)

## Schneechemie



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

Seit 1987 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 BMK im Rahmen des Projektes GCW-Glaciers 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 (z.B. Saharastaub, Greiliger et al., 2018, *Frontiers in Earth Science*, 6, 126)
- \* Verständnis der Prozesskette: Luftschadstoff - Einbindung in den Niederschlag – Deposition

## Snow chemistry

Since 1987 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 BMK within the GCW-Glaciers 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 (e.g. Saharan dust, Greilinger et al., 2018, *Frontiers in Earth Science*, 6, 126)
- \* Analysis of the process: air pollutant – scavenging – deposition

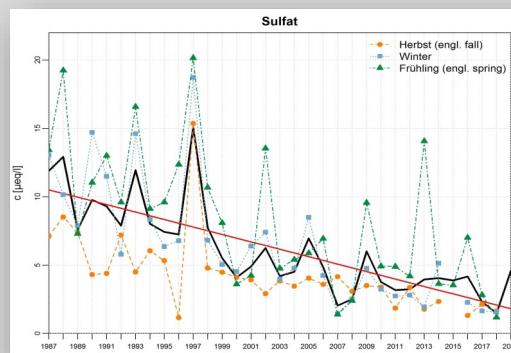


Abb.2: Trendanalyse für Sulfat von 1987-2019  
Fig.2: Temporal trend of Sulfate from 1987-2019  
Quelle/Source: ZAMG M. Greilinger

### 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. Dr. Marion Greilinger

Institut: ZAMG, Abteilung für Klimaforschung

Email: marion.greilinger@zamg.ac.at



### Spurengasmessungen am Sonnblick

40

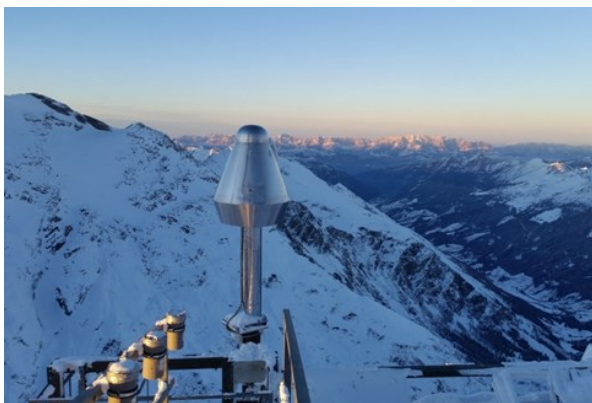


Abb.1: Zentrale Ansaugung für Spurengasmessungen  
Fig.1: Central sampling manifold for trace gas monitoring  
Quelle/Source: Umweltbundesamt

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

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

Die CO<sub>2</sub>-Daten spiegeln in den letzten Jahren den global beobachteten Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration im Jahresmittel wider. Im Jahr 2020 wurde ein Jahresmittelwert von 413 ppm gemessen, 2019 lag dieser noch bei 411 ppm. Der kurzzeitige Rückgang der Treibhausgasemissionen im Jahr 2020 durch die COVID-19-Krise hatte keinen Einfluss auf den langfristig ansteigenden Trend der Treibhausgaskonzentrationen (siehe Abbildung).

### Monitoring of trace gases at Sonnblick

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

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

The CO<sub>2</sub>-data reflect the globally observed increase in the annual mean CO<sub>2</sub>-concentration in recent years. In 2020, an annual mean of 413 ppm was measured; in 2019, it was still 411 ppm. The short-term decrease in greenhouse gas emissions in 2020 due to the COVID-19 crisis had no impact on the long-term increasing trend in greenhouse gas concentrations (see figure below).

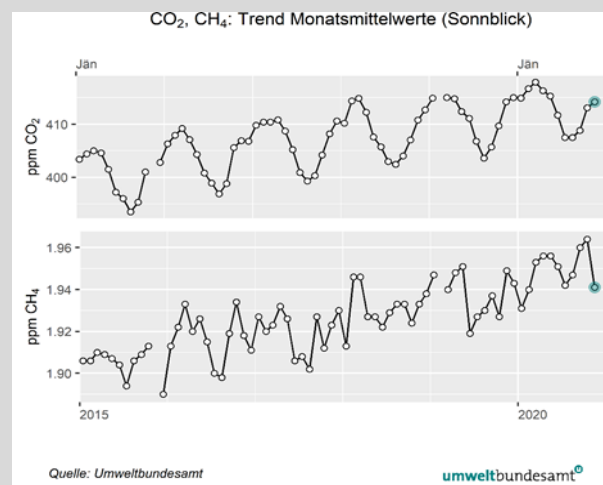


Abb.2: Monatsmittelwerte der CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Konzentration, 2015-2020  
Fig.1: Monthly mean values of CO<sub>2</sub>- and CH<sub>4</sub>-concentration, 2015-2020  
Quelle/Source: Umweltbundesamt

#### 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  
Institut/e: Umweltbundesamt GmbH  
Email: iris.buxbaum@umweltbundesamt.at  
Webseite/webpage: www.umweltbundesamt.at



### Evaluierung von globalen und regionalen Copernicus Spurengasmodellierungen

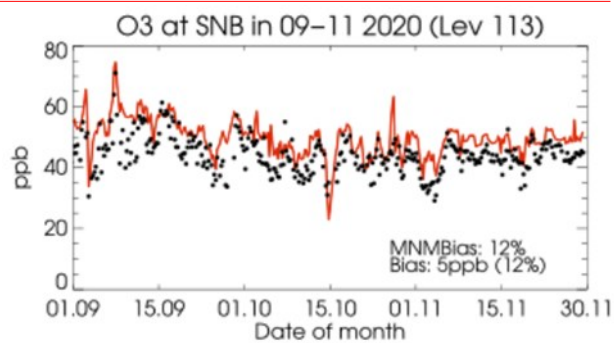


Abb.1: Modellerte 6-stündige Ozonkonzentration des CAMS Globalmodells (rot) im Vergleich zu den GAW-Messungen (schwarz) für die Station Sonnblick im Zeitraum September bis November 2020

Quelle/Source: Annette Wagner, MPI-MET

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 in nahe Echtzeit verwendet. Das Sonnblick Observatorium liefert zu diesem Zwecke täglich aktuelle Spurengasdaten in exzellenter Qualität. Abbildung 1 zeigt den Vergleich zwischen modelliertem Ozon des CAMS Regionalmodells (ENSEMBLE) und gemessenem Ozon am Sonnblick im Zeitraum September – November 2020. Modell und Messdaten der Zeitreihe zeigen eine gute Übereinstimmung.

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

### Evaluation of Copernicus Atmosphere Monitoring Service Products

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

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

Figure 1 shows a comparison between modelled CO concentrations (CAMS regional Ensemble) and measured CO concentrations for Sonnblick station during the period September to November 2020. Model and observations show an excellent consistency during this period.

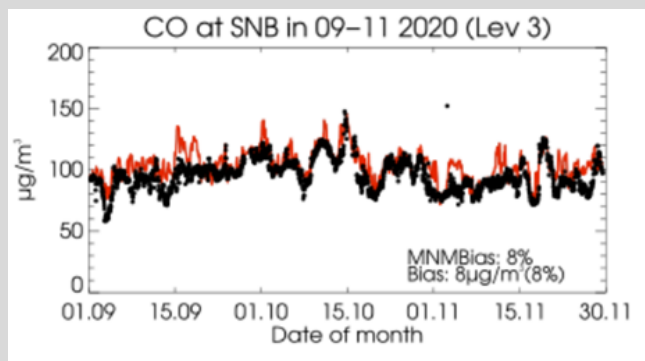


Fig.2 Modelled hourly CO concentrations from the CAMS regional model (red) compared to GAW surface observations (black) for Sonnblick station during September to November 2020

Quelle/Source: Annette Wagner, MPI-MET



#### Autoren/innen/Authors

Annette Wagner<sup>1)</sup>

Iris Buxbaum<sup>2)</sup>, Wolfgang Spangl<sup>2)</sup>

1) Max Planck Institute for Meteorology, Hamburg

2) Umweltbundesamt, Wien

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Institut: Max Planck Institut für Meteorologie, Hamburg

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

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

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



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 Luftprobennahmetechniken 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>)

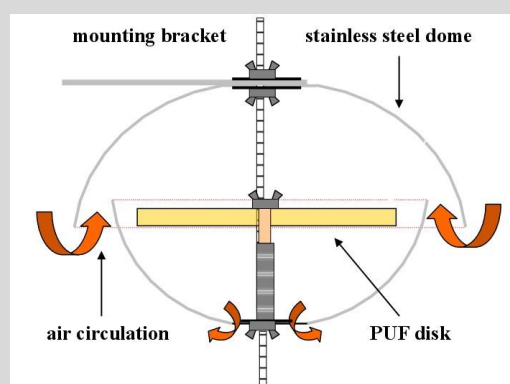


Abb.2: Passive Sammler, Schnitt  
Fig.2: Passive Sampler in section  
Quelle/Source: <https://www.monairnet.eu/index-de.php>



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

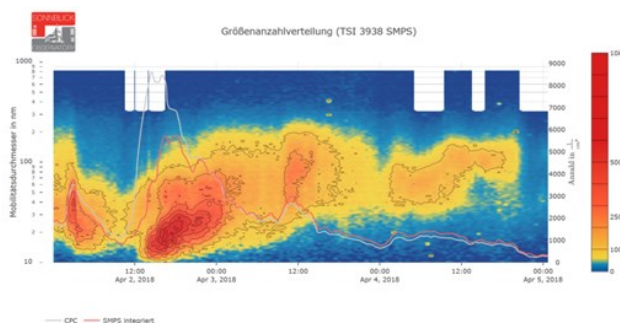


Abb.1: Bildung und Anwachsen von Partikeln  
Fig.1: Formation and growth of aerosol particles  
Quelle/Source: G. Schauer

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 der Ferntransport von Staub aus natürlichen Quellen (z.B. Wüstensand oder Vulkanasche), aber auch aus anthropogenen Quellen gut erkannt werden.

Es wird die Staubmasse gemessen und auch die Anzahl der Staubpartikel erfasst. 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.

Das Monitoring erlaubt gemeinsame Publikationen im internationalen Verbund (z.B. Laj et al. (2020) Atmos. Meas.Tech. 13, 4353-4392).

## 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.

The monitoring allows research within international networks (e.g. Laj et al. (2020) Atmos.Meas.Tech. 13, 4353-4392).

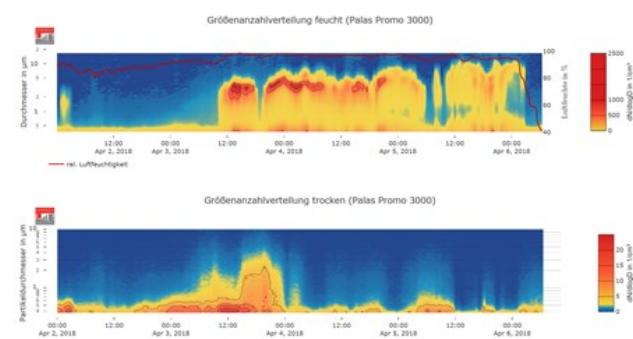


Abb.2: Größenverteilung von Saharastaub  
Fig.2: Particle size distribution of Saharan dust  
Quelle/Source: G. Schauer



### 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



### Was steckt im Feinstaub?

44

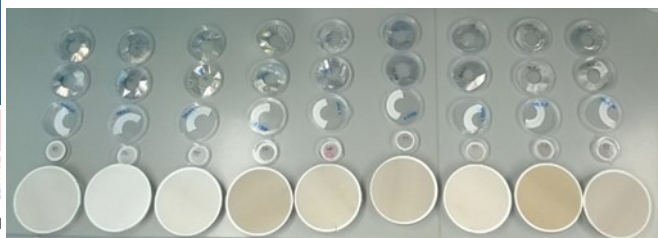


Abb.1: Aerosolproben vom Sonnblick Observatorium  
Fig.1: Aerosol samples collected at the Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: M. Greilinger

Seit Anfang der 1990er Jahre werden Aerosolproben vom Sonnblick chemisch analysiert. Den Anfang bildete eine zweijährige Messreihe zur Erfassung von Sulfat, Nitrat und Ammonium – den Folgeprodukten der Spurengase Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und Ammoniak – gemeinsam mit weiteren anorganischen und wasserlöslichen Salzen. Bereits diese ersten Messungen zeigten einen großen Vorteil des Standortes am Sonnblick. Abhängig von Tages- und Jahreszeit gelangen bodennahe Luftmassen bis in 3 km Höhe, oder es sind Messungen in der freien Troposphäre möglich. In der Folge fand dieses erfolgreiche Projekt mehrere Fortsetzungen und Erweiterungen. Mittlerweile werden auch Gesamtkohlenstoff, Ruß und organische Tracer bestimmt. Im Jahr 2016 wurde die Probenahme und chemische Analyse auf zwei Aerosolfractionen ausgedehnt. Nun wird sowohl die PM<sub>10</sub>-Fraktion untersucht, als auch die PM<sub>1</sub>-Fraktion, die aus besonders kleinen Partikeln besteht.

Die chemische Analyse der Aerosolzusammensetzung erlaubt die Bestimmung von Langzeittrends, saisonalen Änderungen oder auch die Identifikation von Einzelereignissen. Beispiele dafür sind die Abnahme der Konzentrationswerte der Sulfatpartikel, der steigende Einfluss von Emissionen aus der Holzverbrennung in der kalten Jahreszeit, oder der Ferntransport von Staub aus natürlichen Quellen (z.B. Wüstensand oder Vulkanasche) aber auch aus Industriegebieten.

### Chemical analysis of Aerosol Samples

Starting in the early 1990s aerosol samples are collected on filters for subsequent chemical analysis. First a two year data set was obtained with filter packs. That time the main focus was on the characterization of secondary inorganics, mainly the concentrations of sulfate, nitrate and ammonium – all of them based on the trace gases sulfur dioxide, nitrogen oxides and ammonia, respectively. Additionally chloride, sodium, potassium, calcium and magnesium were determined. Later the successful project was continued and extended to analyze carbonaceous aerosols as well. Presently analysis comprises total, organic and elemental carbon, as well as selected organic tracers. Since 2016 two size fractions are sampled – the PM<sub>10</sub> fraction and additionally the PM<sub>1</sub> fraction, which characterizes a subset of PM<sub>10</sub>, i.e. aerosol particles with a diameter of less than 1 µm a.d..

The chemical analysis of the aerosol composition allows the determination of long term trends, seasonal variations and the identification of special events. Thus a decrease of sulfate concentrations could be observed during the last 30 years – pointing to the successful implementation of reduction measures for sulfur dioxide emissions. Regarding seasonal variations the marked influence of wood burning emissions during the cold season can also be observed at the high alpine site. Elevated concentrations of particulate matter can be determined during special events, like long-range transport origination from natural sources (i.e. deserts or volcanoes) or industrialized regions.

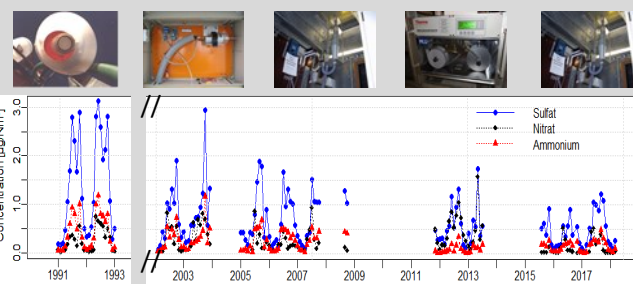


Abb.2: Zeitreihe der Konzentrationswerte anorganischer Ionen in Aerosolproben vom Sonnblick  
Fig.2: Temporal trend of concentrations of major ions at Sonnblick

#### Autoren/innen/Authors

A. Kasper-Giebl<sup>1)</sup>, A. Göndör<sup>1)</sup>, M. Greilinger<sup>2)</sup>  
1) TU-Wien, Institut für Chem. Technologien und Analytik  
2) ZAMG, Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Prof. DI Dr. Anne Kasper-Giebl  
TU-Wien, Institut für Chemische Technologien und Analytik  
Email: akasper@mail.tuwien.ac.at



## Aerosolhöhen und Mischungshöhen

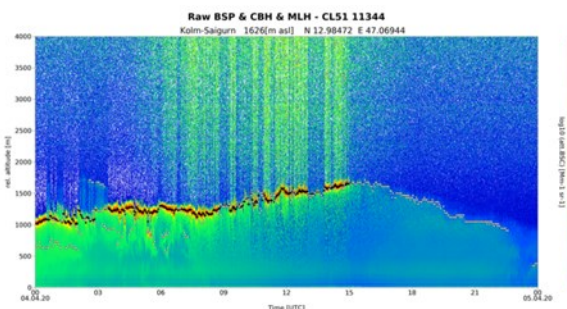


Abb.1: Zeit-Höhendiagramm der Rückstreuintensitäten bis 4 km aus Ceilometermessungen in Kolm-Saigurn über Grund am 4. April 2020, schwarze Punkte bezeichnen Wolkenuntergrenzen, weiße Punkte die Obergrenze von Aerosolschichten (bzw. der Mischungsschicht)  
Fig.1: Time-height-diagram of backscatter intensities up to 4 km above ground based on ceilometer measurements at Kolm-Saigurn on April, 4th, 2020, black points depict cloud bases, white points the upper boundaries of aerosol layers (resp. mixing layer)

In Kolm-Saigurn ist seit 5. Juli 2016 ein Ceilometer Vaisala CL51 in Betrieb. Die ZAMG betreibt derzeit noch vier weitere typgleiche Ceilometer in Österreich.

Für alle 5 Standorte werden Zeitreihen der Mischungshöhen (MH) nach Lotteraner und Piringer (2016) berechnet. Für die Bestimmung der MH werden sowohl Windgeschwindigkeiten in 10m über Grund der jeweils nächsten TAWES-Station verwendet, als auch Aerosolschichthöhen- und Wolkenuntergrenzen, die aus den mittels Ceilometer erfassten Rückstreuintensitäten ermittelt werden (Beispiel in Abb. 1). In Abb. 2 sind mittlere Tagesgänge der MH für das Jahr sowie für das Winter- und Sommerhalbjahr dargestellt. Aufgrund der Abschattung durch die umgebenden Berge beginnt das Anwachsen der Mischungsschicht aufgrund thermischer Durchmischung im Winter erst relativ spät und sinkt früh wieder ab.

Durch die meist klare Bergluft an dem siedlungsfernen, inneralpinen Standort ist die Aerosolkonzentration oft zu gering, um Aerosolschichthöhen detektieren zu können. Daher ist die Ermittlung einer Mischungshöhe für Kolm-Saigurn seltener möglich als an den anderen Standorten, wie Abb. 3.

### Literatur/References:

Lotteraner, C. & Piringer, M. (2016): Mixing-Height Time Series from Operational Ceilometer Aerosol-Layer Heights. *Boundary-Layer Meteorology*, 161, 265-287

## Aerosol heights and mixing heights

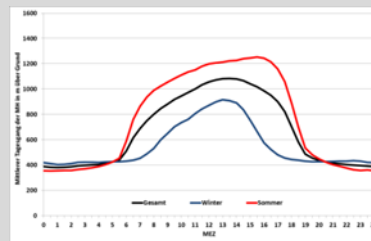


Abb.2: Mittlere Tagesgänge der Mischungshöhe in Kolm-Saigurn im Zeitraum 25. Juli 2018 bis 21. Jänner 2021 im Jahresmittel (schwarz), im Winter- (Oktober - März, blau) und Sommerhalbjahr (April - September, rot)  
Fig.2: Average daily courses of mixing height at Kolm-Saigurn in the period July 25th, 2018 to January 21st, 2021 annually (black), in the half years of winter (October - March, blue) and summer (April - September, red).  
Quelle/Source: ZAMG

A ceilometer Vaisala CL51 is in operation in Kolm-Saigurn since July 5<sup>th</sup>, 2016. ZAMG operates four other ceilometers of this type in Austria. Mixing heights (MH) are calculated for all 5 sites following Lotteraner and Piringer (2016). Mixing height determination is based on wind speeds at 10 m above ground at the next TAWES station as well as on aerosol layer and cloud base heights derived from the backscatter intensities observed with the ceilometer (example in Fig. 1). Fig.2 depicts daily courses of the MH averaged over the year as well for winter and summer half years. Due to the shading of the surrounding mountains, the mixing layer triggered by thermic mixing starts to rise relatively late and decreases again early.

The often clear mountain air at this inner-alpine site far from settlements leads to low aerosol concentrations for aerosol layer height detection. Therefore, mixing height determination is less frequent possible for Kolm-Saigurn than for the other sites, as shown in Fig. 3.

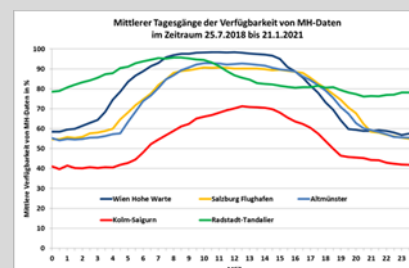


Abb.3: Mittlere Tagesgänge der Verfügbarkeit von MH-Daten im Zeitraum 25. Juli 2018 bis 21. Jänner 2021  
Fig.3: Average daily courses of availability of mixing heights in the period July 25th, 2018 to January 21st, 2021  
Quelle/Source: ZAMG

### Autoren/innen/Authors

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

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Kathrin Baumann-Stanzer

Institut/e: ZAMG

Email: [kathrin.baumann-stanzer@zamg.ac.at](mailto:kathrin.baumann-stanzer@zamg.ac.at)

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



## Staub aus der Karakum Wüste

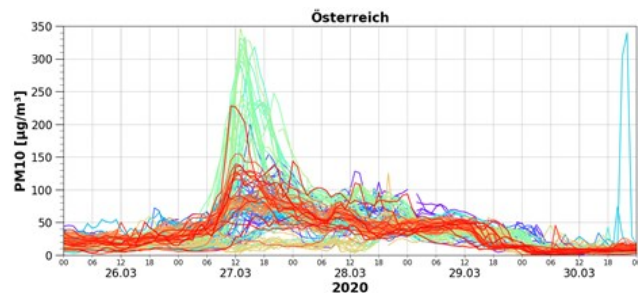


Abb.1 Stündliche PM10-Messungen der österreichischen Luftgütestationen  
Fig.1: Hourly PM10 measurements of the Austrian air quality stations  
Quelle/Source: ZAMG

Ende März 2020 wurde am Sonnblick ein Staubereignis registriert, welches nicht nur in der freien Troposphäre, sondern auch in der atmosphärischen Grenzschicht zu erhöhten Aerosolkonzentrationen geführt hat. In Abb. 1 sind Zeitreihen der gemessenen stündlichen PM10-Konzentrationswerte aller österreichischen Luftgütestationen mit einer deutlichen Spitze am 27. März dargestellt.

Am Sonnblick wurde bereits am 25. März ein erster Eintrag an mit feinerem Staub angereicherter Luft aus der Höhe verzeichnet sowie eine weitere Staubepisode am 28. und 29. März (Abb.2). Der Wüstenstaub kam bei diesem Fall nicht wie üblich aus der westlichen bis mittleren Sahara, sondern, wie die FLEXPART-Rückwärtsmodellierung in Abb.3 zeigt, vorwiegend aus der Wüste Karakum in Turkmenistan. Auch am 28. und 29. März erreichten noch Luftmassen aus denselben Herkunftsregionen den Sonnblick (nicht dargestellt).

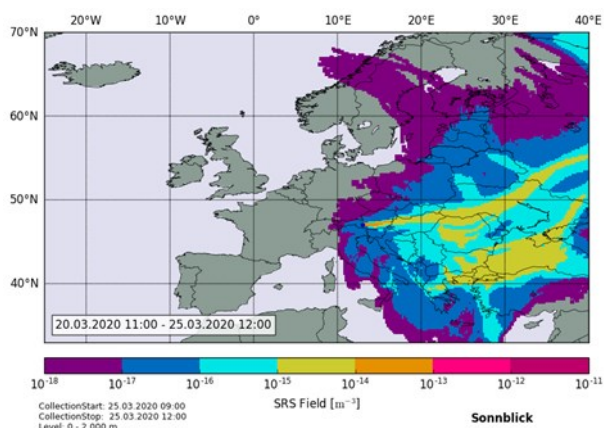


Abb.3: FLEXPART Quellrezeptorsensitivität für 25.3.2020 (links) und 27.3.2020

## Dust from Karakum Desert

End of March 2020, a dust event was registered at Sonnblick, which led to an increase of aerosol concentrations in the free Troposphere as well as in the atmospheric boundary layer. Fig. 1 depicts measured hourly PM10 concentrations of all Austrian air quality stations with a distinct peak on March 27<sup>th</sup>. At Sonnblick, a first intrusion of fine dust-enriched air was already registered on March 3<sup>rd</sup> and another episode of dust arrival on March 28<sup>th</sup> and 29<sup>th</sup>.

In this case, the desert dust did not originate, as usual, from the westerly to mid Sahara, but mainly from the Karakum desert in Turkmenistan as is shown by the FLEXPART backward modeling in Fig. 3. Air masses arriving at Sonnblick on March 28<sup>th</sup> and 29<sup>th</sup> still originated from the same regions (not depicted here).

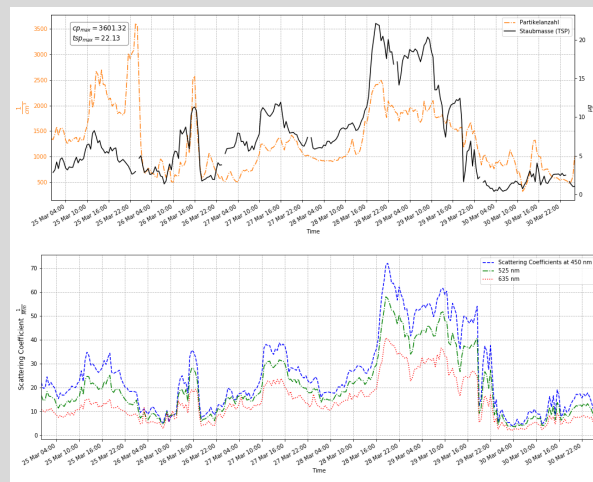


Abb.2: Zeitreihen der Partikelkonzentration und Staubmasse (oberes Bild) sowie der Streukoeffizienten (unteres Bild) am Sonnblick Observatorium

Fig.2: Time-series of particle concentration and total dust mass (upper picture) as well as of scattering coefficients (lower picture) at Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: ZAMG

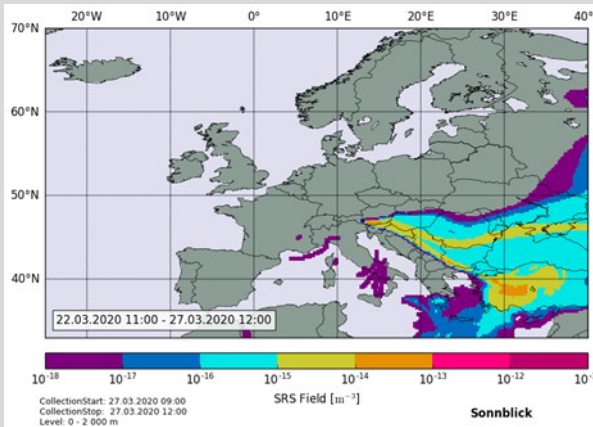


Fig.3: FLEXPART Source-Receptor-Sensitivity (SRS) for 25.3.2020 (left) and 27.3.2020 (right), integrated backward modeling for five days each  
Quelle/Source: ZAMG

# Forschungsaktivitäten

## Research Activities

In den Rückstreuprofilmessungen des Ceilometers in Kolm-Saigurn (Abb. 4 sind ebenfalls schon am 25. März erhöhte Werte zu erkennen. Offensichtlich hat hier ein erster Eintrag von mit Wüstensand angereicherter Luft aus der Höhe in die Talgrenzschicht stattgefunden.

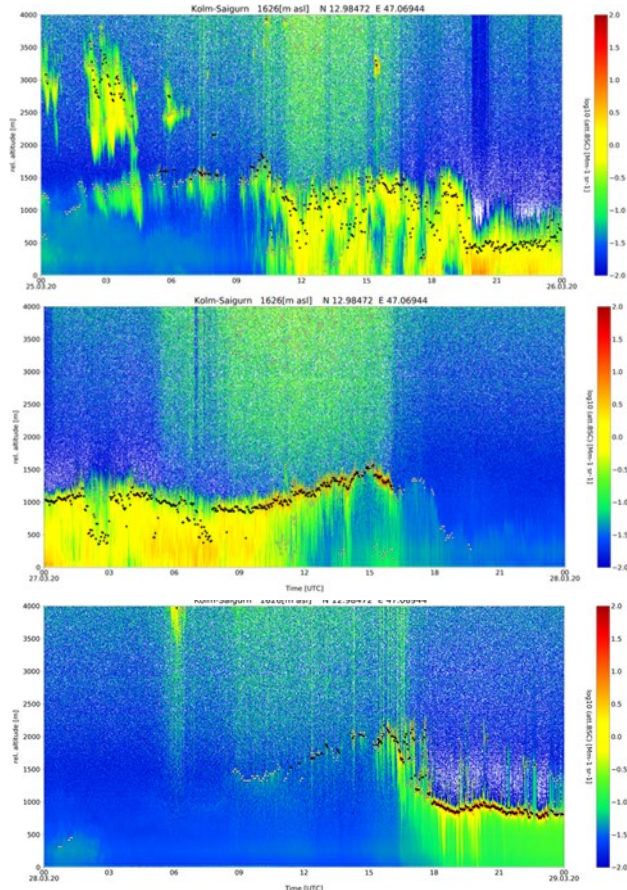


Abb.3: Rückstreuprofile des Ceilometers in Kolm-Saigurn am 25./27./28.3.2020  
Fig.3: Ceilometer backscatter profiles in Kolm-Saigurn on 25./27./28.3.2020  
Quelle/Source: ZAMG

Am 27. März Vormittag sowie am Nachmittag des 28. März waren in diesen Messungen unterhalb der niedrigen Bewölkung (schwarze Punkte in Abb. 4) ungewöhnlich hohe Rückstreuintensitäten zu verzeichnen.

Mit dem Luftqualitätsvorhersagemodell WRF-Chem wurde die Episode ebenfalls simuliert. Die Modelldomäne der operationellen WRF-Chem Modellvorhersagen überdeckt die Wüste Karakum nicht zur Gänze, jedoch beinhaltet sie Teile der Arabischen Halbinsel und Teile des Irans. In Abb.4 sind die modellierten Konzentrationen der Staubsäule für den 27.3.2020 12 UTC dargestellt. Erhöhte Staubkonzentrationen sind über fast ganz Europa zu sehen. Der Transport des Wüstenstaubs aus dem Osten in Richtung Österreich ist zu erkennen.

The backscatter profiles of the ceilometer at Kolm-Saigurn (Fig. 4) also reveal increased values already on March 25<sup>th</sup>. Obviously, a first intrusion of dust-enriched air from higher levels into the valley boundary layer occurred at this time.

Unusual high backscatter values were visible below a low cloud layer (indicated by black points in Fig. 4) in the ceilometer measurements on March 27<sup>th</sup> before noon and on March 28<sup>th</sup> in the afternoon.

The episode has been simulated with the air quality forecast model WRF-Chem. The model domain of the operational WRF-Chem forecasts covers only parts of the Karakum desert, but parts of the Arabic Peninsula and parts of Iran. The modeled concentrations of the dust column on March 27<sup>th</sup>, 2020 12 UTC are depicted in Fig. 5. Increased dust values are visible nearly all over Europa. The transport of dust from east to Austria is recognizable.

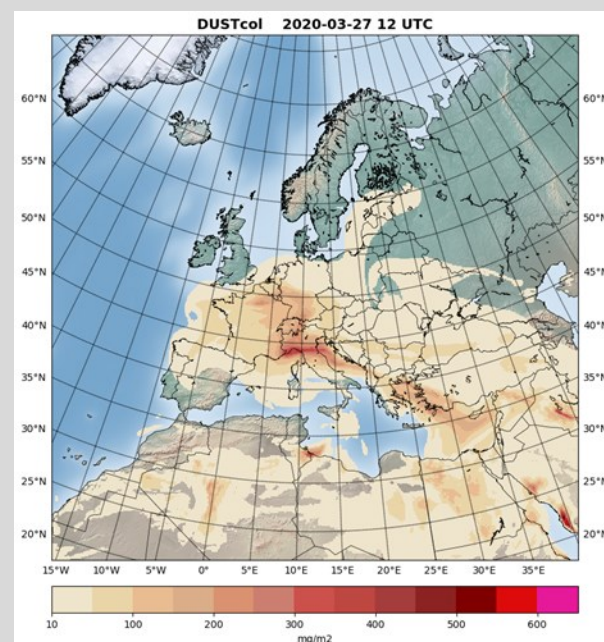


Abb.4: Staubsäule (DUSTcol) aus WRF-Chem Vorhersagen  
Fig.4: dust column (DUSTcol) from WRF-Chem forecasts  
Quelle/Source: ZAMG

### Autoren/innen/Authors

Kathrin Baumann-Stanzer<sup>1</sup>, Claudia Flandorfer<sup>1</sup>  
1) ZAMG

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Kathrin Baumann-Stanzer  
Institut/e: ZAMG  
Email: [kathrin.baumann-stanzer@zamg.ac.at](mailto:kathrin.baumann-stanzer@zamg.ac.at)  
Webseite/webpage: [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)





### ACTRIS NF cloud in situ: Wolkeneigenschaften

48



Abb.1:/Fig.1: PVM 100 (Gerber Scientific)  
Quelle/Source: C. Maier@ZAMG-SBO

Wolken sind eine der signifikantesten Erscheinungen unserer Atmosphäre und beeinflussen eine Vielzahl an physikalischen und chemischen Prozessen. Sie sind die Quelle des Niederschlags und haben Einfluss auf die Strahlungsbilanz der Erdoberfläche.

Im Rahmen von ACTRIS-CIS (Cloud In Situ Measurements) wurden zwei neue Instrumente zur Messung von wolken- und niederschlagsspezifischen Parametern installiert.

Der ODM 470 (Abb.1) ist ein optischer Disdrometer zur Erhebung des Niederschlagströpfchen Spektrums im Bereich von 0.01-22 mm Partikeldurchmesser. Dabei wird die Extinktion der Regentropfen welche das zylindrische Messvolumen passieren mit Hilfe einer 880nm IR LED gemessen. Auf Basis der Größenverteilung kann die Niederschlagsrate berechnet werden unter Annahme von Fallgeschwindigkeit und Masse des Tröpfchens.

Das Messprinzip des PVM 100 der Firma Gerber basiert ebenfalls auf der Streuung einer Laser Lichtquelle (780 nm) in einem vorgegebenem Luftvolumen. Ein analoges Spannungssignal liefert Informationen zum Flüssigwasseranteil und der Tröpfchenoberfläche der Wolke. Daraus kann zusätzlich der mittlere Tröpfchenradius berechnet werden.

### ACTRIS NF cloud in situ: Cloud Properties

Clouds are one of the major components of our atmosphere influencing a large number of chemical and physical properties. They are the source of precipitation in it's various forms and intensities and have a strong input on radiation fluxes.

Within the scope of ACTRIS-CIS (Cloud In Situ Measurements), two new instruments were installed in 2019 for monitoring cloud and precipitation parameters.

The ODM 470 is an optical disdrometer measuring the raindrop size distribution of solid and liquid precipitation. The extinction of water droplets with diameters of 0.01-22mm is recognized by a 880 nm IR laser diode. By assuming the average fall speed and mass of the droplet it is possible to calculate the mean precipitation rate of different precipitation types from the raw distribution.

The principal measurement technique of the PVM 100 (Gerber Scientific Inc.) is also based on the scattering of light through a volume of air (Fig. 2). A single analog voltage output produces a signal proportional to the liquid water content (LWC) and the particle surface area (PSA) of the aerosol. With the knowledge of both parameters the droplet effective radius is another output of the instrument.

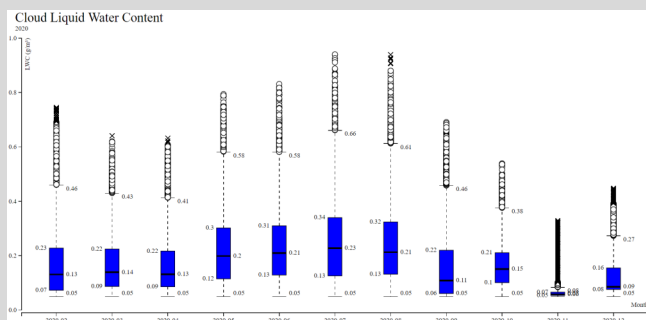


Abb.2: Box-Whisker Plot des mittlerer monatlicher Wolkenwassergehalts ( $\text{g}/\text{m}^3$ ). Boxen definieren den interquartilen Bereich (IQR) zwischen Q3 (75%) und Q1 (25%). Whisker sind definiert durch  $Q3 + (1.5 * \text{IQR})$  bzw.  $Q1 - (1.5 * \text{IQR})$ . Ausreißer sind festgelegt zwischen  $1.5 * \text{IQR}$  und  $3 * \text{IQR}$  (Punkte) und  $>3 * \text{IQR}$  (Kreuze).

Fig.2: Box-Whisker Plot of mean monthly cloud liquid water content ( $\text{g}/\text{m}^3$ ). Boxes describe the interquartile range between Q3 (75%) and Q1 (25%). Whiskers are defined by  $Q3 + (1.5 * \text{IQR})$  and  $Q1 - (1.5 * \text{IQR})$ . Outliers are specified by  $1.5 * \text{IQR}$  and  $3 * \text{IQR}$  (dots) and  $> 3 * \text{IQR}$  (crosses)

Quelle/Source: C. Maier@ZAMG-SBO



#### Autoren/innen/Authors

Christian Maier<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> ZAMG, Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Christian Maier, MSc

ZAMG, Sonnblick Observatorium

Email: christian.maier@zamg.ac.at

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





### Langzeitmessung von eisbildenden Partikeln in der Atmosphäre

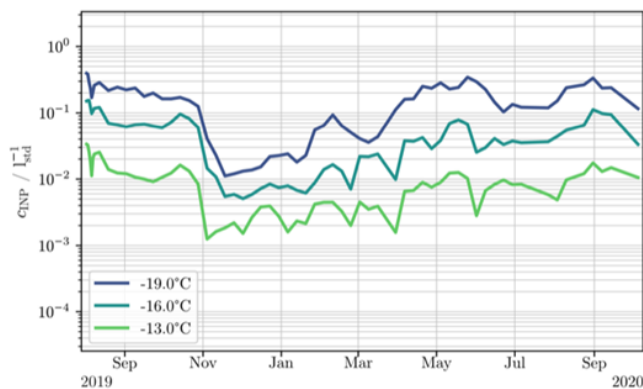


Abb.1: Jahreszeitlicher Verlauf der gemessenen INP Konzentration am SBO

Fig.1: Annual record of the measured INP concentration at the SBO

Quelle/Source: P. Bogert

Eisbildende Partikel (INP = ice nucleating particles) sind eine kleine, aber sehr wichtige Teilmenge atmosphärischer Aerosole. Sie sind für die Bildung von Eiskristallen in Wolken verantwortlich und haben damit einen großen Einfluss auf Wolken, Wetter und Klima. Das Wissen über ihre Quellen, Konzentrationen und saisonale Variabilität ist sehr begrenzt.

Um INP-Konzentrationen kontinuierlich messen zu können, sammeln wir seit August 2019 am SBO atmosphärische Aerosole auf Filtern, die dann im KIT-Labor auf den temperaturabhängigen Gehalt von INPs analysiert werden (siehe Broschüre SBO 2020). Abbildung 1 zeigt den Jahresverlauf (August 2019 bis Oktober 2020) der gemessenen INP Konzentration für verschiedene Temperaturen. Es sind jahreszeitliche Schwankungen zu erkennen: im Herbst sinkt die INP Konzentration, während sie im Winter/Frühjahr langsam wieder steigt. Ein Grund für den Frühjahrsanstieg könnte der Beitrag von Saharastaub sein, der besonders bei tieferen Temperaturen als eisaktiv bekannt ist. Die genauen Ursachen für die Variabilität werden noch untersucht.

Für den Zeitraum Juli bis September 2021 sind weitere INP-Messungen mit dem neuen Messgerät PINE (Portable Ice Nucleation Experiment, Abbildung 2) geplant, das mit höherer Zeitaufösung und auch bei tieferen Temperaturen bis  $-60^{\circ}\text{C}$  messen kann.

### Long-term measurement of ice nucleating particles in the atmosphere

Ice Nucleating Particles (INP) are a small but very important subset of atmospheric aerosol particles. They have a large influence on our clouds, weather and climate as they are responsible for the formation of ice crystals in clouds. The knowledge on their sources, abundance and seasonal variability is very limited.

In order to continuously measure INP concentrations, we started in August 2019 to collect atmospheric aerosols at the SBO. The aerosol filter samples are then shipped to the KIT laboratory and analyzed for the temperature-dependent content of INPs (see brochure 2020). Figure 1 shows the first annual record (August 2019 until October 2020) of the measured INP concentration at the corresponding temperature. We observe seasonal fluctuations, as the INP concentration decreases in autumn, while during winter and spring it slowly increases again. One reason for the increase in spring could be the contribution of Saharan dust, which is known to be ice-active especially at lower temperatures. The reasons for the variability will be further analyzed.

For the period July to September 2021, further INP measurements are planned with the new instrument PINE (Portable Ice Nucleation Experiment, figure 2), which can measure with higher time resolution and also at lower temperatures down to  $-60^{\circ}\text{C}$ .



Abb.2: Online INP Messgerät PINE

Fig.2: Online INP instrument PINE

Quelle/Source: [www.noell.bilfinger.com/pine/#c167514](http://www.noell.bilfinger.com/pine/#c167514)

#### Autoren/innen/Authors

P. Bogert<sup>1)</sup>, K. Höhler<sup>1)</sup>, O. Möhler<sup>1)</sup>

1) Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK), Atmosphärische Aerosol Forschung (AAF)

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Ottmar Möhler

KIT IMK-AAF

Email: [ottmar.moehler@kit.edu](mailto:ottmar.moehler@kit.edu)

## Überwachung der Radioaktivität in Luft

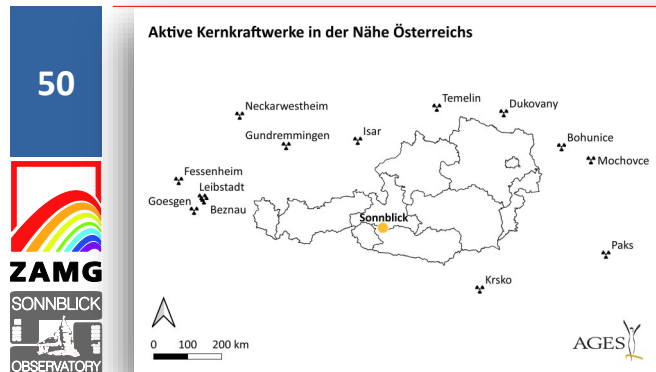


Abb.1: Kernkraftwerke in Grenznähe Österreichs  
Fig.1: Nuclear power plants in the vicinity of Austria  
Quelle/Source: AGES

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 hilft den Behörden bei der Festlegung von Schutzmaßnahmen.

Auf dem Sonnblick betreibt die Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) seit 25 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 der atmosphärische Zirkulation. Die Langzeit-Messreihen für Beryllium-7 und Blei-210 sind über das SBO-Datenportal abrufbar.

## 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 25 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 atmospheric circulation. The data for Beryllium-7 and Lead-210 are available at SBO-Data-Portal.

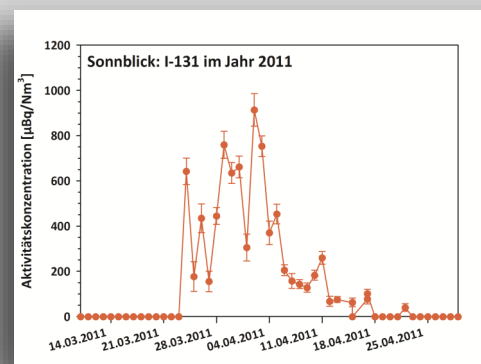


Abb.2: Aktivitätskonzentration von Jod-131 am Sonnblick nach Fukushima (2011)  
Fig.2: Activity concentration of Iodine-131 at Sonnblick following Fukushima (2011)  
Quelle/Source: AGES



Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie

### 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  
Geschäftsfeld Strahlenschutz, Abt. Radon und Radioökologie  
Email: dietmar.roth@ages.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 Klimaschutz (BMK) 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 BMK unter [strahlenschutz.gv.at](http://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 Division of Radiation Protection of the Federal Ministry for Climate Action (BMK) 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 BMK website [strahlenschutz.gv.at](http://strahlenschutz.gv.at).

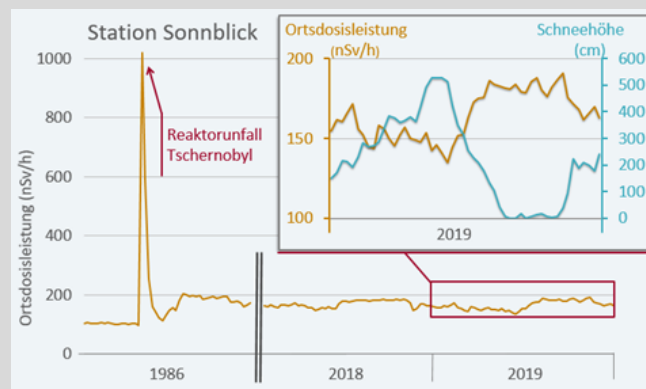


Abb.2: Korrelation Ortsdosisleistung und Schneehöhe der Station Sonnblick  
Fig.2: Correlation of local dose rate and snow depth at Sonnblick station  
Quelle/Source: BMK, Abteilung V/8

Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie

### Autoren/innen/Authors

DI Wolfgang Haider  
Bundesministerium für Klimaschutz  
Abteilung V/8 - Strahlenschutz

### Ansprechpartner/in/Contact Person

DI Wolfgang Haider  
Institute/s: Bundesministerium für Klimaschutz,  
Abteilung V/8 - Strahlenschutz  
E-Mail: [wolfgang.haider@bmk.gv.at](mailto:wolfgang.haider@bmk.gv.at) / Webseite/Webpage: [strahlenschutz.gv.at](http://strahlenschutz.gv.at)



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



52

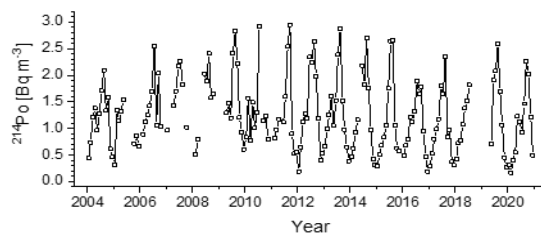


Abb.1: Monatsmittelwerte von <sup>214</sup>Po-Aktivitätskonzentrationen am Sonnblick-Observatorium 2004-2019. Werte werden nur für Monate gezeigt, in denen mehr als 14 Tagen Daten vorliegen.

Fig.1: Monthly mean <sup>214</sup>Po activity concentration at Sonnblick Observatory 2004-2019. Values are plotted only for months where for more than 14 days data are available.

Das radioaktive Edelgas <sup>222</sup>Radon (<sup>222</sup>Rn,  $T_{1/2} = 3.8$  Tage) entsteht durch  $\alpha$ -Zerfall von <sup>226</sup>Radium, einem natürlichen Bestandteil aller Böden. Ein Teil des in der oberen ungesättigten 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 (Karstens et al., 2015). Am Sonnblick-Observatorium messen wir mit einem Ein-Filter System (Levin et al., 2002) 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 Figur zeigt die Monatsmittel von <sup>214</sup>Po am Sonnblick über die letzten 17 Jahre. Leider gab es immer wieder Ausfälle des Messsystems, jedoch ist ein Jahresgang mit teilweise um einem Faktor 5 höheren Werten im Sommer als im Winter deutlich erkennbar. Diese Schwankungen sind größtenteils auf die Variabilität der atmosphärischen Mischung zurückzuführen: In den Sommermonaten liegt das Observatorium regelmäßig innerhalb der bodennahen Mischungsschicht während es im Winter von den Emissionen am Boden oftmals abgekoppelt ist.

### Referenz:

Karstens, U., C. Schwingshackl, D. Schmithüsen, and I. Levin, 2015. A process-based <sup>222</sup>radon flux map for Europe and its comparison to long-term observations. Atmos. Chem. Phys., 15, 12845–12865, [www.atmos-chem-phys.net/15/1/2015/doi:10.5194/acp-15-1-2015](http://www.atmos-chem-phys.net/15/1/2015/doi:10.5194/acp-15-1-2015).

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

The radioactive noble gas <sup>222</sup>Radon (<sup>222</sup>Rn,  $T_{1/2} = 3.8$  days) is produced by  $\alpha$  decay of <sup>226</sup>Radium, a natural trace constituent of all soils. Part of the <sup>222</sup>Rn produced in the upper unsaturated soil zone can reach the atmosphere by molecular diffusion and then underlies atmospheric mixing processes and radioactive decay. 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 (Karstens et al., 2015). Since 2004, we measure the short-lived <sup>222</sup>Rn progeny <sup>214</sup>Polonium (<sup>214</sup>Po) at Sonnblick Observatory with the one-filter method (Levin et al., 2002). 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 Figure shows monthly mean <sup>214</sup>Po at Sonnblick Observatory for the last 17 years. Unfortunately, due to malfunction of the system a considerable number of values is missing. If available, we observe up to a factor of 5 higher values during summer than in winter, which is mainly due to the variability of atmospheric mixing conditions. During summer, Sonnblick Observatory frequently lies within the atmospheric mixing layer, while the station is often decoupled from soil-borne emissions during the winter months.

### References:

Karstens, U., C. Schwingshackl, D. Schmithüsen, and I. Levin, 2015. A process-based <sup>222</sup>radon flux map for Europe and its comparison to long-term observations. Atmos. Chem. Phys., 15, 12845–12865, [www.atmos-chem-phys.net/15/1/2015/doi:10.5194/acp-15-1-2015](http://www.atmos-chem-phys.net/15/1/2015/doi:10.5194/acp-15-1-2015).

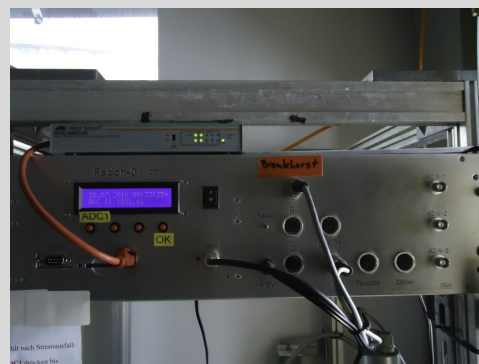


Abb.2: Radonmonitor der Universität Heidelberg am Sonnblick Observatorium  
Fig.2: Radon-Monitor of the University of Heidelberg at the Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: H.Scheer@ZAMG-SBO



UNIVERSITÄT  
HEIDELBERG  
ZUKUNFT  
SEIT 1386

### Autoren/innen/Authors

Ingeborg Levin, Maksym Gachkivskyi  
Institut für Umwelphysik, 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)



### Gletscherbeobachtung



Abb.1: Akkumulationsmessung mittels Bodenradar  
Fig.1: Accumulation measurements using ground penetrating radar  
Quelle/Source: A. Neureiter

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 Bildung, Wissenschaft und Forschung im Rahmen des Projektes Global Cryosphere Watch – Glaciers. Gletscher- und Schneedeckenmonitoring und unterstützt durch das Land Kärnten, die Verbund-Austrian Hydro Power und die Großglockner Hochalpenstrassen AG.

### Longterm Glacier-Monitoring

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

The aims of this long-term monitoring programme at the glaciers Pasterze, Goldbergkees and Kleinfleißkees:

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

Glacier monitoring on Pasterze and the glaciers at Sonnblick is carried out by ZAMG, funded by the Austrian Federal Ministry of Agriculture, Regions and Tourism. Supported by the Federal Province of Kärnten, Verbund-Austrian Hydro Power and Großglockner Hochalpenstrassen AG.

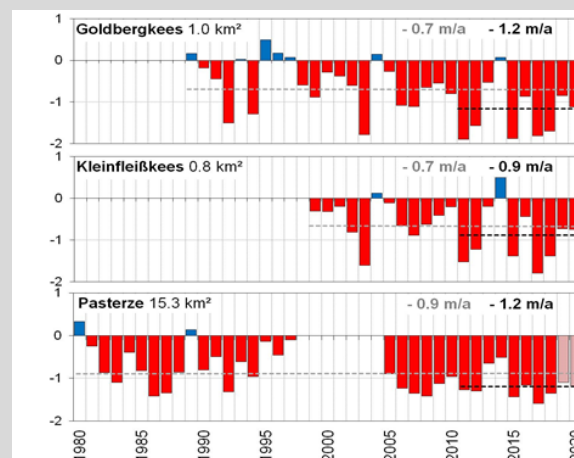


Abb.2: Jährliche Massenänderung der beobachteten Gletscher.  
Fig.2: Time series of annual glacier mass balance of monitored glaciers.  
Quelle/Source: ZAMG



#### Autoren/innen/Authors

A. Neureiter<sup>1)</sup>, B. Hynek<sup>1)</sup>

1) ZAMG, Abteilung für Klimaforschung

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Anton Neureiter BSc

Institut/e: ZAMG, Abteilung für Klimaforschung

Email: anton.neureiter@zamg.ac.at

www.zamg.ac.at, www.sonnblick.net, glacio-live.at



### Entwicklung eines Gletscher- Informationssystemes in Echtzeit



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

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

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

Dazu wird von der Partnerschule TGM ein dezentrales Mesh-WLAN Netzwerk entwickelt und auf den Gletschern installiert, das die Daten von automatischen Kameras, automatischen Ablations- und Akkumulationspegel, Wetterstationen und Abflusstationen 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 wurde vom Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft im Rahmen des Programmes Sparkling Science finanziert.

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

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

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

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

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

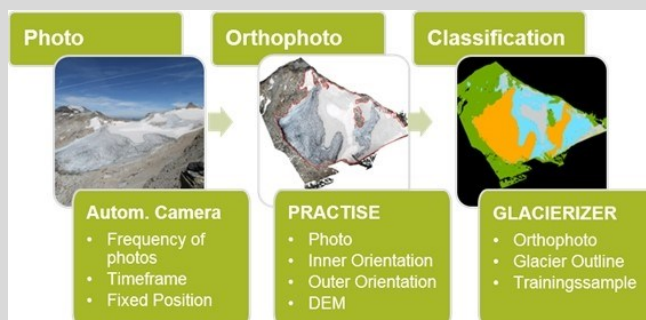


Abb.2: Arbeitsablauf und Visualisierung der Bildverarbeitung: Erste Reihe erlangte Produkte, letzte Reihe notwendige Eingangsparameter; Fotoaufnahme durch automatische Kamera, automatisierte Georektifikation durch PRACTIS und Oberflächenklassifizierung durch GLACIERIZER (von links nach rechts).

Fig.2: Overall work flow and visualization of image processing purpose: First row gained products, last row necessary input parameter; photo acquisition by automatic camera, automatized georectification by PRACTISE and surface classification by GLACIERIZER (left to right).  
Quelle/Source: ZAMG



#### Autoren/innen/Authors

B.Hynek<sup>1)</sup>, A.Neureiter<sup>1)</sup>, W.Schöner<sup>2)</sup>

1) ZAMG, Abteilung für Klimaforschung

2) Inst. für Geographie und Raumforschung, Universität Graz

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Mag. Bernhard Hynek

Institut/e: ZAMG, Abteilung für Klimaforschung

Email: bernhard.hynek@zamg.ac.at

www.zamg.ac.at, www.sonnblick.net, glacio-live.at





### Interaktionsprozesse Kryosphäre- Atmosphäre am Beispiel Hoher Sonnblick

### Processes of Cryosphere-Atmosphere Interactions at Mt. Hoher Sonnblick

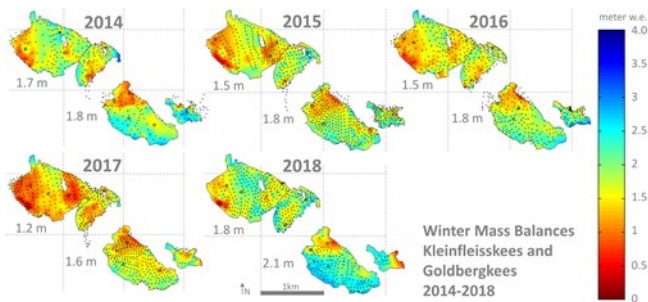


Abb.1: Räumliche Verteilung der Winterakkumulation auf den Gletschern.  
Fig.1: Spatial distribution of winter accumulation on glaciers at Hoher Sonnblick.  
Quelle/Source: ZAMG

In diesem Forschungsprojekt werden verschiedene Prozesse, die bei der Interaktion von Atmosphäre (dem Klima) und der Kryosphäre (den Gletschern) von Bedeutung sind, näher untersucht und quantifiziert.

Im Rahmen des langjährigen Gletschermonitorings am Hohen Sonnblick und auf der nahe gelegenen Pasterze und des detaillierten, zum Teil auch räumlich verteilten Klimamonitorings rund um das Sonnblick Observatorium ist ein umfangreicher Datensatz entstanden, der eine Analyse von Mustern, Prozessen und eine Quantifizierung von diversen Austauschprozessen zwischen Klima und Gletschern über mehrere Jahrzehnte hinweg ermöglicht.

Konkrete Fragestellungen dabei sind:

- 1) Durch welche Prozesse sind die auf den Gletschern beobachteten Akkumulationsmuster erklärbar und wie gut können sie modellhaft abgebildet werden?
- 2) Wie groß ist der Beitrag von Prozessen, die in Standardmessprogrammen üblicherweise vernachlässigt werden, wie zum Beispiel basale Schmelze oder interne Akkumulation zur Gesamtmassenänderung? Sind sie zeitlich eher konstant oder ist hier ein Trend feststellbar?
- 3) Wie groß ist der Einfluss von einzelnen atmosphärischen Prozessen, wie zum Beispiel die Deposition von Saharastaub auf die Gesamtmassenbilanz der Gletscher?

In this research project, various processes that are important in the interaction of atmosphere and the cryosphere are analyzed and quantified.

The long-term glacier monitoring at Hoher Sonnblick and on nearby Pasterze and the detailed spatially distributed climate monitoring around the Sonnblick Observatory, an extensive data set has been created that allows an analysis of patterns, processes and a quantification of various exchange processes between climate and glaciers over several decades.

Specific scientific questions are:

- 1) Which processes explain the accumulation patterns observed on the glaciers and how well can they be modeled?
- 2) What is the contribution of specific processes that usually evade in standard mass balance measurement programs, such as basal melt or internal accumulation on the total mass change of glaciers? Are they constant over time or not?
- 3) How significant is the influence of individual atmospheric processes, such as the deposition of Sahara dust on the overall energy and mass balance of glaciers?

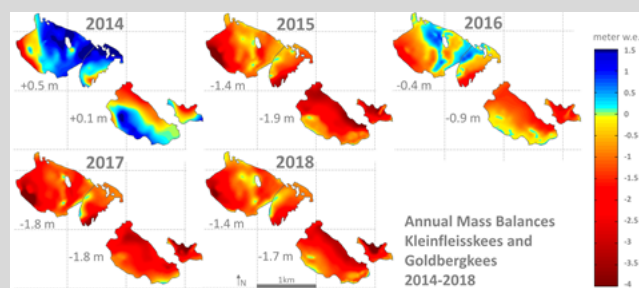


Abb.2: Räumliche Verteilung der Massenbilanz auf den Gletschern am Hohen Sonnblick, Kleinfleißkees und Goldbergkees.  
Fig.2: Spatial distribution of annual mass balance on the glaciers at Hoher Sonnblick, Kleinfleißkees and Goldbergkees.  
Quelle/Source: ZAMG



#### Autoren/innen/Authors

B. Hynek<sup>1)</sup>, W. Schöner<sup>2)</sup>, E. Ludewig<sup>3)</sup>

- 1) ZAMG, Abteilung für Klimaforschung
- 2) Univ. Graz, Institut für Geographie und Raumforschung
- 3) ZAMG, Leitung Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Mag. Bernhard Hynek  
Institut: ZAMG, Abteilung für Klimaforschung  
Email: [bernhard.hynek@zamg.ac.at](mailto:bernhard.hynek@zamg.ac.at)  
Webseite: [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at), [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net)

### Mineraldokumentation im Nationalpark Hohe Tauern (NPHT)

56



Abb.1: Blick in den Kluft-Hohlraum mit Bergkristallen

Fig.1: View into the cleft cavity with rock crystals

Quelle/Source: Norbert Daxbacher

Der Hohe Sonnblick ist Teil des Tauernfensters und besteht aus Zentralgneis, der domartig aus den darüber liegenden Gesteinen der Schieferhülle herausragt. In den Gesteinen bildeten sich durch die Hebung des Gebirges Risse und Klüfte, die sich sofort mit heißen wässrigen Lösungen füllten. Durch die Hebung gekoppelt mit Erosion wanderten die Klüfte langsam nach oben, dabei kühlten die nun stark mineralisierten Flüssigkeiten langsam ab und die verschiedenen Mineralien kristallisierten in den Klüften. Mit viel Glück können wir heute diese Hohlräume an der Oberfläche aufspüren.

Das mineralreiche Tauernfenster liegt überwiegend in der Kernzone des Nationalparks Hohe Tauern. Um dem Forschungsauftrag des Nationalparks nachzukommen, gibt es seit 1984 eine Kooperation von Wissenschaftlern und Mineraliensammlern. Das Universalmuseum Joanneum Graz sowie das Institut für Erdwissenschaften der Universität Graz arbeiten eng mit ausgewählten, im Mineraliensuchen erfahrenen Ortsansässigen zusammen.

Als langjährige Projektmitarbeiter sind wir besonders geschult im Umgang mit Mineralfunden. Die Dokumentation der Klüfte, der Mineralien und der Fundumstände ist hier besonders wichtig. Eine Sondergenehmigung regelt das Mineraliensammeln im Nationalpark. Zum Beispiel darf nur Handwerkzeug verwendet werden und die Fundstelle muss rekultiviert werden.

Einen guten Einblick in die Projektarbeit kann ein Kristallfund von mir (Norbert Daxbacher) und meinem Bruder (Matthias Daxbacher) im Frühjahr 2011 geben:

In einem steilen Bereich der Schwarzphyllit und Prasinit Zonen am Fuß des Sonnblickmassivs konnten wir eine große Kluft in einem massiven Quarzgang öffnen.

### Mineral Documentation in the National Park Hohe Tauern (NPHT)

The Hohe Sonnblick is part of the Tauern Window and consists of central gneiss that protrudes like a dome from the overlying rocks of the Lower and Upper schists. Clefs and fissures formed in the rocks due to the uplift of the mountains, and were immediately filled with hot aqueous solutions. The uplift coupled with erosion caused the clefs to slowly move upwards. In this process the now highly mineralized fluids slowly cooled and the various minerals crystallized. With a lot of luck, we can find these cavities on the surface today.

The mineral-rich Tauern Window lies predominantly in the core zone of the Hohe Tauern National Park. In order to fulfil the research mandate of the National Park, there has been a cooperation of scientists and mineral collectors since 1984. The Universalmuseum Joanneum Graz and the Institute of Earth Sciences at the University of Graz work closely with selected local mineral collectors.

As long-time project collaborators, we are trained in searching for minerals. The documentation of the fissures and clefs, the minerals and the circumstances of the find is particularly important here. A special permit regulates mineral collecting in the national park. For example, only hand tools may be used and the working site must be recultivated.

A crystal find by me (Norbert Daxbacher) and my brother (Matthias Daxbacher) in spring 2011 can give a good insight into the project work:

In a steep area of the black phyllite and prasinite zones at the bottom of the Sonnblick massif we were able to open a large cleft in a massive quartz vein. The cavity was easy to see and allowed us to carefully recover the crystals (Fig. 1). Since not much soil was washed in and no water was able to penetrate, the crystals were not destroyed by frost, as is so often the case. After the first cleaning of the pieces, it soon became clear that something special had been discovered here. The entire find was documented and some samples were handed in for closer examination.

This mineral find was described by the project leader (Franz Walter) in the series "New Mineral Finds from Austria LXI", Carinthia II, Jg. 202./122.: 123-180 (2012).

An Extract from it: **1751) Phenakite in two generations from Steinkarl, Rauris, Salzburg**

*...The cleft contained highly lustrous, water-clear rock crystals up to 35 cm long in the typical Rauris*

Der Hohlraum war gut einzusehen und ermöglichte uns eine behutsame Bergung der Kristalle (Abb. 1). Da nicht viel Erde eingeschwemmt wurde und auch sonst kein Wasser eindringen konnte, wurden die Kristalle, wie sonst so oft der Fall, nicht durch Frost zerstört. Nach erster Reinigung der Stücke wurde bald klar, hier etwas Besonderes entdeckt zu haben. Der gesamte Fund wurde dokumentiert und einige Stücke zur genaueren Untersuchung abgegeben. Dieser Mineralfund wurde vom Projektleiter (Franz Walter) in der Serie „Neue Mineralfunde aus Österreich LXI“ beschrieben:

Ein Auszug daraus:

**1751) Phenakit in zwei Generationen vom Steinkarl, Rauris, Salzburg**

...die Kluft beinhaltet hochglänzende, wasserklare Bergkristalle bis zu 35 cm Länge im typischen Rauriser Übergangshabitus und reichlichen weißen, bis 3 cm großen Adular, der meist zu Gruppen bis 30 cm im Durchmesser verwachsen ist. Die bereits von der Kluftwand abgelösten Adulargruppen sind auf ihrer Rückseite mit einem mehreren Zentimeter starken Belag von feinsandigem Chlorit überzogen, die Bergkristalle sind jedoch nahezu frei von Chlorit. Vereinzelt sind schwarze, tafelige Ilmenit-Kristalle von Adular überwachsen und werden gemeinsam von einem limonitisch verwitterten Eisenkarbonat überkrustet. Auf dem Adular sitzen vereinzelt korrodierte Calcit-Skalenoeder von bis zu 5 cm Größe und reichlich winzige, unter 0,5 mm kleine blauschwarze, tafelige Anatas-Kristalle und seltener bis 1 cm lange, sternartig verwachsene, schwarze Rutilnadelchen. Als Einzelfund konnte ein stark korrodierter Scheelit-Kristall von 2,5 cm Durchmesser aus der Kluft geborgen werden.

Ebenfalls über Adular und vorwiegend auf Bergkristall tritt langprismatischer Phenakit, meist 2 bis 4 mm lang, auf. Dieser langprismatische Phenakit ist sowohl als Einzelkristall als auch in typischer Verzwilligung mit „Fräskopf“-ähnlichen Endflächen entwickelt. Auf diesem Phenakit sitzt als zweite Generation Phenakit in nahezu isometrischer Ausbildung, mit etwa gleich großen Prismen- und Rhomboederflächen, sodass dieser Habitus nahezu kugelig wirkt (Abb. 2). Beide Generationen sind wasserklar und zeigen keine Einschlüsse von Chlorit.

Phenakit ist im Bereich der Goldberggruppe, Salzburg/Kärnten, bereits von einigen Fundstellen bekannt geworden. ...Dieser zweite Fund von Phenakit aus einer Kluft vom Steinkarl zeigt durch die Ausbildung zweier Generationen in derselben Kluft die Änderungen der Bildungsbedingungen für eine Mineralart während des Abkühlungsprozesses der hydrothermalen Lösung.

*transitional habit and abundant white adularia up to 3 cm in size, mostly grown into groups up to 30 cm in diameter. The adularia groups already detached from the cleft wall are covered on their backside with a several-centimetre-thick coating of fine sandy chlorite, but the rock crystals are almost free of chlorite. Occasionally, black, tabular ilmenite crystals are overgrown by adularia and are encrusted together by a limonitic weathered iron carbonate. Occasionally, corroded calcite scalenohedra up to 5 cm in size and abundant tiny, blue-black, tabular anatase crystals less than 0.5 mm in size and, more rarely, up to 1 cm long, star-like intergrown, black rutile needles sit on the adularia. As a single find, a strongly corroded scheelite crystal with a diameter of 2,5 cm was recovered from the cleft.*

*Long-prismatic phenakite, mostly 2 to 4 mm long, also occurs above adularia and mainly on rock crystal. This long prismatic phenakite is developed both as a single crystal and in typical twinning with "cutterhead"-like end faces. On this phenakite sits as a second generation phenakite in almost isometric habit, with approximately equal prismatic and rhombohedral faces, so that this habit appears almost spherical (Fig. 2). Both generations are water clear and show no chlorite inclusions. Phenakite is already known from several sites in the area of the Goldberg Group, Salzburg/Carinthia...*

*...This second finding of phenakite from a cleft of the Steinkarl shows by the formation of two generations in the same cleft the changes of the formation conditions for a mineral species during the cooling process of the hydrothermal solution.*

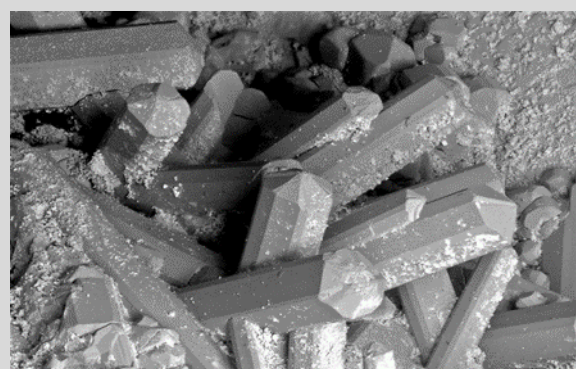


Abb.2: Prismatischer und isometrischer Phenakit vom Steinkarl, Rauris  
Fig. 2: Phenakite in prismatic and isometric habit from Steinkarl, Rauris  
Quelle/Source: Universalmuseum Joanneum, REM-Bild, Bildbreite 4 mm

**Autoren/innen/Authors**

Norbert Daxbacher<sup>1)</sup>, Univ.-Prof. Dr. Franz Walter<sup>2)</sup>,  
1) ZAMG, Sonnblick Observatorium  
2) Universalmuseum Joanneum, Uni-Graz

**Ansprechpartner/in/Contact Person**

Norbert Daxbacher  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, SBO  
Email: [norbert-daxbacher@zamg.ac.at](mailto:norbert-daxbacher@zamg.ac.at)  
Webseite/webpage: [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net)



### Permafrost Monitoring Netzwerk im Sonnblickgebiet

### Permafrost Monitoring Network in the Sonnblick area



58

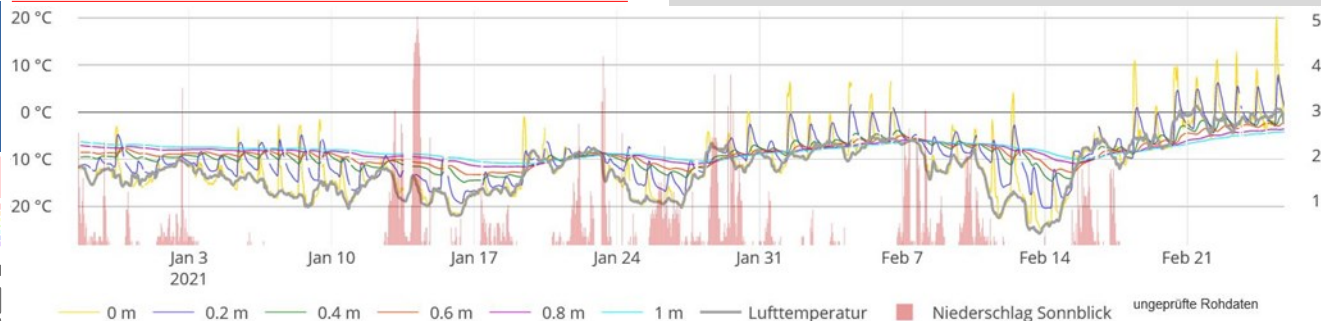


Abb 1.: Temperaturen des Felsens am Standort Nord 4.

Fig.1: Rock temperatures at the site Nord 4.

Quelle/Source: [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net)

Abb2: Lage des Messstandortes Nord 4 knapp unterhalb des Observatoriums.

Fig.2: Location of the measurement site Nord 4.

Quelle/Source: Stefan Reisenhofer



Im Rahmen des Permafrost Monitorings stehen neben der Fortführung bestehender Zeitreihen permafrost-relevanter Messgrößen, wie u.a. der sommerlichen Mächtigkeit der Auftauschicht des Permafrostkörpers bzw. dem Temperaturverlauf in unterschiedlichen Bodentiefen, die Überwachung der Steinschlag- und Felssturzaktivitäten im Bereich der Nordwand am Hohen Sonnblick im Fokus. Hierfür werden mittels passiver Seismik (zeitliche Komponente) und drohnenbasierter Photogrammetrie (räumliche Komponente) die Massenbewegungen in der Sonnblick-Nordwand überwacht. Das resultierende, hochpräzise Steinschlaginventar bildet in weiterer Hinsicht eine wichtige Grundlage für die Beurteilung der lokalen Entwicklung der Felsstabilität.

Im Zuge der Erweiterung der Messstandorte im Bereich der Nordwand am Hohen Sonnblick wurden seit 2016 sechs ein Meter tiefe Bohrlöcher mit jeweils sechs Temperatursensoren in einer Tiefe von 0 cm, -20, -40, -60, -80 und -100 cm installiert. Für die automatische Übertragung der stündlich aufgezeichneten Temperaturdaten dient ein autarker Datentransmitter. Dieser scannt jede Stunde die aktuellen Daten des Loggers und überträgt alle sechs Stunden per GSM an einen Internetserver. Ende August 2020 wurde das Messnetz um zwei Datentransmitter erweitert.

The aims of the Permafrost monitoring:

- 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).
- 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.

Since 2016 the rock temperature monitoring of the Sonnblick north face was continuously expanded with six more shallow boreholes. The boreholes host temperature sensors at depths of 0, -20, -40, -60, -80 and -100 cm. Borehole temperatures are sampled every hour and automatically transmitted by a stand-alone GSM transmitter. At the end of August 2020, the measuring network was expanded to include two data transmitter.

Wissenswertes:

Das Projekt PERSON-GCW wird im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie durchgeführt. Drohnenbasierte Photogrammetrie wird von der Firma GEORESEARCH durchgeführt.



Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie



#### Autoren/innen/Authors

S. Reisenhofer<sup>1)</sup>  
1) ZAMG

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Mag. Stefan Reisenhofer  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Email: [s.reisenhofer@zamg.ac.at](mailto:s.reisenhofer@zamg.ac.at)  
[www.zamg.at](http://www.zamg.at), [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net)

### Beobachtung des Eisgehalts im Untergrund

Unsere aktuelle Forschung beschäftigt sich mit der kombinierten Anwendung von geophysikalischen Methoden, um das durch den Klimawandel verursachte Auftauen des Permafrosts zu quantifizieren.

Insbesondere haben wir diesbezüglich vor Kurzem eine Studie publiziert, in welcher wir die Variationen des Eis- und Wassergehalts durch die gemeinsame Inversion von spezifischen elektrischen Widerstands- und seismischen Refraktionsdaten bestimmen (petrophysical joint inversion – PJI). Steiner et al. (2021) zeigt PJI Ergebnisse basierend auf Daten, die in den Monaten Juni und Oktober 2019 am Gipfel des Hohen Sonnblick aufgenommen wurden. Die PJI zeigt für diesen Zeitraum in der Auftauschicht eine Änderung des Eisgehalts von ca. 10%, während in Permafrost-Bereichen ein Eisgehalt von ca. 20% ermittelt wird. Zusätzlich erlaubt uns die PJI, eine Porosität von ~ 23% für das Festgestein und ca. 40% für die Schuttschicht der nahen Oberfläche zu bestimmen. Wie von Steiner et al. (2021) demonstriert, können realistische Schätzungen des Eisgehalts nur durch constraints erreicht werden. Bei constraints handelt es sich um Nebenbedingungen, welche die Freiheitsgrade der Inversion einzuschränken und dadurch die Konsistenz der Modellantworten erhöhen, wenn die Daten an unterschiedlichen Zeitpunkten aufgenommen wurden. Die geophysikalische Datenaufnahme soll weitergeführt werden, um die zeitliche Eisgehaltsänderung zu dokumentieren und damit das Auftauen des Permafrosts jährlich evaluieren zu können.

### Monitoring subsurface ice content

We are working on the joint application of geophysical methods to quantify the permafrost degradation due to climate change.

In particular, we have recently published a study where we demonstrate the possibility to estimate variations in the ice and water content based on the petrophysical joint inversion (PJI) of electrical resistivity and seismic refraction data. Steiner et al. (2021) presents the PJI results for measurements collected in June and October 2019 at the Hoher Sonnblick summit. The PJI permitted the quantification of a change in the ice content of approximately 10% within the active layer. While, in general, approximately 20% ice content can be estimated for the permafrost body. Moreover, our approach allows us to estimate a porosity of ~23% for the bedrock and about 40% for the debris layer in the near surface. As demonstrated by Steiner et al. (2021), realistic estimates of ice content variations can only be reached by the inclusion of constraints in the PJI. Such constraints enhance the consistency in the model response for data collected at different time-lapses. We plan on continuing the collection of geophysical monitoring data to further determine temporal ice content changes and evaluate the permafrost degradation on a yearly basis.

Reference: Steiner, M., Wagner, F., Maierhofer, T., Schöner et al., and Flores-Orozco, A. Improved estimation of ice and water content in Alpine permafrost through constrained petrophysical joint inversion: the Hoher Sonnblick case study. In press in Geophysics

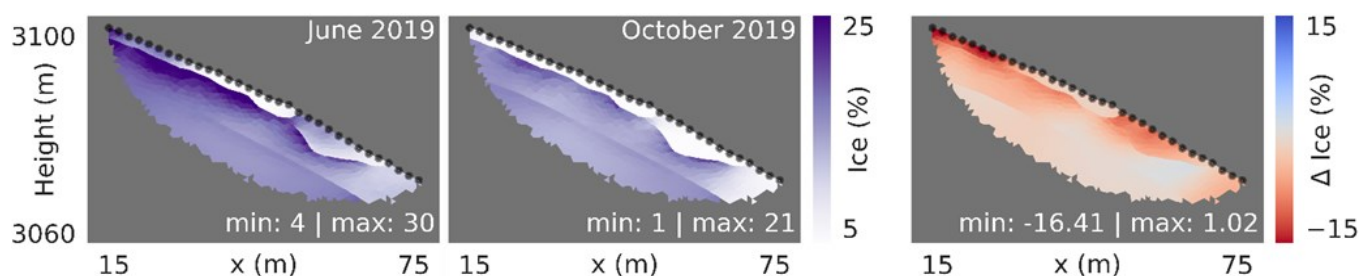


Abb.1: Eisgehaltsbestimmung für Messungen im Juni und Oktober (2019) und die berechnete Differenz zwischen den beiden Zeitpunkten  
Fig.1: Ice content estimations for measurements in June and October (2019) and the computed difference between them  
Quelle/Source: Steiner et al., 2021 (in press in Geophysics)

#### Autoren/innen/Authors

Flores-Orozco, A.<sup>1)</sup>, Steiner, M.<sup>1)</sup>, Maierhofer, T.<sup>2)</sup>  
1) TU Wien, Department of Geodesy and Geoinformation, Research Unit geophysics  
2) University Fribourg, Department of Geosciences

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Assoc. Dr. habil, Adrián Flores-Orozco  
Institut/e: Department of Geodesy and Geoinformation  
Email: adrian.flores-orozco@geo.tuwine.ac.at  
Webseite/webpage: gp.geo.tuwien.ac.at/gp/

## Seismische Station SOSA am Hohen Sonnblick

## Seismic Station SOSA at Mt. Hoher Sonnblick



Abb.1: Installation der Station SOSA (links) und Interview mit ORF-Journalisten (rechts).  
Fig.1: Station Installation for SOSA (on the left side) and interview by ORF journalists (on the right side).  
Quelle/Source: ZAMG/DMM/Geophysik/Seismologie

Ende August 2019 wurde die seismische Station SOSA am Sonnblick-Observatorium in Salzburg in Betrieb genommen. Seither stehen dem Erdbebendienst der ZAMG kontinuierliche Daten von diesem Standort in Echtzeit zur Verfügung.

Abbildung 1 zeigt Stefan Weginger (im linken Bild), der an der Stationsinstallation arbeitet, und Nikolaus Horn (im rechten Bild), der Journalisten des ORF am 29. August ein Interview gibt.

Abbildung 2 zeigt einige von SOSA aufgezeichnete Seismogramme. In Graphik A sieht man die Registrierung eines sehr schwachen Erdbebens in Mallnitz, Kärnten (25 km von SOSA entfernt) mit einer Lokalmagnitude von 0,4. Drei österreichische seismische Stationen (KBA, SOSA und LESA) wurden für die Lokalisierung des Erdbebens verwendet, gemeinsam mit den Stationen, die vom Projekt AlpArray installiert wurden und demnächst wieder abgebaut werden. Gerade in der Zeit nach AlpArray hat SOSA eine entscheidende Rolle bei der Erfassung und Lokalisierung schwächerer Erdbeben in diesem Gebiet. In Graphik B ist ein Seismogramm für ein Erdbeben in Cortemilia, Italien (ca. 465 km von SOSA entfernt) mit einer Lokalmagnitude von 3,1 dargestellt. Graphik C zeigt das Seismogramm eines starken Fernbebens in Sulawesi, Indonesien (ca. 11500 km von SOSA entfernt) mit einer Momentenmagnitude von 6,0. Alle drei Erdbeben wurden von der Station SOSA gut erfasst.

Erste Ergebnisse zeigen, dass die seismische Station SOSA unsere Netzwerkdetectionsschwelle für die Grenzregion Salzburg-Kärnten wesentlich verbessert hat. Außerdem können mit SOSA sowohl Nahbeben als auch Erdbeben aus großen Entfernungen gut aufgezeichnet werden.

At the end of August 2019, a seismic station SOSA was installed at the Sonnblick Observatory, Salzburg. Since then, SOSA has been providing continuous data to the Austrian Seismological Service at ZAMG.

Figure 1 shows Stefan Weginger (in the left side graph) working on the station installation and Nikolaus Horn (in the right side graph) giving an interview to the journalists from ORF on August 29.

Examples of seismogram recorded by SOSA are found in Figure 2. Graph A gives seismograms of a very weak earthquake located in Mallnitz, Carinthia (25 km away from SOSA), with a local magnitude of 0.4. Three Austrian seismic stations (KBA, SOSA and LESA) were used to locate this earthquake, in addition to the stations installed by the AlpArray project (to be removed very soon). It should be mentioned that SOSA becomes critical for locating weak earthquakes near the stations KBA and SOSA after the AlpArray stations removed. Graph B displays a seismogram of an earthquake occurred in Cortemilia, Italy (about 465 km away from SOSA) with a local magnitude of 3.1. Graph C presents a seismogram of a distant event located in Sulawesi, Indonesia (about 11500 km away from SOSA) with a moment magnitude of 6.0. All three earthquakes were clearly recorded by SOSA.

In summary, the seismic station SOSA well improves our network detection threshold for the region close to the station. In addition, SOSA can well detect regional and distant earthquakes as well.

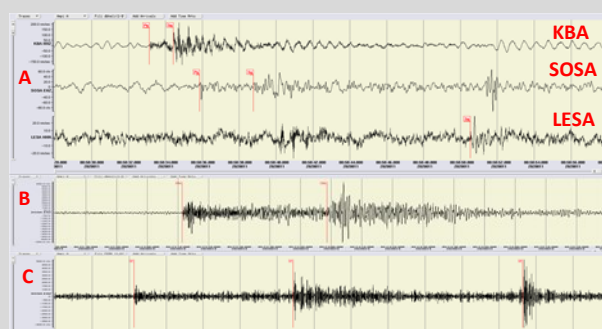


Abb.2: Seismogramme erfasst auf SOSA (A. ein schwaches Erdbeben in Mallnitz, Kärnten, mit einem Datenfenster von 30 sec; B. ein regionales Beben in Cortemilia, Italien, mit einem Datenfenster von 3 min; C. ein Fernbeben in Sulawesi, Indonesien, mit einem Datenfenster von 15 min).

Fig.2: Seismograms recorded by SOSA (A. a weak earthquake in Mallnitz, Carinthia, with a data window of 30 sec; B. a regional earthquake in Cortemilia, Italy, with a data window of 3 min; C. a distanced earthquake in Sulawesi, Indonesia, with a data window of 15 min).

Quelle/Source: ZAMG/DMM/Geophysik/Seismologie



### Autoren/innen/Authors

Yan Jia<sup>1</sup>, Nikolaus Horn<sup>1</sup>, Stefan Weginger<sup>1</sup>, Richard Kornfeld<sup>1</sup>

1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Yan Jia

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Geophysik

Email: yan.jia@zamg.ac.at

www.zamg.ac.at





### Der Sonnblick: eine kuhprotein-freie Zone



Abb.1: Probenahme an unterschiedlichen Standorten

Das Sonnblick Observatorium ist eindeutig kein landwirtschaftlicher Betrieb. Manchmal braucht ein Projekt aber genau das, eine ‚saubere‘ Referenzstation.

Wachsen Kinder am Bauernhof auf, so haben sie ein vermindertes Risiko an Allergien und Asthma zu erkranken. Auf der Suche nach dem Grund für diese Schutzwirkung untersucht eine Studie des interuniversitären Messerli Forschungsinstituts, Vetmeduni Wien & Meduni Wien, das Auftreten von Beta-Lactoglobulin (BLG). Dieses Milchprotein scheiden Kühe über die Milch aus, aber auch über den Urin – wobei hier alle Rinder beteiligt sind, männliche und weibliche. Folglich findet sich das Milchprotein im Stallstaub. Der lagert sich auf allen Flächen ab, bleibt aber auch luftgetragen. Mit der Entfernung vom Stall nimmt die Konzentration des BLG im Staub ab – auch die Schutzwirkung ist nur für einen Bereich von etwa 300 m rund um den Rinderstall gegeben.

Der Sonnblick bietet sich als Hintergrundmessstation an, um den Hintergrund- oder Nullwert zu bestimmen. Das Observatorium liegt nicht nur fern von Rinderställen, sondern bietet auch die Möglichkeit, Messungen im Einzugsbereich der Mischungsschicht oder in der freien Troposphäre durchzuführen. Entsprechend ist BLG entweder gar nicht nachzuweisen, oder in einem Konzentrationsbereich, der weit unter den Messungen in Stallnähe liegt. Gesund bleibt ein Aufenthalt in den Bergen allemal, für Allergie-Vorbeugung aber am besten in der Nähe von Kühen!

### Sonnblick: a cattle protein-free zone

The Sonnblick Observatory for sure is no agricultural holding. But sometimes, a project needs exactly that: a clean reference site.

Children growing up on a farm show a lower risk for development of allergies and asthma. Searching for the reason for this protective effect, a study of the interuniversity Messerli Research Institute, Vetmeduni Vienna & Meduni Vienna, investigates the appearance of beta-lactoglobulin (BLG). This milk protein is secreted via milk, but also urine – the latter is the case for all cattle, female and male. Subsequently, the cattle protein can be found in dust of cattle stables, and settles on all surfaces, but remains airborne as well. Thus, BLG is detected within ambient particulate matter. With increasing distance from the stable, the concentration of BLG decreases – so does the protective farm effect, which is effective in a radius of about 300 m around farms.

The Sonnblick therefore offers the possibility to determine the background concentration of BLG. The distance of the observatory to cattle farms is quite obvious. Furthermore, sampling at the mountain site offers the possibility to perform measurements influenced by boundary layer air or representative for free tropospheric air masses. Consequently, BLG was either not detectable, or minor concentrations were identified, far below the concentration levels observed near or within the stables.

Nevertheless, enjoy a healthy stay in the mountains, for allergy prevention optimally close to cows!

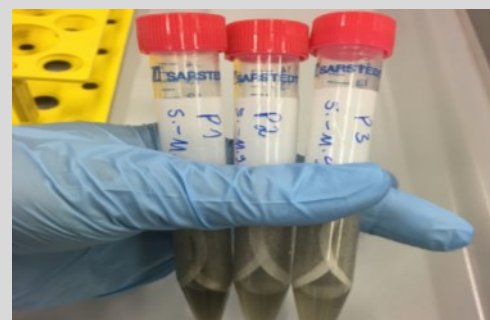


Abb.2: Aufarbeitung von Filterproben zur Bestimmung von BLG  
Fig.1: Sample preparation during analysis of BLG  
Quelle/Source: I. Pali-Schöll

#### Autoren/innen/Authors

A. Kasper-Giebl<sup>1)</sup>, I. Pali-Schöll<sup>2)</sup>

- 1) TU-Wien, Institut für Chem. Technologien und Analytik
- 2) Interuniversitäres Messerli Forschungsinstitut, Vetmeduni Wien und Meduni Wien

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

DDr. Isabella Pali  
Interuniversitäres Messerli Forschungsinstitut  
Email: isabella.pali@vetmeduni.ac.at  
Webseite: www.vetmeduni.ac.at/de/messerli



### ProtectAlps: Alpen, persistente Schadstoffe und Insekten

62

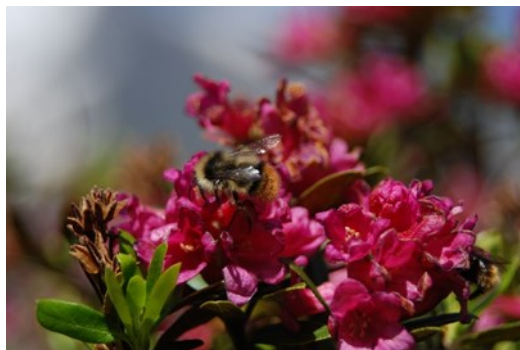


Abb.1: Hummeln (*Bombus spp.*) als untersuchte Organismen in ProtectAlps  
Fig.1: Bumblebee (*Bombus spp.*) as investigated Organism in ProtectAlps  
Quelle/Source: Korbinian Freier/ LfU

Ziel des INTERREG-A-Projekts ProtectAlps ist die Erfassung schwer abbaubarer Schadstoffe als potentielle Bedrohung von wildlebenden Insekten im bayerisch-österreichischen Alpenraum.

Die Untersuchung erfolgt an Hummeln (*Bombus spp.*), Totengräberkäfern (*Nicrophorus spp.*) und zwei Ameisenarten (*Formica aquilonia*, *Formica exsecta*) am Hohen Sonnblick und auf der Zugspitze.

Eine Ultraspuren-Analyse gibt Aufschluss über die Schadstoffkonzentrationen im Körper der Insekten. Effekte auf Körperstrukturen, wie Flügel, werden mit Fotografie und Softwareauswertung ermittelt und durch genetische Charakterisierung der Insekten unterstützt.

Bisherige Ergebnisse zeigen, dass Flammschutzmittel, Per- und Polyfluorierte Chemikalien, Polychlorierte Biphenyle, Organchlorpestizide, sowie Quecksilber in den Proben nachweisbar sind und sich womöglich über die Nahrungskette anreichern: In den fleischfressenden Totengräberkäfern konnten höhere Schadstoffwerte als in den sich von Pflanzen ernährenden Hummeln festgestellt werden. Unter Ausschluss genetischer Faktoren, zeigen erste Ergebnisse Korrelationen zwischen Veränderungen am Körperbau und den gemessenen Schadstoffwerten. Eine Verknüpfung dieser Ergebnisse mit Messdaten der Luftkonzentrationen der Schadstoffe, die vom Sonnblick Observatorium und der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus gemessen werden, sollen weiteren Aufschluss zur Belastung und Anreicherung der Schadstoffe bei Insekten liefern.

### ProtectAlps: Alps, persistent pollutants and insects

The INTERREG-A-project ProtectAlps aims to detect persistent pollutants as a threat to wild insects in the Bavarian-Austrian Alpine region.

The study is carried out on bumblebees (*Bombus spp.*), carrion beetles (*Nicrophorus spp.*) and two ant species (*Formica aquilonia*, *Formica exsecta*) at Hoher Sonnblick and at Zugspitze.

An ultratrace analysis provides information on the pollutant concentrations in the bodies of the insects. Effects on body structures, such as wings, are determined with photography and software evaluation and supported by a genetic characterization of the insects.

Results to date show that flame retardants, per- and polyfluorinated chemicals, polychlorinated biphenyls, organochlorine pesticides, and mercury are detectable in the samples and may be accumulating through the food chain: Higher levels of pollutants were found in carnivorous carrion beetles than in plant-feeding bumblebees. Excluding genetic factors, correlations were also found between changes in body structure and measured pollutant levels. A linkage of the results with measured data of the air concentrations of the pollutants, which are measured by the Sonnblick Observatory and the environmental research station Schneefernerhaus, should provide further information about the load and accumulation of the pollutants in insects.

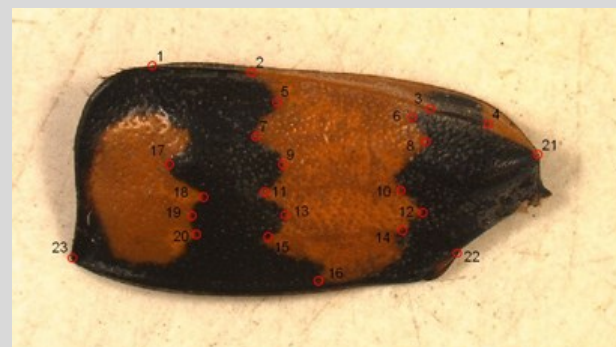


Abb.2: Vermessung des Deckflügels eines Totengräberkäfers  
Fig.2: Measurement of a carrion beetle's cover wing  
Quelle/Source: Joelle Kröll, Universität Innsbruck



Bayerisches Landesamt für Umwelt



#### Autoren/innen/Authors

V. Hierlmeier<sup>1)2)</sup>, K. P. Freier<sup>1)</sup>

1) Bayerisches Landesamt für Umwelt

2) Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

MSc. Veronika Hierlmeier

Bayerisches Landesamt für Umwelt

Veronika.hierlmeier@lfu.de

[https://www.lfu.bayern.de/analytik\\_stoffe/protectalps/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/protectalps/index.htm)





## Populationsdynamik alpiner Heuschreckengemeinschaften



Abb.1: Nordische Gebirgsschrecke *Melanoplus frigidus* im Piffkar, dem einzigen Vorkommen dieser hochalpinen Art in Salzburg.

Fig.1: High Mountain Grasshopper *Melanoplus frigidus* at Piffkar, Salzburg.

Hochalpine Lebensräume sind klimatische Extremstandorte und können nur von wenigen Heuschreckenarten erfolgreich besiedelt werden. Im Sonderschutzgebiet Piffkar auf Salzburger Seite des Nationalparks „Hohe Tauern“ werden seit dem Jahr 1990 das Vorkommen und die Häufigkeit (Individuen pro 100 m<sup>2</sup>) von Heuschrecken in Höhenlagen zwischen 1960 und 2440 m Seehöhe an sieben Dauertransekten erhoben. Diese nunmehr über 30 Jahre laufende Langzeituntersuchung erlaubt erstmals für den Alpenraum eine langfristige Darstellung der Populationsdynamik sowie eine Untersuchung der Auswirkungen von klimatischen Faktoren und Landnutzung (v. a. nach Aufgabe der Almwirtschaft im Gebiet) auf diese Arten.

Auf den untersuchten Flächen konnten fünf verschiedene Heuschreckenarten nachgewiesen werden, von denen die Nordische Gebirgsschrecke *Melanoplus frigidus*, die Alpine Gebirgsschrecke *Miramella alpina* sowie die Sibirische Keulenschrecke *Gomphocerus sibiricus* in Europa typische (boreo-)alpine Arten darstellen, während die ebenfalls vorkommenden euröischen Arten Bunter Grashüpfer *Omocestus viridulus* und Gemeiner Grashüpfer *Pseudochorthippus parallelus* eine weite Verbreitung aufweisen.

Anhand des Vergleiches mit den Klimadaten von Sonnblick Observatorium und Wetterstation Rudolfshütte soll die Bedeutung von Temperatur und Niederschlag sowie der laufenden Klimaerwärmung auf alpine Heuschreckenpopulationen ermittelt werden.

## Population dynamics of alpine Grasshopper-communities

Habitats at higher elevations in the alps are climatically extreme and can only be colonised by a few specialised or very generalistic grasshopper-species. In the study site Piffkar, a specially protected area in the Salzburger part of the national park “Hohe Tauern”, grasshopper-distribution and abundance (individuals per 100 m<sup>2</sup>) was documented on seven transects over a period of 30 years since 1990. This longterm study on the population-dynamics of alpine grasshopper-communities in elevations between 1960 and 2440 m a.s.l. lasted longer than any other comparable survey on grasshoppers in central Europe and enables to distinguish between the natural interannual variations of the populations and the effects of long-term changes in climate (esp. climate warming) and landuse (esp. the abandonment of grazing).

Five species of grasshoppers were documented during the whole survey-period: Three are typical (boreo-)alpine species in Europe: High Mountain Grasshopper, Green Mountain Grasshopper *Miramella alpina* and Club-legged Grasshopper *Gomphocerus sibiricus*, while the two other species Common Green Grasshopper *Omocestus viridulus* and Meadow Grasshopper *Pseudochorthippus parallelus* are widespread and ubiquitous.

In the course of this project we want to analyse the correlations between temperature, snowcover and rainfall and the structure of the grasshopper-community and to assess the influence of climate warming, using meteorological data from Sonnblick Observatory and the weather-station Rudolfshütte.

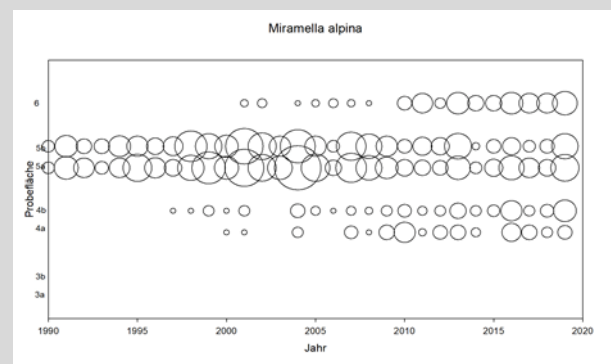


Abb.2: Dichte der Alpen Gebirgsschrecke an den sieben Transekten während der Untersuchungsperiode.

Fig.2: Abundance of the Green Mountain Grasshopper at the transects. Quelle/Source: Illich & Zuna-Kratky in prep.

### Autoren/innen/Authors

Inge Illich<sup>1)2)</sup>, Thomas Zuna-Kratky<sup>1)</sup>

1) Arbeitsgemeinschaft Heuschrecken Österreichs

2) Haus der Natur Salzburg

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Inge Illich

Institut/e: Haus der Natur Salzburg

Email: info@orthoptera.at

Webseite/webpage: [www.hausdernatur.at](http://www.hausdernatur.at), [www.orthoptera.at](http://www.orthoptera.at)



### Fledermäuse am Hohen Sonnblick

64



Abb.1: Die Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) – ein Langstreckenzieher  
Fig.1: Parti-coloured bat (*Vespertilio murinus*) – a long-distance migrant  
Quelle/Source: Karin.Widerin

Am Sonnblickgipfel wird in einer Langzeitstudie über mehrere Jahre die Fledermausaktivität in Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen untersucht. Dabei werden die Fledermäuse akustisch mittels eines Ultraschalldetektors (batcorder) zwischen März und Oktober durchgehend erfasst.

Die Hauptaktivität der Fledermäuse am Sonnblick konnte in der Zugzeit im August und September registriert werden. In dieser Zeit überqueren die Langstreckenzieher die Alpen auf ihrem Weg zu den Winterquartieren im Süden. Sie können dabei enorme Strecken bis über 2000 km zurücklegen. Am Sonnblick konnten die Langstreckenzieher Großer und Kleiner Abendsegler (*Nyctalus noctula*, *N. leisleri*), die Rauhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*), die Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) und die Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*) regelmäßig nachgewiesen werden. Die Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*), eine überwiegend lokale Art, ist im Sommer auch immer wieder anzutreffen.

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 für Fledermäuse sind dringend weitere Untersuchungen zum Verhalten dieser streng geschützten Tiergruppe im Hochgebirge erforderlich.

### Bats on top of Mt. Hoher Sonnblick

A long-term study on top of the Sonnblick investigates bat activity depending on weather conditions throughout several years. Therefore bats are acoustically recorded by an ultrasound-detector (batcorder) continuously between March and October

Main activity on top of the Sonnblick was registered during migration period between August and September. At this time long-distance migratory bats cross the Alps on their way to the winter roosts further to the south. Tremendous distances of up to more than 2000 km can be covered on that way. On top of the Sonnblick the following long-distance migrants were recorded regularly: 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*). But even the Northern bat (*Eptesicus nilssonii*), which is a predominantly sedentary bat species was regularly recorded on top of the Sonnblick.

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



Abb.2: Ultraschall-Detektor am Sonnblick Observatorium  
Fig.2: Ultrasound detector at the Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: Karin Widerin



#### Autoren/innen/Authors

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

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

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

## Pflanzenpollen am Hohen Sonnblick?



Abb.1: Die Pollenfalle am Sonnblickobservatorium im Juli 2019 mit den beiden Technikern Norbert Daxbacher links und Ludwig Rasser rechts.

Fig.1: The pollen trap at the Sonnblick observatory in July 2019 with the two technicians Norbert Daxbacher left and Ludwig Rasser right.

Die Pollenmessungen am Sonnblick dienen weniger dazu, eine Beziehung zwischen unter an Pollenallergie leidenden Bergsteigern und dort vorbeifliegenden Pollen dingfest zu machen. Es soll vielmehr herausgefunden werden, wie viele Pollen welcher Pflanzenfamilien von woher antransportiert werden. Damit ergänzt die Pollenfalle am Sonnblickobservatorium als aerobiologisches Instrument die dort installierten Staubmessgeräte.

Die Pollenfalle auf dem Sonnblick ist nicht die erste an einem Bergstandort. So wurde eine Pollenfalle auf dem Vulkangipfel des Pico del Teide der Azoreninsel Tenerife in 2367 m Höhe installiert, die TU München betreibt schon seit etlichen Jahren eine Pollenfalle auf dem Schneefernerhaus (2650 m) und die MeteoSchweiz fallweise eine Pollenfalle auf dem Weissfluhjoch (2694 m). Wie weit können Pollen überhaupt transportiert werden? Es ist bekannt, dass in Einzelfällen Pollen über große Distanzen transportiert werden. So konnten im Schnee eines neuseeländischen Gletschers Pollen einer australischen Baumart nachgewiesen werden. Von Pollenfällen auf Grönland wurden Pollen kanadischer Bäume aufgefangen und die oben erwähnte Falle auf den Azoren registrierte Pollen aus Europa und dem benachbarten Afrika. Pollen von italienischen Esskastanien überquerten die Alpen bis zum Schneefernerhaus am Nordrand der Alpen. Von Juli bis September 2019 konnten Pollen von insgesamt 23 Pflanzenfamilien nachgewiesen werden. Unter anderem auch von Ambrosia oder Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*), das zwischen Juli und Oktober von Allergikern gefürchtete Pollen freisetzt. Es handelt sich bei dieser Pflanze um einen Neophyt aus den Amerika, der am Balkan und in Ungarn weit verbreitet gedeiht. Die Abbildung zeigt den gemessenen Konzentrationsverlauf im Vergleich mit Modellsimulationen der MeteoSchweiz. Beginn und Ende der Episode werden vom Modell erstaunlich gut erfasst, auch das simulierte Konzentrationsniveau passt größenordnungsmäßig zu den gemessenen Werten. Rückwärtstrajektorien aus diesem Zeitraum weisen auf Quellen östlich von Österreich hin. Auf Grund der geringen Konzentrationswerte sind die Unsicherheiten allerdings recht hoch.

Bei der Falle handelt es sich um eine Burkard Falle, die von der Firma Kroneis mit einer Heizung ausgestattet und am Sonnblick montiert wurde. Die Auswertungen werden von einer Palynologin in Tirol durchgeführt. Eine Quell – Rezeptoranalyse der gemessenen Pollenkonzentrationen wäre ein interessantes Thema für eine Diplomarbeit.



The trap is a Burkard trap, which was equipped with a heating system by the company Kroneis and mounted on the Sonnblick. The evaluations are carried out by a palynologist in Tyrol. A source-receptor analysis of the measured pollen concentrations would be an interesting topic for a diploma thesis.

### Autoren/innen/Authors

H. Scheifinger  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Salzburg/Wien, Österreich

## Plant pollen on Mt. Hoher Sonnblick?

The pollen measurements at Sonnblick are not so much used to establish a relationship between mountaineers suffering from pollen allergy and pollen flying past them. The aim is rather to find out how much pollen of which plant families is transported from where. Thus, the pollen trap at the Sonnblick Observatory complements the dust measuring devices installed there as an aerobiological instrument. The pollen trap at Sonnblick is not the first one at a mountain site. For example, a pollen trap was installed on the volcanic peak of the Pico del Teide on the Azores island of Tenerife at an altitude of 2367 m, the Technical University of Munich has been operating a pollen trap on the Schneefernerhaus (2650 m) for several years, and MeteoSwiss has been operating a pollen trap on the Weissfluhjoch (2694 m) on a case-by-case basis. How far can pollen be transported at all? It is known that in individual cases pollen is transported over long distances. For example, pollen from an Australian tree species could be detected in the snow of a New Zealand glacier. From pollen traps on Greenland pollen of Canadian trees was collected and the above mentioned trap on the Azores registered pollen from Europe and neighbouring Africa. Pollen from Italian chestnuts crossed the Alps to the Schneefernerhaus at the northern edge of the Alps. From July to September 2019 pollen from a total of 23 plant families could be detected. Among others also of ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*), which releases pollen feared by allergy sufferers between July and October. This plant is a neophyte from the Americas, which grows widely in the Balkans and Hungary. The figure shows the measured concentration curve in comparison with model simulations of MeteoSwiss. The model captures the beginning and end of the episode surprisingly well, and the simulated concentration level also matches the measured values in terms of magnitude. Backward trajectories from this period indicate sources east of Austria. However, due to the low concentration levels, the uncertainties are quite high.

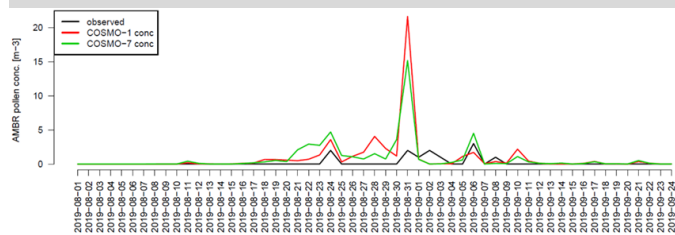


Abb.2: Zeitreihe der Ambrosiapollenkonzentration (Tagesmittelwerte) am Sonnblick, gemessen (schwarz), COSMO-1 (1 km Auflösung, rot) und COSMO-7 (7 km Gitter, grün, Abbildung MeteoSchweiz).

Fig.2: Time series of ragweed pollen concentration (daily mean values) at the Sonnblick, measured (black), COSMO-1 (1 km resolution, red) and COSMO-7 (7 km grid, green, figure MeteoSwiss).



## Schnee- / Lawinenmonitoring seit 1965

## Snow / avalanche monitoring since 1965

66

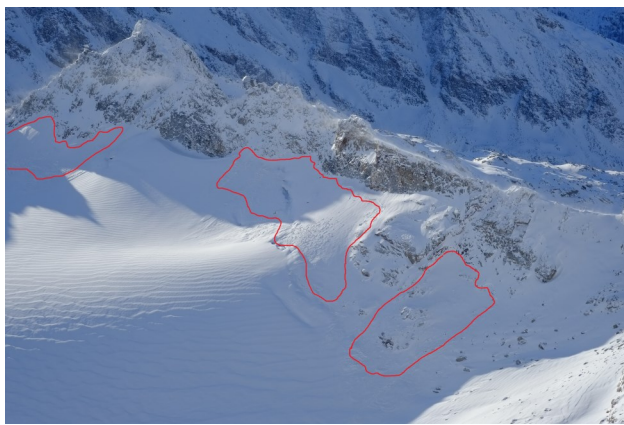


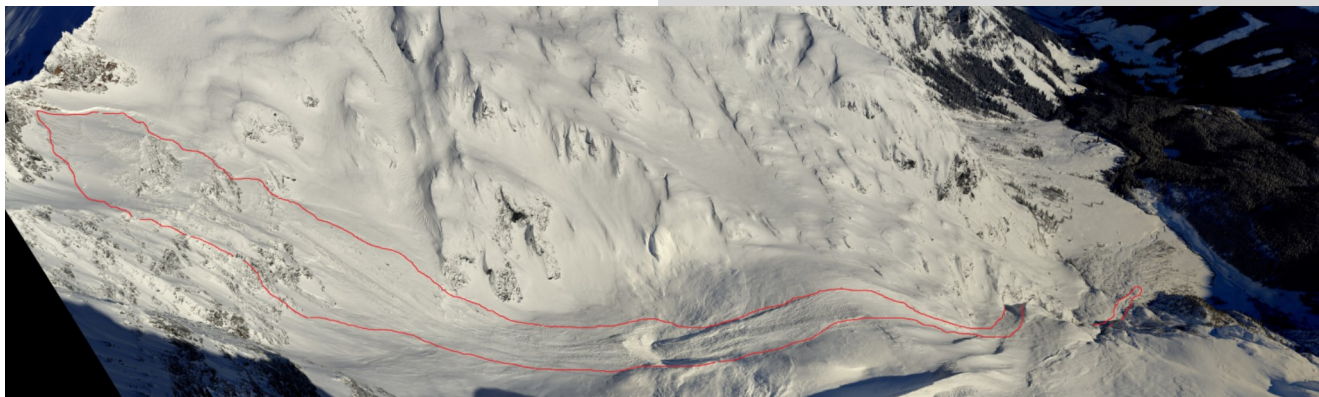
Abb.1: Mehrere kammnahe Schneebrettlawinen im Jänner 2016 unterhalb vom Windischkopf als Ergebnis eines labilen Triebsschneeproblems. Fig.1: Several slab avalanches near the ridge below the Windischkopf in the January 2016 as the result of an unstable drifting snow problem. Quelle/Source: Norbert Daxbacher

Der Lawinenwarndienst Salzburg gratuliert dem Sonnblick zum 135-Jahr-Jubiläum! Fast die Hälfte dieser Zeit, seit mittlerweile 56 Jahren, ist das Observatorium auch fixer Bestandteil des Lawinen-Netzwerkes. Zudem ist es die höchstgelegene Lawinenmeldestelle Österreichs. Zwischen November und Mai wird täglich vom Sonnblick an die Lawinenwarnzentrale gemeldet. Sämtliche lawinenrelevanten Informationen werden penibel aufgezeichnet und kommuniziert. Dazu gehören zum Beispiel Triebsschneebildung, Neuschneevertelung sowie Temperatur- und Strahlungsauswirkung auf die Schneedecke. Neben den täglichen Beobachtungen werden regelmäßig Schneedeckenuntersuchungen und Stabilitätstests zwischen Neubau und dem Observatorium durchgeführt.

The avalanche warning service congratulates the Sonnblick on its 135th anniversary! Almost half of this time, for 56 years now, the observatory has also been an integral part of the avalanche network in Salzburg. It is also the highest, constantly manned avalanche reporting location in Austria.

Between November and May reports are made daily 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 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. The difference between the medium-high altitudes and the high mountains above 3000 m can only be recorded with permanent observations. Apart from daily reports the observers carry out stability tests and snowpack investigations at the area between the Observatory and the alpine hut Neubau on a regular basis. This provides a detailed insight into the snowpack, which enables to make weak layer and potential crack propagation

Abb.2: Riesiges Schneebrett unterhalb des Goldzeckkopfes, welches als Staublawine den Talboden erreicht (1500 m Höhenunterschied). März 2017. Fig.2: Huge slab avalanche below the Goldzeckkopf, which reaches the valley as a extremely large avalanche (1500 m difference in altitude). March 2017. Quelle/Source: Hermann Scheer / Sonnblick team / view from the observatory terrace



LAND  
SALZBURG



ZAMG

### Autoren/innen/Authors

Niedermoser Bernhard<sup>1)</sup>  
1) ZAMG Salzburg und Oberösterreich

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Mag. Bernhard Niedermoser  
Land Salzburg, Lawinenwarndienst  
Email: niedermoser@zamg.ac.at  
Webseite/webpage: www.lawine.salzburg.at



## Steinschläge und Felsstürze in der Nordwand des Hohen Sonnblicks

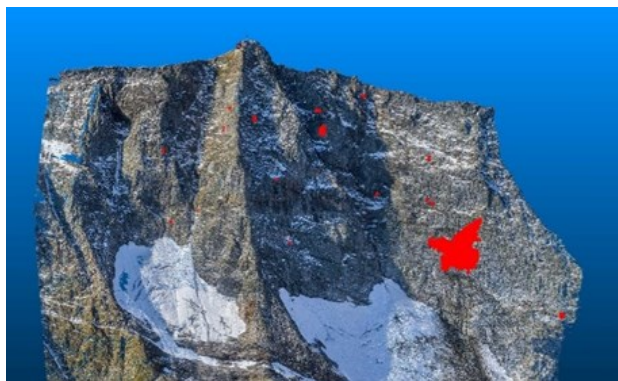


Abb.1: Felsstürze in der Nordwand des Hohen Sonnblicks 2019/2020  
Fig.1: Rockfall source areas at the Sonnblick north-face 2019/2020  
Quelle/Source: GEORESEARCH

Die Mitteltemperatur ist in den Alpen seit 1850 doppelt so stark gestiegen wie im globalen Mittel und führt zu einem intensiven Permafrost- und Gletscherrückgang. Hochalpine Nordwände sind besonders stark betroffen und in den letzten Jahren besonders häufig Schauplatz von Felsstürzen. Zum Schutz von Mensch und Infrastruktur und für ein verbessertes Verständnis der Ursachen und Auslöser sind Langzeitbeobachtungen hochalpiner Steilflanken von großer Bedeutung.

Zur Identifikation von Felssturz-Ablösebereichen wird die Nordwand des Sonnblicks seit dem Jahr 2015 durch Laserscannmessungen (2015 bis 2018) sowie durch Photogrammetrie-Befliegungen mit Drohnen (2019 bis 2020) hochauflösend erfasst. Die für das Jahr 2020 von der ZAMG in Auftrag gegebene Befliegung erfolgte am 5. September und ergab ein lückenloses Modell der Nordwand mit einer Bodenauflösung von 5 cm.

Im Rahmen der Differenzanalyse der Jahre 2019/2020 wurden insgesamt 12 Ereignisse mit Volumina größer als  $10 \text{ m}^3$  identifiziert (Abb. 1). Das mit Abstand größte Felssturzereignis hatte ein Volumen von rund  $15\,600 \text{ m}^3$  und ereignete sich in der westlichen Wandhälfte. Die Unterkante des Ablösebereichs liegt rund 50 m oberhalb der aktuellen Gletscheroberfläche auf einer Seehöhe von 2 724 m üNN. Sichtbar frische Ablagerungen auf der Gletscheroberfläche zeigen, dass sich der Felssturz nur wenige Tage vor der Befliegung am 5. September ereignet hat (Abb. 2).

## Rockfall processes at the north-face of Mt. Hoher Sonnblick

Since 1850 mean temperature increase in the European Alps has more than doubled the global average increase and has caused extensive permafrost degradation and glacier recession. High-alpine north-faces are particularly affected and respond with significantly increased rockfall dynamics. To protect man and infrastructure and to improve our understanding of causes and triggers long-term monitoring of high-alpine rock faces has become essential.

To identify rockfall source areas GEORESEARCH is monitoring the north-face of Hoher Sonnblick with terrestrial laserscanning (2015 to 2018) and with UAV-based (Unmanned Aerial Vehicle) photogrammetry (2019 to 2020). UAV photogrammetry in 2020 was funded by the ZAMG and yielded a high-resolution digital model (point cloud) of the Sonnblick north-face with 5 cm ground sampling distance.

Comparison of the photogrammetry datasets acquired in 2019 and 2020 revealed 12 events with volumes larger than  $10 \text{ m}^3$  (Fig. 1). The by far largest event had a volume of roughly  $15\,600 \text{ m}^3$  and occurred in the western part of the rock-face. The lower edge of the source area is located approximately 50 m above the current glacier surface at an elevation of 2 724 m asl. Visibly fresh deposits at the glacier surface suggest that the event occurred only a couple of days prior to the UAV data acquisition (Fig. 2)



Abb.1: Frischer Ablösebereich eines  $15\,600 \text{ m}^3$  großen Felssturzes  
Fig.1: Fresh source area of a  $15\,600 \text{ m}^3$  rockfall event  
Quelle/Source: GEORESEARCH

### Autoren/innen/Authors

Ingo Hartmeyer<sup>1</sup>, Markus Keuschnig<sup>1</sup>, Robert Delleske<sup>1</sup>, Stefan Reisenhofer<sup>2</sup>, Elke Ludewig<sup>2</sup>

1) GEORESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

2) ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Mag. Ingo Hartmeyer

Institut/e: GEORESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

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

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



**SeisRockHT:**  
**Kontinuierliches Steinschlag-Monitoring**

68



Das mit 2020 abgeschlossene Projekt *SeisRockHT* war eine Kollaboration der ZAMG, Mertl Research GmbH und Georesearch Forschungsgesellschaft mbH. Das Projekt wurde von den ZAMG Fachabteilungen Geophysik und Klimaforschung initiiert und geleitet. Die Projektfinanzierung konnte über das ÖAW Programm ‚Earth System Sciences‘ realisiert werden.

*SeisRockHT* installierte ein lokales seismologisches Netzwerk um die Steinschlagaktivität der Sonnblick Nordwand kontinuierlich zu erfassen. Dabei verfolgte *SeisRockHT* einen Open-Design Ansatz, im Rahmen dessen der Open-Hardware Datenlogger *Ruwai* zum ersten Mal in einem hochalpinen Gelände eingesetzt wurde. Regelmäßige Geländeaufnahmen mittels terrestrischem Laserscanning lieferten aktive Steinschlagzonen und quantifizierten deren akkumulierten Gesamtvolumina. Zusätzlich bietet der Sonnblick eine umfangreiche Palette an Komplementärdaten, die es ermöglichen, Steinschlag-Prozessketten umfassend zu beschreiben.

**SeisRockHT:**  
**Continuous Rockfall-Monitoring**

The *SeisRockHT* project, which was completed in 2020, was a collaboration between ZAMG, Mertl Research GmbH and Georesearch Forschungsgesellschaft mbH. The project was initiated and managed by the ZAMG departments of Geophysics and Climate Research. The project funding was realized through the ÖAW program 'Earth System Sciences'.

*SeisRockHT* installed a local seismological network to continuously record rockfall activity of the Sonnblick north face. *SeisRockHT* pursued an Open-Design approach, in which the open hardware data logger *Ruwai* was deployed for the first time in a high alpine area. Regular terrain surveys using terrestrial laser scanning provided active rockfall zones and quantified their total accumulated volumes. In addition, the Sonnblick offers an extensive range of complementary data that enable comprehensive process chain reconstructions of single rockfalls.

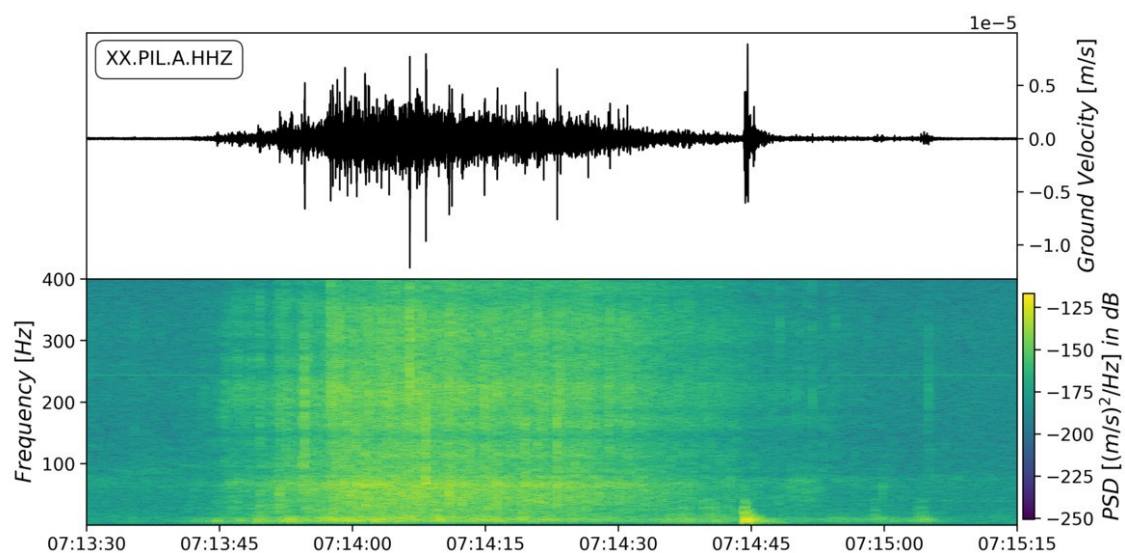


Abb. 1: Seismikdaten eines Steinschlagereignisses vom 13. September, 2019. Das Steinschlagereignis wurde auch visuell beobachtet.

Fig.1: Seismic data of a rockfall event from September 13, 2019. The rockfall event was as well visually validated.





Die *SeisRockHT* Resultate zeigten eine niedrigere Steinschlagaktivität mit abnehmender Lufttemperatur (Abb. 2). Weiters wurden Episoden erhöhter Steinschlagaktivität bei kurzfristigen Anstiegen der Lufttemperatur und während Niederschlagsereignissen beobachtet. Weitere Analysen und längere Zeitreihen sind allerdings noch unbedingt notwendig um konkrete Zusammenhänge zwischen z.B. Steinschlagaktivität und der Degradation des Permafrosts im Rahmen der Klimaerwärmung herzustellen.

Die *SeisRockHT* Projektinitiative bildete den Startschuss für ein längerfristiges kontinuierliches Monitoring von plötzlich auftretenden gravitativen Massenbewegungen wie Steinschläge, Muren und Lawinen. Die im Rahmen von *SeisRockHT* etablierte Monitoringstrategie bildet somit die Basis für die umfassende Beobachtung und Erforschung von Naturgefahren im alpinen Hochgebirge. Die Fortführung der *SeisRockHT* Projektinitiative wird aktuell von den längerfristig laufenden Projekten GCW-Permafrost und ASBO sichergestellt.

Der *SeisRockHT* Endbericht ist unter folgendem Link verfügbar:

[https://www.researchgate.net/publication/348296686\\_SeisRockHT\\_Final\\_Report](https://www.researchgate.net/publication/348296686_SeisRockHT_Final_Report)

The *SeisRockHT* results showed a decaying rockfall activity with decreasing air temperatures (Fig. 2). Furthermore, episodes of elevated rockfall activity during short-term air temperature rises, as well as during precipitation events was observed. However, further analysis and longer time series are compulsory to evaluate relationships between e.g. rockfall activity and the degradation of permafrost due to global warming.

The *SeisRockHT* project initiative was the start of a long-term continuous monitoring that is aimed primarily at the detection of occasional occurring gravitational mass movements such as rockfalls, mudslides and avalanches. The monitoring strategy established as part of *SeisRockHT* thus forms the basis for comprehensive monitoring and research of natural hazards in high alpine mountains. The continuation of the *SeisRockHT* project initiative is currently ensured by the long-term projects GCW-Permafrost and ASBO.

The *SeisRockHT* final report is available with following link:

[https://www.researchgate.net/publication/348296686\\_SeisRockHT\\_Final\\_Report](https://www.researchgate.net/publication/348296686_SeisRockHT_Final_Report)

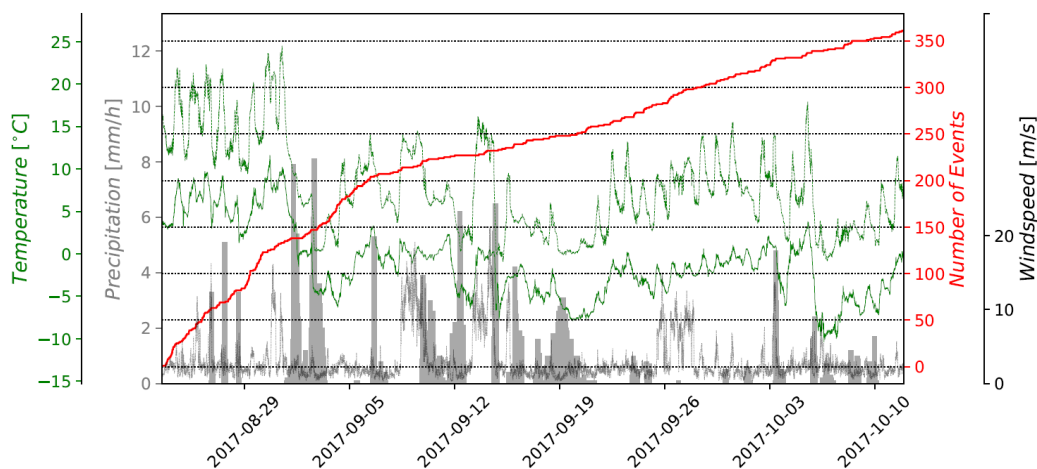


Abb.2: Die Abbildung zeigt die kumulierte Anzahl detektierter Steinschlagereignis-Kandidaten (rote Linie) mit meteorologischen Komplementärdaten im Herbst 2017. Eine eindeutige Abnahme der Steinschlagaktivität ist nach einem Temperaturrückgang in der Woche 29. August bis 05. September zu erkennen.

Fig. 2: The figure shows the cumulated number of detected rockfall candidates (red line), and the meteorological complementary data in autumn 2017. A clear decrease in rockfall activity was observed after a temperature drop in the week August 29 to September 5.

### Autoren/innen/Authors

Binder D. (1), Mertl S. (2), Hartmeyer I. (3), Keuschnig M. (3), Lenhardt W. (1)

(1) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

(2) Mertl Research GmbH

(3) Georesearch Forschungsgesellschaft mbH

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Mag. Daniel Binder

Institut/e: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

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

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



### Alterung textiler Materialien im Bergsport

70



Links: Probenauslagerung am Sonnblick Observatorium  
Left: Samples at Sonnblick Observatory

Rechts: Abb.2: Verfärbung einer Polyamidschlinge nach einem Jahr Exposition am Sonnblick.

Right: Fig.2: Discoloration of a polyamid sling after one year at sonnblick  
Quelle/Source: DAV Sicherheitsforschung

#### Hintergrund des Projekts

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. Umwelteinflüsse wie Sonneneinstrahlung, Temperatur, Verschmutzung und Feuchtigkeit haben Einfluss auf die Festigkeit und Haltbarkeit der textilen PSA. Dieser Umstand wird durch die aktuellen Normen und Normentwürfe mangels geeigneter Prüfverfahren und entsprechender Grenzwerte nicht berücksichtigt.

Ziel des aktuellen Projektes 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 und die Auswirkung verschiedener Umwelteinflüsse auf die textile PSA untersucht werden.

#### Methodik

Folgende Klimadaten werden erfasst: UV-Einstrahlung, Sonnenscheindauer, Temperatur und Niederschlagsmenge. Durch Zugtests wird die Bruchfestigkeit der Proben bestimmt, zusätzlich findet eine Schadensanalyse mit dem Mikroskop statt.

#### Erste Ergebnisse

Im Rahmen der ersten Zugversuche nach ein bzw. zwei Jahren Expositionszeit zeigt sich vor allem bei Dyneema, Polyester und Aramid bereits ein deutlicher Festigkeitsverlust durch Umwelteinflüsse. Am Ende des Jahres wird die Auswertung aktualisiert.

### Aging of textile mountaineering equipment

#### Project background

In mountaineering, personal protective equipment (= PPE) against falls from height made of polymeric materials is used in form of ropes, slings and tapes. Aging processes caused by environmental influences such as solar radiation, temperature, pollution and humidity effect the strength and durability of textile PPE. Given the limited body of research and since there are no approved test methods or threshold values for this issue, the standards do not take any mechanically or environmentally caused aging processes into account. The aim of the current project is to gather knowledge and to deepen understanding of aging processes of textile PPE. Therefore, a long-term study is conducted for ten years at Sonnblick Observatory and in Munich, where various textile PPE is exposed to the weather conditions to investigate the influence of environmental aging processes on textile PPE.

#### Methods

Climate data such as UV radiation, sunshine duration, temperature and amount of precipitation are collected. Tensile tests are performed to investigate the maximum breaking load. In addition, damage will be analyzed through a microscope.

#### Preliminary results

The first tensile tests already unveil that dyneema, polyester and aramid suffer from environmental aging processes as the breaking load of material which was exposed at Sonnblick Observatory is significantly lower compared to the breaking load of new material. At the end of the year, the analysis is updated.

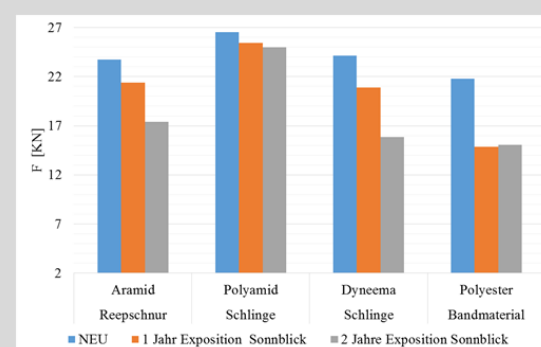


Abb.3: Maximale Bruchlast im Zugversuch  
Fig.3: Maximum breaking load in tensile test  
Quelle/Source: DAV Sicherheitsforschung



#### Autoren/innen/Authors

J. Janotte  
DAV Sicherheitsforschung

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

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



## 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. Seit August 2019 werden die Signale von vier Satellitensystemen (GPS, GLONASS, Galileo und Beidou) verarbeitet. Seit 01.01.2021 werden auch RINEX3 Daten aufgezeichnet.

## 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 May 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. Since August 2019 processing of satellite signals from GPS, GLONASS, Galileo and Beidou satellite systems is done. Since 01.01.2021 RINEX3 data are processed as well.



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



### Autoren/innen/Authors

Dipl.-Ing. Christian Klug<sup>1)</sup>

1) 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

## ÖSTERREICHISCHER VERSUCHSENDEVERBAND

OE2XSR

72



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 an zeitgemäßen Formen in digitalen Datenfunknetzen am Sonnblick Observatorium.

Mit **WLAN** Richtfunkstrecken auf Entfernungen von über 80km wurden im **HAMNET**, dem Highspeed Amateur Radio Multimedia Network, datentaugliche Anlagen errichtet und weiter ausgebaut.

Auf Grund seiner exponierten Lage bietet das Sonnblick Observatorium eine ideale, experimentelle Richtfunkdatenverbindung zwischen Salzburg (Gernkogel) und Kärnten (Dobratsch).

Mit **LoRa** und **LoRa WAN** wird nun aktuell eine neue Übertragungstechnik im **IOT**, dem **Internet of Things**, im hochalpinen Freifeld erprobt.

Basierend auf einem Korrelationsmechanismus von Bandspreizungsverfahren können Signale **19.5db unterhalb des Rauschens** dekodiert werden.

Erste Versuche haben gezeigt, dass Entfernungen von mehr als 100km mit geringer Sendeleistung von 60mW überbrückbar sind.

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

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

## AUSTRIAN AMATEUR RADIO SOCIETY

OE2XSR

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

Since 1981 Ham Radio operators have worked to create a network that allows reliable digital radio communication worldwide from the Sonnblick Observatory.

Utilizing modified **WLAN** connections over long distances > 80km, also known as **HAMNET**, great bandwidth, reliability and high-speed applications are some of the benefits of such systems.

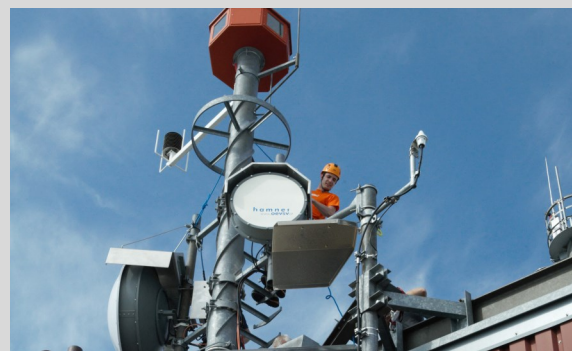
Due to its remote location the Sonnblick Observatory became a very important link between Salzburg (Gernkogel) and Carinthia (Dobratsch) allowing to gain experience and learn to improve digital communication.

**IOT (Internet of Things)** is one of the most recent projects being tested in the field. A new transmission mode **LoRa** and **LoRa WAN** offers new ways to improve long range communications between all kinds of sensors, computers, actuators, messaging-units etc. **Signals below the noise floor** can be detected by using different techniques of spread spectrum communications.

Using LoRa and LoRa WAN it's possible to reach distances of over 100km applying 60mW of transmitting power.

**Practical research** allows to gain extended knowledge all year round e.g.

- 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



### Autoren/innen/Authors

Daniel Gröger OE7DDI, Christian Wolfbauer OE5CWO  
Österreichischer Versuchssenderverband

### Ansprechpartner/in/Contact Person

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



## OGN\_SBO Station Sonnblick Observatorium



Standort Empfangsantenne  
Location Receiving antenna  
Quelle/Source: E. Ludewig@ZAMG-SBO

Der Österreichische Aero-Club (ÖAeC) ist der österreichische Fachverband für den gesamten Flugsport der nicht gewerblichen Allgemeinen Luftfahrt und ist auch als Zivilluftfahrtbehörde tätig.

Im Rahmen seines Aufgabenbereichs betreut der ÖAeC Stationen im „Open Glider Network (OGN)“. OGN ist ein funk- und internetbasiertes Tracking-System für Segelflug und General Aviation. Dank dem Life-Tracking System können Kollisionen vermieden werden und im „Search and Rescue (SAR)“- Fall Verunglückte schneller gefunden werden.

Zur Unterstützung des OGN wurde der Standort Sonnblick Observatorium (SBO) als Bodenstation ausgewählt um einen noch nicht erschlossenen Luftraum abzusi-  
chern. Die Bodenstation besteht aus einem Kleincomputer und einer Empfangsantenne (868.300 MHz).

## OGN\_SBO Station Sonnblick Observatorium

The Austrian Aero Club (ÖAeC) is the Austrian professional association for all flying sports in non-commercial general aviation and also acts as a civil aviation authority.

As part of its responsibilities, the ÖAeC manages stations in the "Open Glider Network (OGN)". OGN is a radio and internet based tracking system for gliding and general aviation. Thanks to the life-tracking system, collisions can be avoided and, in the event of a search and rescue (SAR) incident, people involved in an accident can be found more quickly.

In support of the OGN, the Sonnblick Observatory (SBO) site was selected as the ground station in order to secure an airspace that has not yet been developed. The ground station consists of a small computer and a receiving antenna (868.300 MHz).



Active Diapason Antenna 868 MHz  
jetvision.de



<p><b><u>Autoren/innen/Authors</u></b>                  Elke Ludewig<sup>1)</sup>                  1) Sonnblick Verein</p>	<p><b><u>Ansprechpartner/in/Contact Person</u></b>                  Österreichischen Aeroclub                  Prinz-Eugen-Straße 12                  1040 Wien</p>
--	---

## Forschungsaktivitäten Research Activities

## Verschiedenes Miscellaneous

74



### Digitalfunk BOS Österreich

#### TETRA:

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

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

#### STANDORT SONNBLICK OBSERVATORIUM:

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

*Das BOS-Funknetz deckt nahezu das gesamte Land Salzburg - auch entlegene Regionen - ab.*

#### NOTSTROMVERSORGUNG IM DEZEMBER 2020:

Aufgrund eines Ausfalles der KELAG-Mittelspannungsanlage wurde das gesamte Observatorium über ein hauseigenes Notstromaggregat mit Strom versorgt.

Nach längerer Aggregatlaufzeit fiel dieses technisch bedingt auch aus. Die BOS-Sendeanlage schaltete unterbrechungsfrei auf Betrieb aus den BOS-Notbatterien um. Die Autonomiezeit beträgt 18 Stunden. Durch eine Reduktion der Sendeleistungskapazität konnte der Notbetrieb noch einmal um einige Stunden verlängert werden.

Ein Techniker, der von der Verantwortlichen des Observatoriums mittels Hubschrauber eingeflogen wurde, konnte das Sonnblick-Aggregat wieder instand setzen. Nach fast 20 Stunden war die Spannungsversorgung über das Notstromaggregat wieder sichergestellt.

*Die Stabstelle BOS-Digitalfunk Salzburg darf Frau Dr. Ludewig und Herrn Hettegger für die rasche und kompetente Hilfestellung in dieser Situation herzlichst danken.*

#### Autoren/innen/Authors

Wolfgang Gusmag | wolfgang.gusmag@salzbrg.gv.at  
Leiter Standorterrichtung

### 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

*This means increased security for the general public.*

#### LOCATION SONNBLICK OBSERVATORY :

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

*Therefore, the BOS Austria network covers even remote regions of Salzburg nearly entirely.*

#### EMERGENCY POWER SUPPLY IN DECEMBER 2020:

Due to an outage in the KELAG electric facility in December of 2020, the power supply for the observatory was provided by in-house emergency power generators.

When the emergency power generators failed due to technical reasons, the BOS transmitter seamlessly switched its power supply to the BOS emergency batteries. Due to this fail-safe, the observatory can remain autonomous from outside power for up to eighteen hours. Throttling the capacity of the transmitting power increases this runtime by a few additional hours.

While the observatory was running on the emergency batteries, a technician was dispatched via helicopter to provide the necessary technical maintenance.

After about 20 hours, the emergency power generators could be restored to full functionality.

*The general office of BOS-Digitalfunk Salzburg would like to thank Dr. Ludewig and Mr. Hettegger for providing swift and competent support in this situation.*

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

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



### Kooperationen

Das Sonnblick Observatorium ist ein vielfältiger Forschungsort, der durch zahlreiche Kooperationen getragen wird und sich so weiter entwickeln darf. Auf einige aktuelle Kooperationen möchten wir hier an dieser Stelle hinweisen:

**ISAR-SBO:** Die „International School for Alpine Research at Sonnblick Observatory“ ist in einer Testphase und soll zukünftig Promotionsstudenten unterstützen.

**VINAR:** Das „Vienna Network for Atmospheric Research“ ist ein gemeinsamer Forschungsverbund zwischen der Universität Wien und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) zur Förderung der Meteorologie, Atmosphären- und Klimaforschung in Wien. Hier sollen Ziel ist die Optimierung der Zusammenarbeit und die optimale gemeinsame Nutzung der an beiden Institutionen vorhandenen Daten und Forschungsinfrastrukturen, um Wien zu einem führenden europäischen Forschungsstandort in der Meteorologie, Atmosphären- und Klimaforschung zu machen. <https://vinar.univie.ac.at/>

**TEAMx:** Das internationale Forschungsprogramm „Multi-scale transport and exchange processes in the atmosphere over mountains – programme and experiment“ zielt darauf ab, das Verständnis von Austauschprozessen in der Atmosphäre über Gebirgen zu verbessern und zu bewerten, wie gut diese in NWP- und Klimamodellen parametrisiert sind. Alle paar Jahrzehnte gibt es eine solche Initiative, die in einer Feldkampagne gipfelt. <http://www.teamx-programme.org/>

**VAO:** Das „Virtual Alpine Observatory“ soll in einen EVTZ (Europäischer Verbund für territoriale Zusammenarbeit) übergeführt werden und so besser alpine Forschung unterstützen. <https://www.vao.bayern.de/>

**Salzburg 2050** ist die Klima- und Energiestrategie des Land Salzburgs. Das Sonnblick Observatorium ist Partner in diesem Programm für Klimaschutz, Energiewende und Klimawandelanpassung. <https://www.salzburg.gv.at/themen/umwelt/salzburg2050>

### Cooperations

The Sonnblick Observatory is a multidisciplinary research site, which is supported by numerous cooperations and is thus allowed to develop further. We would like to point out some current cooperations here:

**ISAR-SBO:** The "International School for Alpine Research at Sonnblick Observatory" is in a test phase and will support PhD students in the future.

**VINAR:** The "Vienna Network for Atmospheric Research" is a joint research network between the University of Vienna and the Central Institute for Meteorology and Geodynamics (ZAMG) to promote meteorology, atmospheric and climate research in Vienna. The aim here is to optimize cooperation and the optimal joint use of the data and research infrastructures available at both institutions in order to make Vienna a leading European research location in meteorology, atmospheric and climate research. <https://vinar.univie.ac.at/>

**TEAMx:** The international research program "Multi-scale transport and exchange processes in the atmosphere over mountains – programme and experiment" aims to improve the understanding of exchange processes in the atmosphere over mountains and to assess how well they are parameterized in NWP and climate models. Every few decades there is such an initiative, culminating in a field campaign. <http://www.teamx-programme.org/>

**VAO:** The Virtual Alpine Observatory is to be transformed into an EGTC (European Grouping of Territorial Cooperation) to better support alpine research. <https://www.vao.bayern.de/>

**Salzburg 2050** is the climate and energy strategy of the province of Land Salzburg. The Sonnblick Observatory is a partner in this program for climate protection, energy transition and climate change adaptation. <https://www.salzburg.gv.at/themen/umwelt/salzburg2050>



ZAMG



universität  
wien

TEAMx

Virtual  
Alpine Observatory



#### 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

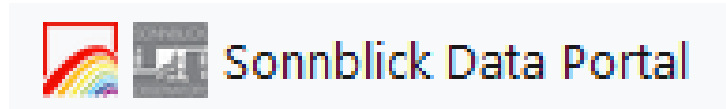
Email: [elke.ludewig@zamg.ac.at](mailto:elke.ludewig@zamg.ac.at)

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





## Aktuelle Daten gibt es unter [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net)



<https://data.sonnblick.net/index>

*Ich kann das Sonnblick Observatorium unterstützen, indem ich Mitglied im Sonnblick Verein werde! <https://www.sonnblick.net/de/sonnblick-verein/>  
Einfach eine Email mit „Sonnblick Verein“ an [elke.ludewig@zamg.ac.at](mailto:elke.ludewig@zamg.ac.at) schicken!*

# Notizen

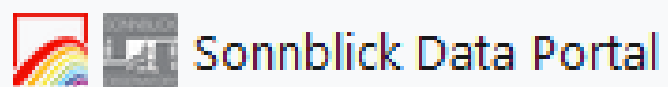
## Notes

*I can support the Sonnblick Observatory by becoming a member of the Sonnblick Association! <https://www.sonnblick.net/de/sonnblick-verein/>  
Just send an email with "Sonnblick Verein" to [elke.ludewig@zamg.ac.at](mailto:elke.ludewig@zamg.ac.at)!*

77



**Current data is available at [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net)**



<https://data.sonnblick.net/index>

# Impressionen Impressions

78





# Impressionen Impressions

79



Quelle/Source: SBO-Team@ZAMG-SBO und weitere ZAMG-Mitarbeiter





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

