

2024

# Sonnblick Observatorium

# Sonnblick Observatory



## WISSENSCHAFTLICHE AKTIVITÄTEN

## SCIENTIFIC ACTIVITIES



**GeoSphere  
Austria**

Bundesanstalt für  
Geologie, Geophysik,  
Klimatologie und  
Meteorologie





## Impressum

Herausgeber: GeoSphere Austria,  
Hohe Warte 38, 1190 Wien, Österreich

Redaktion: Dr. Elke Ludewig, Wolfgang Senoner  
und alle AutorInnen

Fotos:

Scheer (Titelseite),

Ludewig (Titelinnenseite)

Verschiedene@SBO (Innenrückseite)

SV Archiv, Stich Heilmann (Rückseite)

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

Auflagenzahl: digitale Ausgabe

Erscheinungsdatum: Mai 2024

## Imprint

Publisher: GeoSphere Austria,  
Hohe Warte 38, 1190 Vienna, Austria

Editor: Dr. Elke Ludewig , Wolfgang Senoner  
and all authors

Photos:

Daxbacher (cover),

Ludewig (cover inside),

Various@SBO (reverse inside)

SV Archive, engraving Heilmann (reverse side)

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

Circulation volume: digital edition

Date of publication: May 2024

# Inhalt

## Content

### Inhalt

#### Vorworte

Die Sonnblick Broschüre .....	6
Vorwort Leitung Sonnblick Observatorium .....	7

#### Allgemeines

Das Sonnblick Observatorium (SBO) .....	8
SBO Fakten .....	9
Der Eigentümer, die GeoSphere Austria .....	10
Ein wichtiger Partner, der Sonnblick Verein .....	11
SBO Zeitachse: Entwicklungsschritte .....	12
Infrastruktur Teil I: SBO-INFRA .....	14
Infrastruktur Teil II: IT-Infrastruktur KNIME .....	15
Forschungskonzept ENVISON .....	16
Forschen am Sonnblick Observatorium .....	17

#### Internationale globale Netzwerke

Internationale Netzwerke und der Weltklimarat (IPCC).....	18
--	----

#### Europäische Forschungsinfrastrukturen

Konsortium für europ. Forschungsinfrastruktur.....	19
eLTER: Langzeit Ökosystemforschung in Europa.....	20
ACTRIS: Aerosol, Wolken, Spurengase RI .....	21
ACTRIS Topical Center Unit ECCINT .....	22

#### EU-Zugangs-Projekte

Projekt: INTERACT (2016-2019-2023) .....	24
Der gemeinnützige Verein INPA.....	25
Projekt: ATMO-ACCESS (2021-2024) .....	26
Projekt: IRISCC (2024-2027) .....	27

#### Forschungsaktivitäten

##### Meteorologie

TAWES .....	28
Exponierter Standort—Messrekorde .....	29

### Content

#### Preface

The Sonnblick Brochure.....	6
Preface Head of the Sonnblick Observatory.....	7

#### General Facts

The Sonnblick Observatory (SBO).....	8
SBO Facts.....	9
The owner, the GeoSphere Austria .....	10
An important partner, the Sonnblick Association .....	11
SBO Timeline: development steps .....	12
Infrastructure Part I: SBO-INFRA .....	14
Infrastructure Part II: IT-Infrastructure KNIME .....	15
Concept of Research: ENVISON.....	16
Research at Sonnblick Observatory .....	17

#### International global Networks

International Networks and IPCC .....	18
--	----

#### European Research Infrastructures

European Research Infrastructure Consortium.....	19
eLTER: Long-Term Ecosystem Research in Europe.....	20
ACTRIS: Aerosol, Cloud, Trace gas RI .....	21
ACTRIS Topical Center Unit ECCINT .....	22

#### EU-Access-Projects

Projekt: INTERACT (2016-2019-2023) .....	24
The non-profit association INPA.....	25
Projekt: ATMO-ACCESS (2021-2024) .....	26
Project: IRISCC (2024-2027) .....	27

#### Research Activities

##### Meteorology

TAWES .....	28
Exposed Site—Measuring Records.....	29

# Inhalt

## Content

4



GeoSphere  
Austria



## Inhalt

### **Obere Atmosphäre**

Schwerwellensignaturen in 86km Höhe über dem Alpenraum..... 30

### **Strahlung**

ARAD/BSRN Strahlungsmessung..... 31

Das österreichische UVB-Messnetz..... 32

Inge Dirmhirn Messstation..... 33

### **Radioaktivität & Radionuklide**

Messung der Ortsdosisleistung..... 34

Überwachung der Radioaktivität in Luft ..... 35

Langzeitmessung von <sup>222</sup>Radon-Folgeprodukten ..... 36

Nachruf auf Ingeborg Levin ..... 37

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

WADOS: Saurer Regen und Überdüngung ..... 38

Projekt: Plastic.Alps..... 39

NISBO: Stabile Isotope in Regen & Schnee ..... 40

Lidarbasierte Schneetiefenmessung auf Seilbahnen..... 42

Schneechemie ..... 43

VAO Schadstoffmonitoring ..... 44

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

Spurengasmessungen am Hohen Sonnblick ..... 46

MONET– MONitoring NETwork of persistent organic compounds in the air ..... 47

Waldbrand in Kanada (Herbst 2023)..... 48

### **Aerosole & Bioaerosole**

Aerosol-Monitoring am SBO: GAW & ACTRIS ..... 50

Chemische Analyse von Feinstaub ..... 52

Bioaerosol-Monitoring und Forschung am SBO ..... 53

### **Wolken**

ACTRIS Messstation für Wolkeneigenschaften am SBO..... 54

Chemische Analyse von Wolkenwasser ..... 56

ECCINT-INT01: Wolkenvergleichskampagne..... 57

## Content

### **Upper Atmosphere**

Gravity wave signatures at 86km height above the Alps..... 30

### **Radiation**

ARAD/BSRN Radiation measurements ..... 31

Austrian UV-B Monitoring network ..... 32

Inge Dirmhirn Messstation ..... 33

### **Radioactivity & Radionuclides**

Measurement of local dose rate..... 34

Monitoring of radioactivity in air ..... 35

Long-term observations of <sup>222</sup>Radon progeny ..... 36

Obituary for Ingeborg Levin ..... 37

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

WADOS: Acid Rain and Nitrogen Input..... 38

Project Plastic.Alps ..... 39

NISBO: Stable Isotopes in Meteoric Precipitation ..... 40

Lidar-based Snow Depth Measurement on Cable Car..... 40

Snow Chemistry ..... 43

VAO Monitoring of persistent pollutants ..... 44

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

Monitoring of trace gases at Mt. Hoher Sonnblick..... 42

MONET– MONitoring NETwork of persistent organic compounds in the air..... 47

Canadian Wildfires (Autumn 2023) ..... 48

### **Aerosols & Bioaerosol**

Aerosol-Monitoring at SBO: GAW & ACTRIS ..... 50

Chemical analysis of particulate matter ..... 52

Bioaerosol Monitoring and Research at the SBO ..... 53

### **Clouds**

ACTRIS National Facility for Cloud In Situ measurements at SBO ..... 54

Cloud Water Sampling and Analyses ..... 56

ECCINT-INT01: Cloud In Situ Intercomparison ..... 57

# Inhalt

## Content

### Inhalt

#### **Wolken**

Ein Blick in die Wolken .....	58
Langzeitmessung von eisbildenden Partikeln in der Atmosphäre .....	59

#### **Glaziologie & Permafrost**

Gletscherbeobachtung .....	60
Jährliche Höhenänderung der Gletscher & Drohnen..	61
Global Cryosphere Watch—Permafrost-Monitoring .	62
Geophysikalisches Permafrost-Monitoring .....	64
Hochfrequente induzierte Polarisation .....	65

#### **Seismologie**

Seismische Station SOSA am Hohen Sonnblick.....	66
Sonnblick Seismologisches Monitoring.....	67

#### **Naturgefahren**

Schnee-/ Lawinenmonitoring seit 1965 .....	68
Sonnblick-Nordwand Felssturz-Monitoring 2023 .....	69

#### **Mineralogie**

Fleisstalit, eine weltweit neue Mineralart aus der Sonn- blickgruppe .....	70
---	----

#### **Ökosystem & Biologie**

Fledermäuse am Hohen Sonnblick .....	72
Arthropoden-Aufnahme auf 3.100m .....	73
Woher stammen die Pflanzenpollen am SBO? .....	74

#### **Verschiedenes**

Das Forschungsinfrastrukturprojekt AeroCloud-AT....	76
Geplante TNA-Projekte und Kampagnen 2024 .....	77
Allsky7: Europäisches Kameranetzwerk für Meteore .	78
Österreichischer Versuchssenderverband OE2XSR ....	79
OGN_SBO .....	80
EPOSA Echtzeitpositionierung Austria .....	81
Alterung textiler Materialien im Bergsport .....	82

<b><u>Impressionen</u></b> .....	<b>83</b>
----------------------------------	-----------

### Content

#### **Clouds**

A look into the clouds .....	58
Long-term measurement of ice nucleating particles in the atmosphere .....	58

#### **Glaciology & Permafrost & Geology**

Longterm Glacier Monitoring .....	60
Annual Glacier Elevation Changes & UAVs.....	61
Global Cryosphere Watch—Permafrost-Monitoring .	62
Geophysical Permafrost monitoring .....	64
High-Frequency induced Polarisation .....	65

#### **Seismology**

Seismic Station SOSA at Mt. Hoher Sonnblick.....	66
Sonnblick Seismological Monitoring .....	67

#### **Natural Hazards**

Snow / avalanche monitoring since 1965 .....	68
Sonnblick North-Face Rockfall Monitoring 2023.....	69

#### **Mineralogy**

Fleisstalite, a worldwide ne mineral species from the Sonnblick mountain range „Sonnblick group“ .....	70
---	----

#### **Ecosystem & Biology**

Bats on top of Mt. Hoher Sonnblick .....	72
Arthropod monitoring at 3.100m asl .....	73
Where do the plant pollen at SBO come from? .....	74

#### **Miscellaneous**

The research infrastructure project AeroCloud-AT..	76
Geplante TNA-Projekte and Campaigns 2024 .....	77
Allsky7: European Camera Network for Meteors .....	78
Amateur Radio Society OE2XSR .....	79
OGN_SBO .....	80
EPOSA Realtime positioning Austria.....	81
Aging of textile mountaineering equipment .....	82

<b><u>Impressions</u></b> .....	<b>83</b>
---------------------------------	-----------



# GeoSphere Austria

Bundesanstalt für  
Geologie, Geophysik,  
Klimatologie und  
Meteorologie



6



GeoSphere  
Austria



## Sonnblick Broschüre — Sonnblick Brochure

Die hochalpine Forschungsstation Sonnblick Observatorium ist eine Forschungsinfrastruktur, die für wissenschaftliche Zwecke jeder Person zur Verfügung steht. Deshalb werden die wissenschaftlichen Aktivitäten des Sonnblick Observatoriums von zahlreiche Forschungseinrichtungen und Institutionen durchgeführt.

Der Sonnblick Verein war lange im Besitz der Infrastrukturen des Sonnblick Observatoriums, übergab diese aber im Jahr 2022 an einen neuen Eigentümer, der heute GeoSphere Austria heißt. GeoSphere Austria und dem Sonnblick Verein ist es ein großes Anliegen, dass die Tätigkeiten rund um das Observatorium dokumentiert werden und alle an der Wissenschaft vor Ort teilhaben können. In diesem Sinne kooperieren beide Institutionen alljährlich und veröffentlichen die sogenannte Sonnblick Broschüre.

Die Sonnblick Broschüre des Sonnblick Observatoriums fasst abgeschlossene, laufende und geplante wissenschaftliche Aktivitäten rund um das aktuelle Jahr zusammen. Sie soll einen allgemein Überblick über die Nutzung der Infrastrukturen der hochalpinen Forschungsstation Sonnblick Observatorium liefern. Dies umfasst, Forschungsprojekte, Messkampagnen, Langzeitbeobachtungen– und Messungen, sowie auch Nutzungen außerhalb der Erdsystemforschung, z.B. im messtechnischen Testbereich.

Die Sonnblick Broschüre finden Sie auch online unter: <https://www.sonnblick.net/de/daten/download-portal/reports/>

Wir wünschen viel Spaß beim Schmökern! Das SBO-Team.

The high-altitude alpine research station Sonnblick Observatory is a research infrastructure that is available to anyone for scientific purposes. Therefore, the scientific activities of the Sonnblick Observatory are carried out by numerous research facilities and institutions.

The association Sonnblick Verein owned the infrastructure of the Sonnblick Observatory for a long time, but handed it over to a new owner in 2022, which is now called GeoSphere Austria. GeoSphere Austria and the Sonnblick Verein are very keen to ensure that the activities related to the observatory are documented and that everyone can have access to the science on site. With this in mind, both institutions cooperate every year and publish the so-called Sonnblick brochure.

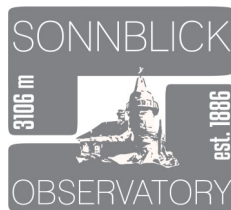
The Sonnblick brochure of the Sonnblick Observatory summarizes completed, ongoing and planned scientific activities for the current year. It is intended to provide a general overview of the use of the infrastructure of the high alpine research station Sonnblick Observatory. This includes research projects, measurement campaigns, long-term observations and measurements, as well as uses outside of earth system research, e.g. in the field of technical measurement tests.

You can also find the Sonnblick brochure online at <https://www.sonnblick.net/de/daten/download-portal/reports/>

We hope you enjoy exploring it! The SBO team.

# Vorwort

## Preface



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

Das Jahr 2024 spielt am Sonnblick Observatorium im europäischen Sinne eine besondere Rolle. Nach rund fünf Jahren Vorbereitungs- und Implementationszeit dürfen wir die operationelle Testphase des Europäischen Centers für standardisierte Vergleichsmessungen von Wolken-eigenschaften (in Englisch European Center for Cloud ambient INTERcomparison — kurz ECCINT) im Rahmen der europäischen Forschungsinfrastruktur ACTRIS starten. Mit unserem kleinen Team konnten wir zahlreiche Herausforderungen meistern, um zusammen mit europäischen Messstationen die Wolkenforschung zukünftig mit hochqualitativen Daten zu versorgen und so Klima- und Vorhersagemodelle zu optimieren. Aber auch im Aerosolbereich standen viele Änderungen an um die Anforderungen von ACTRIS zu erfüllen, damit das Sonnblick Observatorium als sogenannte National Facility Daten für Europa und die Welt bereitstellen darf und kann. Im messtechnischen Bereich dürfen wir uns dank eines genehmigten Förderprojektes seitens der österreichischen Förderagentur für wirtschaftsnahe Forschung, Entwicklung und Innovation (FFG) auf neue Messinfrastrukturen und Forschungsk Kooperationen freuen.

Doch nicht nur im wissenschaftlichen Bereich gab es viele Prüfungen und Herausforderungen. Die Sonnblick Seilbahn hatte ihre erste 5-jährige Revision. Die Sanierung der 20kV-Stromversorgung des Observatoriums steckt in ihren finalen Schritten und Pläne für eine neue Photovoltaik-Anlage stehen kurz vor der Umsetzung.

Der Standort Sonnblick Observatorium hält uns stets aktiv und wir freuen uns über das rege Interesse in der wissenschaftlichen Gemeinschaft den Standort für Forschungsvorhaben zu nutzen, über die wir hier dann gerne berichten. Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen unserer Sonnblick-Broschüre.

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

The year 2024 plays a special role at the Sonnblick Observatory in the European sense. After around five years of preparation and implementation, we will be able to start the operational test phase of the European Center for Cloud ambient INTERcomparison (ECCINT) as part of the European research infrastructure ACTRIS. With our small team, we were able to overcome numerous challenges in order to provide cloud research with high-quality data in the future together with European measuring stations and thus optimize climate and forecasting models. But there were also many changes to be made in the aerosol area in order to meet the requirements of ACTRIS so that the Sonnblick Observatory can provide data for Europe and the world as a so-called National Facility. Additionally, thanks to an approved funding project from the Austrian Funding Agency for Research, Development and Innovation (FFG), we can look forward to new measurement infrastructures and research collaborations .

But there were many tests and challenges not only in the scientific field. The Sonnblick cable car had its first 5-year overhaul. The renovation of the observatory's 20kV power supply is in its final stages and plans for a new photovoltaic system are about to be implemented.

The Sonnblick Observatory site keeps us constantly active and we are pleased about the lively interest in the scientific community in using the site for research projects, which we are happy to report on here.

I hope you enjoy reading our Sonnblick brochure.

**Dr. Elke Ludewig**

Leiterin Sonnblick Observatorium  
Head of the Sonnblick Observatory

# Allgemeines General Facts

## Das Sonnblick Observatorium (SBO)

8

Das Sonnblick Observatorium ist eine hochalpine Forschungsstation in den österreichischen Alpen mit den Forschungsschwerpunkten im Bereich Atmosphäre, Kryosphäre und Biosphäre.

Die internationalen meteorologischen Kongresse in Wien und Rom im 19. Jahrhundert führten zur Gründung des Sonnblick Observatoriums im Jahre 1886. Damaliges Hauptziel war die Erforschung der höheren Luftschichten. Mit den ab 1886 gewonnenen Daten des Sonnblick Observatoriums konnte der damalige Direktor des österreichischen Wetterdienstes, Julius von Hann, erstmals Prozesse wie den Föhn oder die Atmosphärendynamik genauer beschreiben. Damit gilt Herr von Hann und das Sonnblick Observatorium als Gründer der modernen Meteorologie und Klimatologie. Heute, nach 138 Jahren weist das Sonnblick Observatorium die längste klimatologische Temperaturzeitreihe der Welt in dieser Höhenlage auf.

Neben zahlreichen Forschungsaktivitäten ist Monitoring eine Stärke des Sonnblick Observatoriums. Eingebettet in internationale Monitoringprogramme und europäischen Forschungsinfrastrukturen trägt das Sonnblick Observatorium mit seinen Daten und Analysen zur Erforschung des Klima- und Erdsystems bei und erfüllt dabei noch Auflagen völkerrechtlicher Verträge, wie dem Pariser Abkommen. Dies ist nur möglich, da das SBO einen 24/7 Betrieb ermöglicht.

Das SBO-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.

Der Sonnblick Beirat ist der wissenschaftliche Beirat des Observatoriums, der die Generaldirektion der GeoSphere Austria berät und das Forschungsprogramm des SBOs (ENVISON) verfasst.

Das Sonnblick Observatorium wird von der GeoSphere Austria betrieben, steht aber der gesamten Gesellschaft zur Forschung zur Verfügung. Mehr Informationen finden Sie auch unter [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net).

## The Sonnblick Observatory (SBO)

The Sonnblick Observatory is a high-altitude research station in the Austrian Alps with the research focus on the atmosphere, cryosphere and biosphere. The international meteorological congresses in Vienna and Rome in the 19th century led to the establishment of the Sonnblick Observatory in 1886. At that time, the main goal was the exploration of the higher air layers. With the data obtained by the Sonnblick Observatory from 1886 onwards, Julius von Hann, former director of the Austrian Meteorological Service, was able to describe processes such as the Föhn or atmospheric dynamics in more detail for the first time. Thus, Mr. von Hann and the Sonnblick Observatory are considered the founders of modern meteorology and climatology. Today, after 138 years, the Sonnblick Observatory has the longest climatological temperature time series in the world at this altitude. Besides numerous research activities, monitoring is a strength of the Sonnblick Observatory. Embedded in international monitoring programs and European research infrastructures, the Sonnblick Observatory contributes with its data and analyses to the research of the climate and Earth system, while still fulfilling requirements of international treaties such as the Paris Agreement. This is only possible because the SBO allows 24/7 operation.

The SBO team constitutes 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. The Sonnblick Advisory Board is the scientific advisory board of the observatory, which advises the General Directorate of GeoSphere Austria and writes the research program of the SBO (ENVISON).

The Sonnblick Observatory is operated by GeoSphere Austria, but is available to the entire society for research. More information can also be found at [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net).



# Allgemeines General Facts



Abb. Sonnblick Observatorium am Hohen Sonnblick | Fig.: Sonnblick Observatory at Mt. Hoher Sonnblick | Quelle/Source: L.Rasser@GeoSphere Austria)

9



## SBO Fakten

- Klima-, Umwelt-, Erd- und Hochgebirgsforschung
- Standort: Hoher Sonnblick, 3.106 m
- exponiert am Alpenhauptkamm
- private Werksseilbahn
- nahezu emissionsfrei, Kernzone Nationalpark
- Messbetrieb seit 1886
- Forschungsprogramm ENVISON (ENVironemental Research and Monitoring SONnblick)
- internationale Messprogramme
- Teil von Europäische Forschungsinfrastrukturen
- nutzbar für Forschungsprojekte
- 24/7 bemannter Betrieb & Service

## SBO Facts

- Climate, environmental, Earth 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
- measuring operation since 1886
- research program ENVISON (ENVironemental Research and Monitoring SONnblick)
- international measuring programs
- Part of European research infrastructures
- usable for research projects
- 24/7 manned operation & service



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

# Allgemeines General Facts



Bundesanstalt für  
Geologie, Geophysik,  
Klimatologie und  
Meteorologie

Abb. Logo der GeoSphere Austria

Fig.: Logo of GeoSphere Austria

10



GeoSphere  
Austria



## Der Eigentümer, die GeoSphere Austria

Am 07.04.2022 beschloss der österreichische Bundesrat das sogenannte GeoSphere Austria-Errichtungsgesetz (497/BNR). Dies führte dazu, dass die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) und die Geologische Bundesanstalt (GBA) am 01.01.2023 in die Bundesanstalt für Geologie, Geophysik, Klimatologie und Meteorologie, kurz GeoSphere Austria, übergang. Diese Bundesanstalt leistet als nationaler geologischer, geophysikalischer, klimatologischer und meteorologischer Dienst einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der gesamtstaatlichen Resilienz und Krisenfestigkeit.

Die GeoSphere Austria bündelt das Wissen der früheren Forschungsanstalten ZAMG und GBA, und vereint somit Expertise im gesamten Bereich der Geosphäre: von der Atmosphäre bis in den Untergrund.

Erfahren Sie mehr unter: <https://www.geosphere.at/>

Mit der Gründung der GeoSphere Austria wechselte auch der Eigentümer des Sonnblick Observatoriums von der ZAMG zur GeoSphere Austria. Seit 01.01.2023 erhält und betreibt die GeoSphere Austria das Sonnblick Observatorium und die dazugehörige Infrastruktur, übernahm Mitarbeit-erInnen, Monitoring- und Forschungsprogramme und wird diese einzigartige Forschungsstation weiter entwickeln.

## The owner, the GeoSphere Austria

On 07.04.2022, the Austrian Federal Council passed the so-called GeoSphere Austria Establishment Act (497/BNR). This resulted in the transfer of the Central Institute for Meteorology and Geodynamics (ZAMG) and the Federal Geological Survey (GBA) to the Federal Institute for Geology, Geophysics, Climatology and Meteorology, in short GeoSphere Austria, on 01.01.2023. As a national geological, geophysical, climatological and meteorological service, this federal institute makes an important contribution to increasing the overall national resilience and resistance to crises. GeoSphere Austria combines the knowledge of the former research institutes ZAMG and GBA, thus uniting expertise in the entire field of the geosphere: from the atmosphere to the subsurface.

Learn more at: <https://www.geosphere.at/>

With the establishment of GeoSphere Austria, the ownership of the Sonnblick Observatory also changed from ZAMG to GeoSphere Austria. Since 01.01.2023 GeoSphere Austria maintains and operates the Sonnblick Observatory and the associated infrastructure, took over staff, monitoring and research programs and will further develop this unique research station.



Bundesanstalt für  
Geologie, Geophysik,  
Klimatologie und  
Meteorologie



# Allgemeines General Facts



Abb. Logo des Sonnblick Verein

Fig.: Logo of the association Sonnblick Verein

## Ein wichtiger Partner, der Sonnblick Verein

Der Sonnblick Verein wurde 1892 gegründet, mit dem Ziel den Fortbestand des Sonnblick Observatoriums zu sichern und Forschung zu unterstützen. Somit ist der Sonnblick Verein seit 1892 ein treuer Begleiter des Observatoriums. Jahrzehntlang unternahm der Sonnblick Verein große Anstrengungen die Infrastruktur des Sonnblick Observatoriums zu erhalten und auf dem neuesten Stand der Technik zu erhalten. Große Infrastrukturprojekte, wie die Erneuerung des Gebäudes, die geologische Sanierung, Erneuerung der Sonnblick Seilbahn, sowie die Sanierung der 20kV-Trasse wurden vom Sonnblick Verein geleitet. In enger Kooperation mit der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), die mit Januar 2023 in die GeoSphere Austria übergegangen ist, arbeitete der Sonnblick Verein für den Fortbestand des Observatoriums. Zahlreiche Mitglieder und Förderer des Vereins haben in den letzten Jahrzehnten hierzu beigetragen. Zur Sicherung des Observatoriumsbetriebes übergab der Sonnblick Verein im Mai 2022 die Infrastruktur an die ZAMG und konzentriert sich seither auf die Unterstützung von Forschungsprojekten und Studierenden, die Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit. Sie wollen mehr über den Sonnblick Verein erfahren oder Mitglied werden? Dann besuchen Sie die Webseite:

<https://www.sonnblick.net/de/sonnblick-verein/>

## An important partner, the association Sonnblick Verein

The association Sonnblick Verein was founded in 1892 with the aim to ensure the continuity of the Sonnblick Observatory and to support research. Thus, the Sonnblick Verein has been a faithful companion of the observatory since 1892. For decades, the Sonnblick Verein made great efforts to maintain the infrastructure of the Sonnblick Observatory and to keep it up to date with the latest technology. Major infrastructure projects, such as the renovation of the building, the geological restoration, renewal of the Sonnblick cable car, as well as the reconstruction of the 20kV power track were managed by the Sonnblick Verein. In close cooperation with the Central Institute for Meteorology and Geodynamics (ZAMG), which became part of GeoSphere Austria in January 2023, the Sonnblick Association worked for the continued existence of the observatory. Numerous members and supporters of the association have contributed to this over the past decades. To secure the observatory's operation, the Sonnblick Verein handed over the infrastructure to ZAMG in May 2022 and has since focused on supporting research projects and students, documentation and public relations. Would you like to learn more about the Sonnblick Verein or become a member? Then visit the website (only in German):

<https://www.sonnblick.net/de/sonnblick-verein/>

Or get in contact with the Sonnblick Verein:

Email: [vorstand@sonnblick.net](mailto:vorstand@sonnblick.net)

# Allgemeines General Facts

## SBO Zeitachse: Entwicklungsschritte

## SBO Timeline: development steps

12



GeoSphere  
Austria



ENTWICKLUNG	ZEI/TIME	DEVELOPMENT
Baujahr	<b>1886</b>	year of establishment
Start Klimaaufzeichnungen	<b>1886-09</b>	start climate records
Start Gletscheraufzeichnungen	<b>1896</b>	start glacier records
Dr. Hann modernisiert die Meteorologie unter anderem dank SBO-Daten	<b>1883-1908</b>	Dr. Hann modernizes the meteorology inter alia due to SBO data
Victor Hess: Forschung kosmische Strahlung (Nobelpreis 1936)	<b>1912</b>	Victor Hess: research on cosmic rays (Nobel Prize 1936)
Errichtung Schneepegelnetz	<b>1927</b>	installation snow level network
Errichtung Seilbahn #1	<b>1946/47-49</b>	construction cable car #1
Betrieb Seilbahn #1.5 Notbetrieb	<b>1953-56</b>	emergency operation cable car #1.5
Errichtung Seilbahn #2	<b>1956/57</b>	construction cable car #2
Beginn Strahlungsmonitoring	<b>1958</b>	start of radiation monitoring
Beginn Aufzeichnung Lawinenbeobachtungen	<b>1965</b>	start monitoring of avalanche observations
Errichtung Seilbahn #3 „Kisterl“	<b>1968</b>	construction cable car #3 "Kisterl"
Anschluss Stromleitung, elektrische Versorgung	<b>1983</b>	power line connection, electrical supply
Start Monitoring Ortsdosisleistung, durchgeführt durch BMK	<b>1984</b>	start monitoring local dose rate, carried out by BMLRT
Start Monitoring Niederschlagschemie	<b>1983/84</b>	start monitoring precipitation chemistry
Teilnahme am WGMS (weltweiter Gletschermonitoring-Dienst)	<b>1987</b>	participation in WGMS (world glacier monitoring service)
Start Monitoring Luftchemie (Treibhausgase). Messbetrieb durch das Umweltbundesamt.	<b>1988</b>	start monitoring air chemistry (green house gases); operation by Environmental Agency Austria
Start Monitoring radioaktive Aerosole. Messbetrieb durch AGES.	<b>1989</b>	start monitoring radioactive aerosols; operation by AGES
Teilnahme NDACC: Ozon, UV. Messbetrieb durch BO-KU.	<b>1994</b>	participation in NDACC: Ozone, UV; operation by BO-KU
Durchführung Gipfelsanierung	<b>2002-2005</b>	implementation summit restoration
Start Monitoring Radon, POPs, Aerosolmessung	<b>2004</b>	start monitoring Radon, POPs, aerosol measurements
Teilnahme am GTN-P (Globales Terrestrisches Netzwerk für Permafrost)	<b>2007</b>	participation in GTN-P (Global Terrestrial Network for Permafrost)
Teilnahme an MONET Europe. Durchgeführt durch Umweltbundesamt.	<b>2008</b>	Participation in MONET Europe; conducted by Environment Agency Austria
Teilnahme an BSRN, ARAD. Messbetrieb durch ZAMG.	<b>2013</b>	participation in BSRN, ARAD; operation by ZAMG
Fledermausmonitoring, Messbetrieb durch KFFÖ	<b>2014</b>	bat monitoring; operation by KFFÖ
GCW- Messbetrieb durch ZAMG, Teilnahme an VAO (virtual alpine observatory) GRIPS 16. Messbetrieb durch DLR	<b>2015</b>	GCW operation by ZAMG, participation in VAO (virtual alpine observatory) GRIPS 16; operation by DLR



# Allgemeines

## General Facts

ENTWICKLUNG	ZEI/TIME	DEVELOPMENT
WMO nimmt SBO als globale GAW Station auf; Messbetrieb durch ZAMG und Partnern SBO wird als Mitglied/Station in LTER-Österreich geführt und in DEIMS-SDR gelistet.	2016	WMO accepts SBO as global GAW station; measurement operation by ZAMG and partners SBO is listed as member/station in LTER-Austria and in DEIMS-SDR.
Installation eines neuen Notstromaggregat in der Pendelhütte. Versorgung im Notfall von SBO und Zittelhaus. SBO engagiert sich am Prozess von ACTRIS hin zu einer europäischen Forschungsinfrastruktur zur Erfassung von Aerosolen, Wolken, Spurengase. Start Pollenmonitoring.	2017	Installation of a new emergency generator in the Pendelhütte. Supply in case of emergency from SBO and Zittelhaus. SBO is engaged in the process of ACTRIS towards a European research infrastructure for the detection of aerosols, clouds, trace gases Start pollen monitoring.
Errichtung Seilbahn #4 „Gondel“ Teilnahme an EPOSA (Echtzeitpositionierung Österreich)	2018	construction cable car #4 "Gondola" participation in EPOSA (real-time positioning Austria)
Start Monitoring Mikroplastik und Nanoplastik Für seinen Einsatz und seine Leistungen im Umweltbereich am Sonnblick Observatorium erhält G.Schauer das Umwelt-Verdienstzeichen des Land Salzburgs.	2019	Start Monitoring Microplastics and Nanoplastics For his commitment and achievements in the environmental field at the Sonnblick Observatory, G. Schauer receives the Environmental Merit Award of the Province of Salzburg.
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 ACTRIS CIS ECCINT
Kooperation VINAR: Vienna Network for Atmospheric Research startet Virtuelle 360°-Tour geht online	2021	Start of the cooperation VINAR: Vienna Network for Atmospheric Research 360° virtual tour goes online
Sonnblick Verein übergibt die Infrastruktur des SBOs an die ZAMG/GeoSphere Austria Gletscher rund um das SBO erstmals schon im Juli total schneefrei	2022	Association Sonnblick Verein hands over the infrastructure of the Sonnblick Observatory to ZAMG/ GeoSphere Austria Glaciers around the SBO for the first time totally snow-free already in July
April 2023. ACTRIS wird offiziell zum ACTRIS-ERIC. Fortführung der Sanierung der 20kV-Leitung Implementierung eines Vakuum-Systems in den Laboren Installation eines zweiten Aerosol-Inlets	2023	April 2023. ACTRIS officially becomes ACTRIS-ERIC. Continuation of the renewal of the 20kV line. Implementation of a vacuum system in the laboratories Installation of a second aerosol inlet
Beginn operationeller Betrieb von ACTRIS TC CIS— ECCINT, Beginn Audits zu ACTRIS NF AIS und ACTRIS NF CIS Neuer Schwerpunkt Bioaerosole Aufbau eLTER Station Category 2	2024	Start of operation of ACTRIS TC CIS-ECCINT, start of audits for ACTRIS NF AIS and ACTRIS NF CIS New focus on bioaerosols Construction of eLTER Category 2 station



Abb. SBO's obere Messterrassen mit Blick Richtung Norden. | Fig.: SBO's upper measuring terraces looking north. | Quelle/Source: E.Ludewig, GeoSphere Austria

13



### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) GeoSphere Austria

Sonnblick Observatorium/ Sonnblick Observatory

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig

GeoSphere Austria, Departement Sonnblick Observatory

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

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

# Allgemeines General Facts

## Infrastruktur Teil I SBO-INFRA

14



GeoSphere  
Austria



Abb.1: Energiekabel des Sonnblick Observatoriums

Fig.1: power cable of the Sonnblick Observatory

Quelle/Source: E.Ludewig@GEOSPHERE AUSTRIA-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.

Besuchen Sie unsere virtuelle 360°-Tour auf [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net) und schauen Sie sich um!

## 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 2023.

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.

Visit our 360° virtual tour at [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net) and take a look around!



Abb.2: Sonnblick Seilbahn des Sonnblick Observatoriums

Fig.2: Sonnblick Cable Car of the Sonnblick Observatory

Quelle/Source: H.Scheer@GEOSPHERE AUSTRIA-SBO

### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig  
GeoSphere Austria  
Leitung Sonnblick Observatorium/  
Head of the Sonnblick Observatory

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig  
GeoSphere Austria, Departement Sonnblick Observatory  
Email: [elke.ludewig@geosphere.at](mailto:elke.ludewig@geosphere.at)  
[www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net), [www.geosphere.at](http://www.geosphere.at)

## Infrastruktur Teil II IT-Infrastruktur KNIME

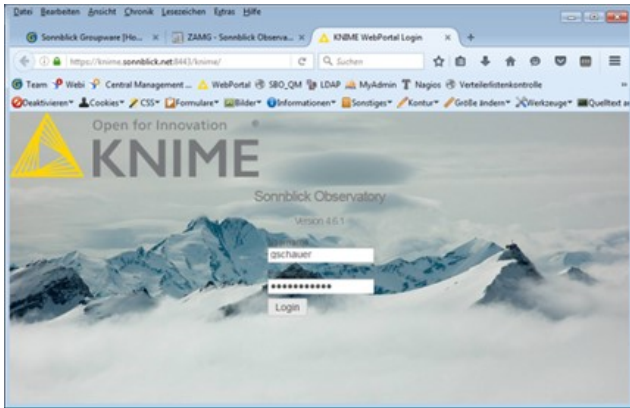


Abb.1: KNIME WebPortal Anmeldeseite  
Fig.1: KNIME WebPortal login page  
Quelle/Source: G. Schauer (Foto: B.Hynek)

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.

## Infrastructure Part 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.

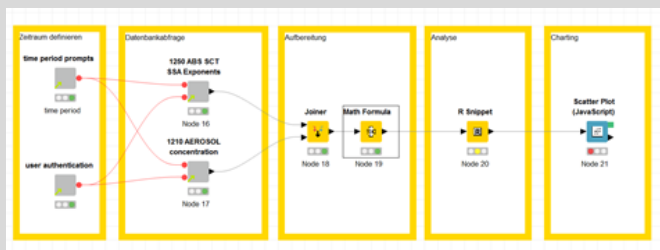


Abb.2: Musterbeispiel eines KNIME - Workflows  
Fig.2: Exemplary KNIME Workflow  
Quelle/Source: G. Schauer

### Autoren/innen/Authors

G. Schauer  
GeoSphere Austria  
Sonnblick Observatory

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dipl.-Ing. Gerhard Schauer  
GeoSphere Austria, Sonnblick Observatorium  
Email: gerhard.schauer@geosphere.at  
www.sonnblick.net

# Allgemeines General Facts

## Forschungskonzept ENVISON

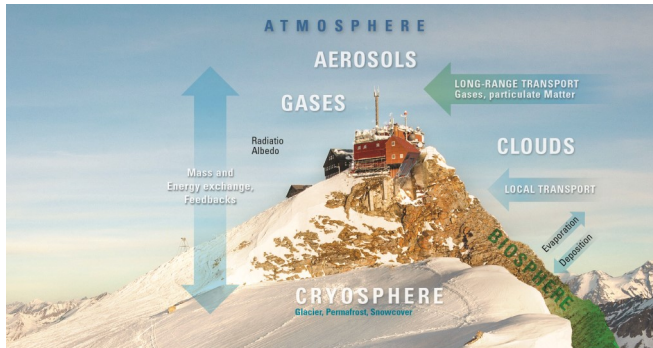


Abb.1: Das Sonnblick Observatorium als Schnittstelle zwischen Atmosphäre, Kryosphäre und Biosphäre.

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.

## 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.

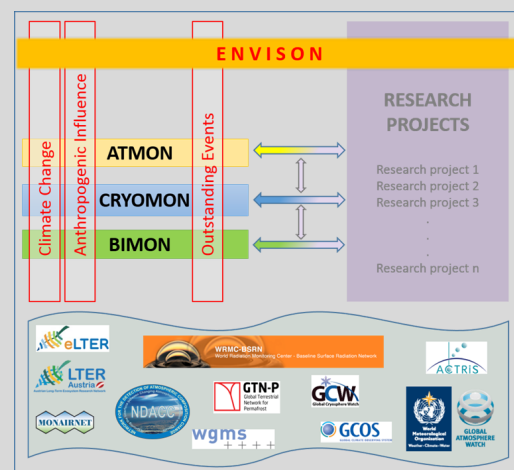


Abb.2: Illustration des Konzepts hinter ENVISON. Quelle: ENVISON, 2016

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

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

### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig  
GeoSphere Austria  
Leitung Sonnblick Observatorium/  
Head of the Sonnblick Observatory

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig | ao.Prof.Dr. Anne Kasper-Giebl  
GeoSphere Austria | TU Wien  
Email: [elke.ludewig@geosphere.at](mailto:elke.ludewig@geosphere.at), [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net)  
Email: [anneliese.kasper-giebl@tuwien.ac.at](mailto:anneliese.kasper-giebl@tuwien.ac.at), [www.tuwien.ac.at](http://www.tuwien.ac.at)



# Allgemeines General Facts

## Forschen am Sonnblick Observatorium



Abb.1: Sonnblick Observatorium, Forschungsplattform  
Fig.1: Sonnblick Observatory, research platform  
Quelle/Source: E.Ludewig@GEOSPHERE AUSTRIA-SBO

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

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

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

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

Ansuchen für die Nutzung der Forschungsinfrastruktur Sonnblick Observatorium kann direkt über die Stationsleitung oder über EU Transnational Access Projekte erfolgen. **Nehmen Sie Kontakt mit uns auf!**

## 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 .

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 trans national projects. **Get in contact with us!**



Abb.2: Permafrostforschung und geologische Ausbildung in der Nordwand, unterhalb des Sonnblick Observatoriums  
Fig.2: Permafrost research and geological training in the north wall, below the Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: E.Ludewig@GEOSPHERE-SBO

17



### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig  
GeoSphere Austria  
Leitung Sonnblick Observatorium/  
Head of the Sonnblick Observatory

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig  
GeoSphere Austria, Departement Sonnblick Observatory  
Email: elke.ludewig@geosphere.at  
www.sonnblick.net, www.geosphere.at

# Internationale und globale Netzwerke

## International and global Networks

### Internationale globale Netzwerke und der Weltklimarat (IPCC)

18



GeoSphere Austria



**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.

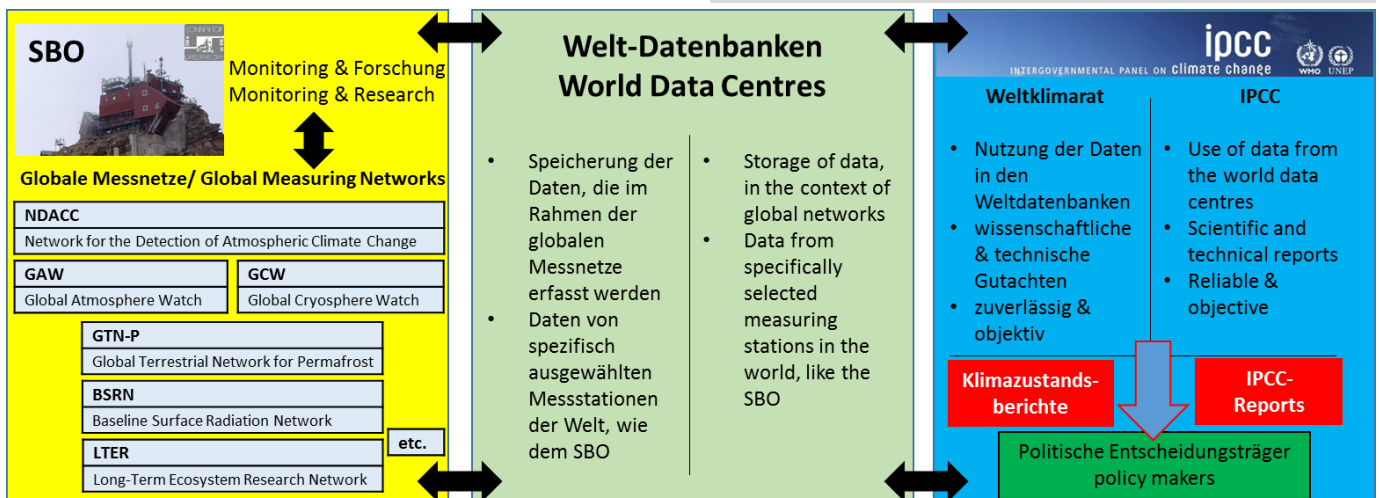
### International global Networks and IPCC

**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.



#### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) GeoSphere Austria

Abteilung Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig

GeoSphere Austria, Departement Sonnblick Observatory

Email: elke.ludewig@geosphere.at

www.sonnblick.net, www.geosphere.at

# Europäische Forschungsinfrastrukturen

## European Research Infrastructures

### Konsortium für eine europäische Forschungsinfrastruktur (ERIC)

Die EU führt regelmäßig eine Landschaftsanalyse von Forschungsinfrastrukturen in Europa durch um Stärken, Potenziale und Schwächen in allen Forschungsbereichen zu ermitteln. Diese Analyse erlaubt es Lücken und weiteren Bedarf aufzuzeigen, um ein kohärentes europäisches Forschungsinfrastruktur-Ökosystem zu schaffen, das in der Lage ist, zukünftige Herausforderungen zu bewältigen.

Forschungsgemeinschaften in Europa können sich zu einem Konsortium zusammen schließen um thematische Schwerpunkte im Rahmen eines sogenannten ERICs zu erfassen und zu erforschen.

Ein **European Research Infrastructure Consortium (ERIC)** ist eine besondere Rechtsform in Europa, die von der Europäischen Kommission an Forschungsverbände vergeben wird, um gemeinsam Forschungsinfrastrukturen aufzubauen und zu unterhalten. Mit der Kommissionsentscheidung 2017/499 vom 17. März 2017 gilt das ERIC als juristische Person und erhält die Möglichkeit zur Gründung und Betrieb neuer oder bestehender Forschungsinfrastrukturen auf nichtgewerblicher Basis.

Forschungsinfrastrukturen beschäftigen sich mit Themen im Bereich Energie, Umwelt, Gesundheit und Ernährung, Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften, soziale und kulturelle Innovation, Daten, Informatik und digitale Forschung. Diese Forschungsinfrastrukturen stehen Forschenden aus dem akademischen Sektor und Innovatoren aus der Wirtschaft zur Nutzung offen.

Das Sonnblick Observatorium ist aktiv in spezifischen europäischen Forschungsinfrastrukturen im Umweltbereich vertreten. Diese sind im Atmosphärenbereich der ACTRIS ERIC und im Bereich der Biosphäre die angehende Forschungsinfrastruktur eLTER.

ERICs im Umweltbereich basieren auf Messstationen, die quer über Europa verteilt sind, sogenannte Topical Centers, die sich um die Standardisierung und die Qualität von Messungen und der Daten kümmern, sowie Datencenter und einem organisatorischen Office.

### European Research Infrastructure Consortium (ERIC)

The EU regularly conducts a landscape analysis of research infrastructures in Europe to identify strengths, potentials and needs in all research areas. This analysis allows gaps and further needs to be identified in order to create a coherent European research infrastructure ecosystem capable of meeting future challenges.

Research communities in Europe can form a consortium to identify and explore thematic priorities within the framework of a so-called ERIC.

A **European Research Infrastructure Consortium (ERIC)** is a special legal form in Europe that is established by the European Commission for research consortia to jointly develop and maintain research infrastructures. With Commission Decision 2017/499 of March 17, 2017, the ERIC is considered a legal entity and is given the opportunity to establish and operate new or existing research infrastructures on a non-commercial basis.

Research infrastructures deal with topics in the fields of energy, environment, health and food, physical sciences and engineering, social and cultural innovation, data, informatics and digital research. These research infrastructures are open to researchers from the academic sector and innovators from industry.

The Sonnblick Observatory is actively represented in specific European research infrastructures in the environmental field. These are the ACTRIS ERIC in the atmospheric field and the future research infrastructure eLTER in the biosphere field.

ERICs in the environmental field are based on measuring stations distributed across Europe, so-called Topical Centers, which take care of the standardization and quality of measurements and data, as well as data centers and an organizational office.

19



GeoSphere  
Austria



[https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/our-digital-future/european-research-infrastructures/eric\\_en#what](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/our-digital-future/european-research-infrastructures/eric_en#what)

#### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) GeoSphere Austria

Abteilung Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig

GeoSphere Austria, Departement Sonnblick Observatory

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

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

# 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.



<https://www.lter-europe.net/elter-esfri>



<https://www.lter-austria.at/>

#### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) GeoSphere Austria

Abteilung Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig

GeoSphere Austria, Departement Sonnblick Observatory

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

[www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net), [www.geosphere.at](http://www.geosphere.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 2025 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.

### 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 2025. 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.

21



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



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

#### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) GeoSphere Austria

Abteilung Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig

GeoSphere Austria, Departement Sonnblick Observatory

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

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

# Europäische Forschungsinfrastrukturen

## European Research Infrastructures

### ECCINT - eine Einheit des ACTRIS Topical Centers für Cloud in situ

22



GeoSphere  
Austria



Forschungsinfrastrukturen sind Schlüsselfaktoren für exzellente Forschung, Wissensmehrung und Wissensverbreitung. In Europa werden strategische Forschungsinfrastrukturnetzwerke gegründet um Ressourcen zu bündeln und Lücken in Forschungsbereichen zu schließen. Eine solche europäische Forschungsinfrastruktur ist ACTRIS ERIC (ACTRIS = Aerosol, Cloud, Trace gas Research Infrastructures, ERIC = European Research Infrastructure Consortium, in Deutsch: Europäisches Konsortium für Forschungsinfrastrukturen im Bereich Aerosol, Wolke, Spurengas).

Das Ziel des Konsortiums für die europäische Forschungsinfrastruktur für Aerosole, Wolken und Spurengase (ACTRIS ERIC) ist es, hochwertige integrierte Datensätze im Bereich der Atmosphärenwissenschaften zu erstellen und Dienstleistungen, einschließlich des Zugangs zu instrumentierten Plattformen, anzubieten, die auf die wissenschaftliche und technologische Nutzung zugeschnitten sind.

Die Erstellung eines europäischen Datensatzes von Wolken, bzw. Wolkeneigenschaften ist Aufgabe der ACTRIS Topical Centers für Cloud (Wolke) remote und insitu. Während man hier unter „remote“ Messungen in Form von Vertikalprofilen der Atmosphäre versteht (sozusagen entfernte Messungen), bedeutet „insitu“ Messungen der Atmosphäre an einem bestimmten Ort, wie z.B. dem Sonnblick Observatorium. Das Topical Center (Themen Center) für Cloud insitu legt die Standards für die Wolkenmessungen in Europa fest und unterstützt Stationen beim Monitoring um einen europäischen Wolkendatensatz für die Forschung bereitzustellen. Das Sonnblick Observatorium ist eine Einheit im *Topical Center for Cloud insitu*.

Die Erfassung und Erforschung von Wolken am Sonnblick Observatorium begann mit der Gründung des Observatoriums in 1886. Die Wolkengattung, -art und -unterart wurden seither notiert. In den 1890 führten J. Elster und H. Geitl elektrische Beobachtungen zur Analyse von Gewittern durch. V. Conrad erforschte Wolken am SBO und verfasste 1901 eine Denkschrift über den Wassergehalt von Wolken, die Daten vom Sonnblick Observatorium inkludierte.



### ECCINT - a unit of the ACTRIS Topical Centers for Cloud in situ

Research infrastructures are key drivers of research excellence, knowledge creation and dissemination. Strategic research infrastructure networks are being established in Europe to concentrate resources and fill gaps in research areas. One such European research infrastructure is ACTRIS ERIC ( Aerosol, Clouds and Trace Gases Research Infrastructure European Research Infrastructure Consortium)

The goal of the Aerosol, Clouds and Trace Gases Research Infrastructure European Research Infrastructure Consortium (ACTRIS ERIC) is to produce high-quality integrated datasets in the area of atmospheric sciences and provide services, including access to instrumented platforms, tailored for scientific and technological usage. The creation of a European data set of clouds, or cloud properties, is the task of the ACTRIS Topical Centers for cloud remote and insitu. While "remote" means measurements in the form of vertical profiles of the atmosphere, "insitu" means measurements of the atmosphere at a specific location, such as the Sonnblick Observatory. The Topical Center for Cloud insitu sets the standards for cloud measurements in Europe and supports stations in monitoring to provide a European cloud data set for research. The Sonnblick Observatory is a unit in the Topical Center for Cloud insitu.

The recording and study of clouds at the Sonnblick Observatory began with the establishment of the observatory in 1886. The cloud genus, type and subtype have been noted since then. In the 1890s, J. Elster and H. Geitl conducted electrical observations to analyze thunderstorms. V. Conrad investigated clouds at the SBO and wrote a first paper on the water content of clouds in 1901, which included data from the Sonnblick Observatory. The favorable conditions of Mt. Hoher Sonnblick with a cloud occurrence of more than 200 days per year, led in the course of time repeatedly to measurement campaigns in the field of cloud research.



# Europäische Forschungsinfrastrukturen European Research Infrastructures

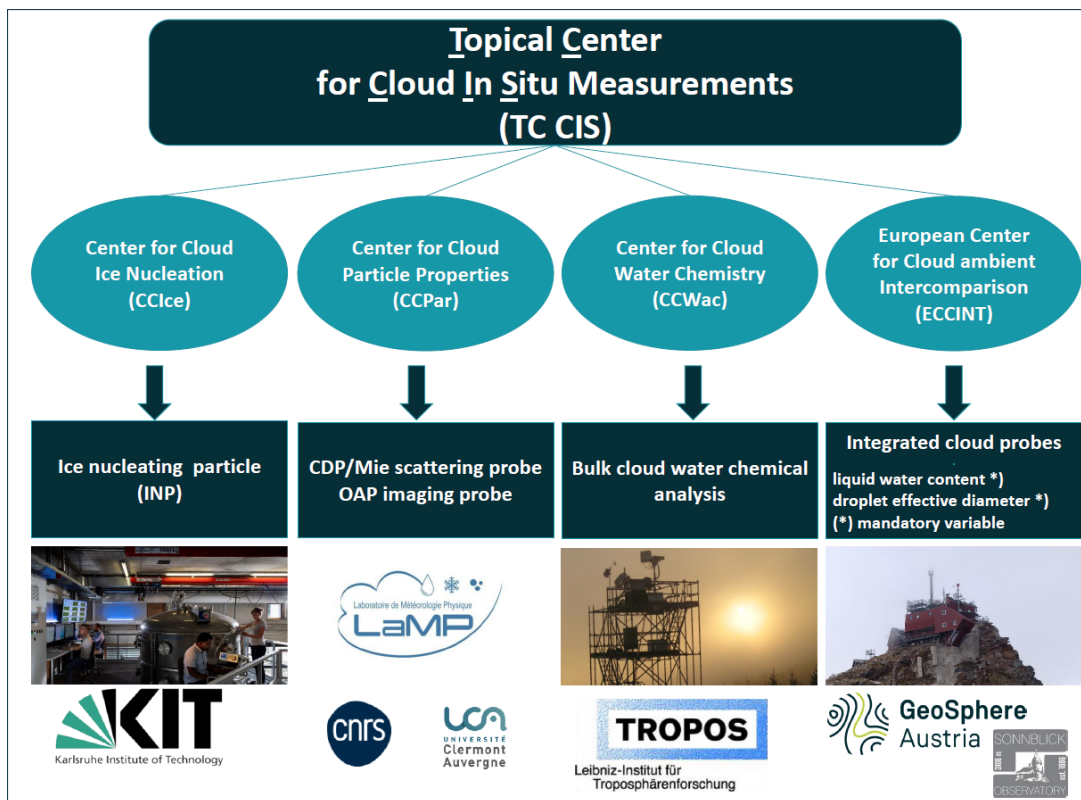


Abb. Das ACTRIS-ERIC Topical Center (TC) für Cloud insitu (CIS) mit seinen 4 Untereinheiten. Unit 4 wird vom SBO betreut. Für Unit 2 sind die Verantwortlichen noch nicht definiert. | Fig.: The ACTRIS-ERIC Topical Center (TC) for Cloud insitu (CIS) with its 4 units. Unit 4 is supervised by the SBO. For Unit 2 the responsible parties are not yet defined. Quelle/Source: E. Ludewig, ACTRIS TC CIS

Die günstigen Bedingungen des Hohen Sonnblicks mit einem Wolkenvorkommen von über 200 Tagen pro Jahr, führten im Laufe der Zeit immer wieder zu Messkampagnen im Bereich der Wolkenforschung..

Die Möglichkeit vom Boden aus, direkt in einer Wolke Messungen vorzunehmen ist nicht überall möglich. Diese Besonderheit des Sonnblick Observatoriums führte unter anderem 2018 zu der Entscheidung, dass das SBO Europa bei der Erfassung von Wolkeneigenschaften unterstützen sollte. Nach einem mehrstufigen Auswahlverfahren erhielten das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), das Leibniz-Institut für Troposphärenforschung (TROPOS) und das Sonnblick Observatorium (SBO) schließlich den Auftrag von ACTRIS das Topical Center for Cloud insitu (TC CIS) aufzubauen. Das TC CIS besteht aus 4 Einheiten. **Das Europäische Zentrum für Wolkenvergleichsmessungen (ECCINT)** ist Aufgabe des SBOs, welches 2024/25 operationell werden soll. Hier werden die Standards zur Erfassung des flüssigen Wolkenwassergehalts, sowie des effektiven Wolkentropfendurchmessers festgelegt und dessen Einhaltung betreut. Eine wichtige internationale Aufgabe für das SBO! Mehr zu diesem Thema und Aktivitäten finden Sie unter der Rubrik Wolken.

The possibility to take measurements from the ground directly in a cloud is not possible everywhere. This special feature of the Sonnblick Observatory led, among others, to the decision in 2018 that the SBO should support Europe in recording cloud properties. After a multi-stage selection process, the Karlsruhe Institute of Technology (KIT), the Leibniz Institute for Tropospheric Research (TROPOS) and the Sonnblick Observatory (SBO) finally received the mandate from ACTRIS to establish the Topical Center for Cloud insitu (TC CIS). The TC CIS consists of 4 units. **The European Center for Cloud ambient Intercomparison (ECCINT)** is the task of the SBO, which should become operational in 2024/25. Here, the standards for recording the liquid cloud water content, as well as the effective cloud drop diameter, are set and their compliance is supervised. An important international task for the SBO! More about this topic and activities can be found in the clouds section.



Abb. Particle Volume Monitor PVM | Fig.: Particle Volume Monitor PVM Quelle/Source: E. Ludewig, ACTRIS TC CIS

## Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig  
GeoSphere Austria  
Leitung Sonnblick Observatorium/  
Head of the Sonnblick Observatory

## Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig  
GeoSphere Austria, Departement Sonnblick Observatory  
Email: elke.ludewig@geosphere.at  
www.sonnblick.net, www.geosphere.at

# EU-Zugangs-Projekte

## EU Access Projects

24



### Projekt: INTERACT (2016-2019-2024)



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 (2016-2019-2024)

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!

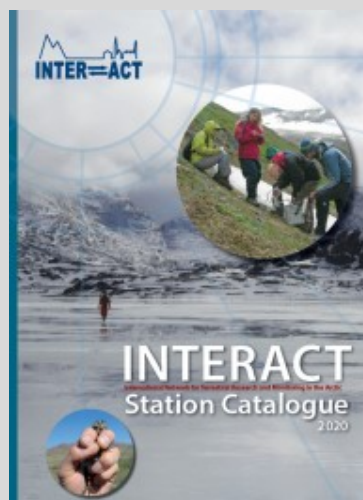


Abb.2: INTERACT unterstützt den Zugang zu Forschungsstationen für Forscher  
Fig.2: INTERACT supports the access to research stations for researchers  
Quelle/Source: <https://eu-interact.org/publication/interact-station-catalogue-2020/>



Funded by  
the European Union



#### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>  
1) GeoSphere Austria  
Abteilung Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig  
GeoSphere Austria, Departement Sonnblick Observatory  
Email: [elke.ludewig@geosphere.at](mailto:elke.ludewig@geosphere.at)  
[www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net), <https://eu-interact.org/>



# EU-Zugangs-Projekte

## EU Access Projects

### Der gemeinnützige Verein INPA

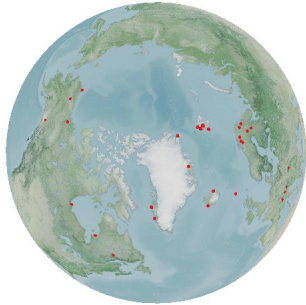


Abb.1: 83 INPA umfasst aktuell 33 Forschungsstationen  
 Fig.1: 83 INPA comprises currently 33 research stations  
 Quelle/Source: [www.interactassociation.org/](http://www.interactassociation.org/)

INTERACT Non-Profit Association „INPA“ ist eine INTERACT-Initiative.

INTERACT ist ein Netz von 94 terrestrischen Feldstationen, die über alle arktischen Länder und die angrenzenden nördlichen borealen und alpinen Gebiete verstreut sind. INPA möchte Forschungsstationen miteinander verbinden, um eine Plattform für die Wissenschaft zu schaffen, die ein besseres Verständnis der arktischen, borealen und alpinen Gebiete ermöglicht. INPA bringt verschiedene Wissenssysteme zusammen, um Entscheidungsträger zu informieren und das Bewusstsein für zukünftige Generationen zu schärfen.

Die gemeinnützige Vereinigung INTERACT zählt derzeit 33 Mitgliedsforschungsstationen in der arktischen, borealen und alpinen Region, die über 12 Länder/Regionen verstreut sind und 15 Länder/Regionen vertreten.

INTERACT Non-Profit Association ist das Ergebnis von mehr als 20 Jahren wissenschaftlicher Zusammenarbeit und Arbeit zwischen Forschungseinrichtungen in der arktischen, borealen und alpinen Region, die 2001 im Rahmen des SCANNET-Netzwerks begonnen wurde.

INTERACT Non-Profit Association ist das Erbe des INTERACT-Netzwerks und arbeitet weiterhin mit verschiedenen Organisationen und Arbeitsgruppen (Arbeitsgruppen des Arktischen Rates, z. B. AMAP und CAFF, IASC, ICOS, APECS usw.) innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft und darüber hinaus zusammen, um langfristige Überwachungsdaten, Vorhersagen und Erkenntnisse über die Kryosphäre, die Atmosphäre, das Klima und die biologische Vielfalt der arktischen und borealen Regionen bereitzustellen.

### The non-profit association INPA

INTERACT Non-Profit Association is an INTERACT initiative. INTERACT is a network of 94 terrestrial field bases scattered across all Arctic countries and in adjacent northern boreal and alpine areas.

INPA wants to connect research stations to create a platform for science to better understand Arctic, boreal and alpine areas. INPA brings together different knowledge systems to inform decision makers and raise awareness for future generations

INTERACT Non-Profit association currently counts 33 Member Research Stations across the Arctic, Boreal and Alpine regions, scattered around 12 countries/regions and representing 15 countries/regions.

INTERACT Non-Profit Association is the result of 20+ years of scientific collaboration and work among research infrastructures in the Arctic, Boreal and Alpine regions, started within the SCANNET network in 2001.

INTERACT Non-Profit Association as the legacy of INTERACT network keeps working and collaborating with several organisations and working groups (Arctic Council working groups, e.g. AMAP and CAFF, IASC, ICOS, APECS, etc.) within the scientific community and beyond providing long-term monitoring data, predictions and insights on cryosphere, atmosphere, climate and biodiversity of the Arctic and Boreal regions.

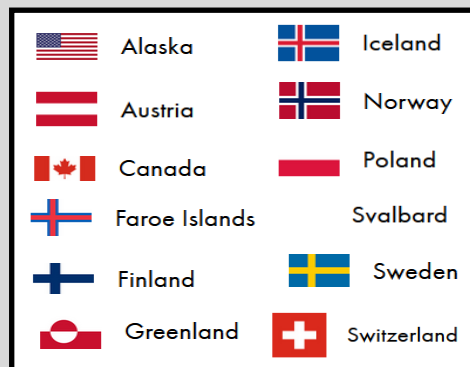


Abb.2: Länder aus denen INPA Mitglieder kommen  
 Fig.2: Countries from which INPA members come  
 Quelle/Source: <https://www.interactassociation.org/>

#### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>  
 1) GeoSphere Austria  
 Abteilung Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig  
 GeoSphere Austria, Departement Sonnblick Observatory  
 Email: [elke.ludewig@geosphere.at](mailto:elke.ludewig@geosphere.at)  
<https://www.interactassociation.org/>

# EU-Zugangs-Projekte

## EU Access Projects

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

26



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@GEOSPHERE-SBO



Funded by  
the European Union



#### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) GeoSphere Austria

Abteilung Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig

GeoSphere Austria, Departement Sonnblick Observatory

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

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

# EU-Zugangs-Projekte

## EU Access Projects

### Projekt IRISC (2024-2027)

Ein neues, ehrgeiziges europäisches Forschungsinfrastrukturprojekt, Integrated Research Infrastructure Services for Climate Change risks (IRISCC), das sich auf durch den Klimawandel bedingte Risiken konzentriert, ist am 1. April offiziell angelaufen. Das Projekt wird vom Natural Resources Institute Finland (Luke) koordiniert und bringt 80 Partner aus ganz Europa zusammen und integriert Forschungsdienste von 14 Forschungsinfrastrukturen und e-Infrastrukturen.

IRISCC bietet Zugang zu komplementären und interdisziplinären europäischen und nationalen Forschungsinfrastrukturen (RIs), die Observatorien, experimentelle Einrichtungen, fortschrittliche Modellierungswerkzeuge und robuste Dateninfrastrukturen umfassen. Das IRISCC unterstützt Forschung, die dazu führt, dass die Gesellschaft besser auf die Risiken des Klimawandels vorbereitet ist.

IRISCC fördert herausfordernde und interdisziplinäre Forschung zu klimawandelbedingten Multi-Risiko-Risiken. Dies ermöglicht eine fundierte Entscheidungsfindung, die Europas Anpassungs- und Resilienzstrategien vorantreibt.

#### Die Hauptziele von IRISCC:

- Unterstützung einer evidenzbasierten Politikgestaltung für die Anpassung an den Klimawandel und das Risikomanagement.
- Erleichterung qualitativ hochwertiger Forschung zu klimabedingten Risiken und deren Komponenten.
- Bereitstellung eines benutzerfreundlichen, umfassenden Serviceportfolios für die Forschung zu Klimawandelrisiken.
- Sicherstellung einer nahtlosen Integration zwischen den RIs und Harmonisierung ihrer Zugangs- und Datenpolitik.
- Förderung des Engagements der Nutzer und der gemeinsamen Entwicklung von Diensten mit Forschern und anderen Interessengruppen.

IRISCC stellt eine finanzieller Unterstützung für Messkampagnen am Sonnblick Observatorium zur Verfügung. Wissenschaftliche Gruppen können sich hierzu bewerben.

### Project IRISC (2024-2027)

A new, ambitious European Research Infrastructure project, Integrated Research Infrastructure Services for Climate Change risks (IRISCC), focusing on climate change driven risks has officially started on April 1st. The project is coordinated by Natural Resources Institute Finland (Luke) and brings together 80 partners from across Europe and integrates research services by 14 research infrastructures and e-infrastructures.

IRISCC provides access to complementary and interdisciplinary European and national research infrastructures (RIs) that include observatories, experimental facilities, advanced modeling tools and robust data infrastructures. IRISCC supports research that leads to society being better prepared for the risks of climate change.

IRISCC promotes challenging and interdisciplinary research on climate change-related multi-risk hazards. This enables informed decision-making that drives Europe's adaptation and resilience strategies.

#### IRISCC's key objectives:

- Support evidence-based policymaking for climate change adaptation and risk management.
- Facilitate high-quality research on climate change driven risks and its components.
- Provide a user-friendly, comprehensive service portfolio for climate change risk research.
- Ensure seamless integration across RIs and harmonise their access & data policies.
- Foster user engagement and co-creation of services with researchers and other stakeholders.

IRISCC provides financial support for measurement campaigns at the Sonnblick Observatory. Scientific groups can apply for this.

<https://www.luke.fi/en/news/new-eu-project-iriscc-launched-to-empower-climate-change-resilience>

27



#### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>  
1) GeoSphere Austria  
Abteilung Sonnblick Observatorium

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig  
GeoSphere Austria, Departement Sonnblick Observatory  
Email: [elke.ludewig@geosphere.at](mailto:elke.ludewig@geosphere.at)  
[www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net), [www.geosphere.at](http://www.geosphere.at)

### Teilautomatische Wetterstation

#### TAWES

28



GeoSphere  
Austria



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 Geosphere Austria 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 Geosphere. 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 durchlaufen keine Prüfung. Damit können wir rund um die Uhr einen aktuellen Eindruck über der Ist Situation am Hohen Sonnblick vermitteln.

### Semi-automatic weather station

#### TAWES

The Geosphere Austria 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 Geosphere 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: GEOSPHERE

## Exponierter Standort Messrekorde

## Exposed Site Measuring Records

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

Temperatur	WERT	VALUE	ZEIT	TIME	Temperature
Absolutes Maximum	+15,70 °C		11.07.2023		absolute Maximum
Absolutes Minimum	-37,40°C		02.01.1905		absolute Minimum
Mittel aller Tagesmaxima	+9,4°C		07/2015		average
Mittel aller Tagesminima	-23,7°C		02/1956		average

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		12/2000		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	1.441 mm		12/1998		Maximum
Größter Tagesniederschlag	257 mm		12/1998		Highest daily amount

Schneedecke	WERT	VALUE	ZEIT	TIME	Snow Cover
Maximale Gesamthöhe	11,90 m		05/1944		Maximum Total Height
Maximale Tagessumme	100 cm		mehrere Termine		Maximum daily amount
Maximale Monatssumme	6,14 m		05/1991		Maximum monthly

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

### Autoren/innen/Authors

H. Scheer<sup>1</sup>, N. Daxbacher<sup>1</sup>, M. Daxbacher<sup>1</sup>,  
1) GeoSphere Austria, Sonnblick Observatorium

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig  
GeoSphere Austria, Departement Sonnblick Observatory  
Email: [elke.ludewig@geosphere.at](mailto:elke.ludewig@geosphere.at)  
[www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net), [www.geosphere.at](http://www.geosphere.at)

### Schwerwellensignaturen in 86km Höhe über dem Alpenraum

### Gravity wave signatures at 86km height above the Alps

30

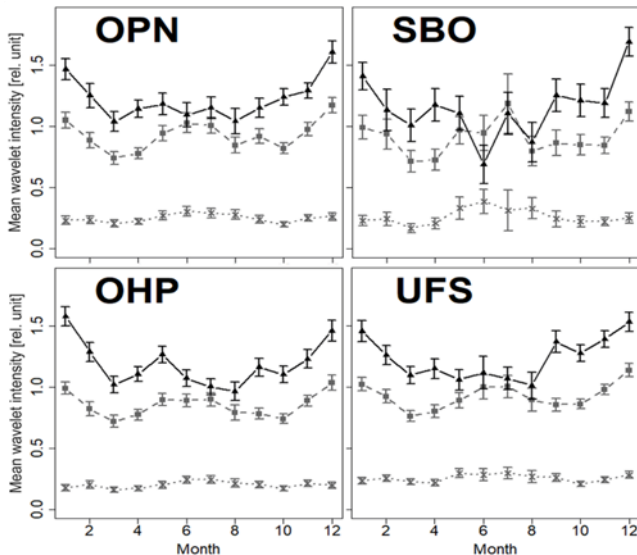


Abb.1: Jahresgang der Schwerwellenaktivität in 86km Höhe an vier ausgewählten Observatorien im Alpenraum aufgeschlüsselt nach Periodenbereichen: 4-8h (durchgezogen schwarz), 1-4h (grau gestrichelt), <1h (grau gepunktet), aus Sedlak et al. (2020), doi.org/10.5194/amt-13-5117-2020.

Fig.1: Seasonal cycle of gravity wave activity at approximately 86km height at four selected observatories in the Alpine region, broken down by period ranges: 4-8h (solid black), 1-4h (dashed grey), <1h (dotted grey), from Sedlak et al. (2020), doi.org/10.5194/amt-13-5117-2020.

Seit Mitte 2015 werden nächtliche Beobachtungen des OH-Nachtleuchtens (engl.: Airglow; ca. 86km Höhe) mit dem Infrarot-Spektrometer GRIPS (GRound-based Infrared P-branch Spectrometer) vom Sonnblick Observatorium (SBO) aus durchgeführt. Ähnliche Beobachtungen finden am Schneefernerhaus (UFS), am Observatoire de Haute-Provence (OHP) und in Oberpfaffenhofen (OPN) statt.

Die hohe zeitliche Auflösung erlaubt die Untersuchung von atmosphärischen Schwerwellen, die maßgeblich für die Dynamik dieser Höhenregion verantwortlich sind. Abb. 1 zeigt den nach verschiedenen Periodenbereichen aufgeschlüsselten Jahresgang ihrer Aktivität (Sedlak et al., 2020). Die dominierenden langperiodischen Wellen mit Perioden >4h erreichen ihr Maximum an allen Stationen im Winter (Dez/Jan). Das Maximum der kurzperiodischen Schwerwellen mit Perioden <1h liegt dagegen im Sommer und ist in SBO am stärksten ausgeprägt. Interessant ist hierbei vor allem der Vergleich mit OPN, da die Beobachtungen beider Stationen in derselben geographischen Breite durchgeführt werden. Demnach handelt es sich wohl um einen lokalen Effekt im Windschatten der Alpen.

Nocturnal observations of the OH airglow (originating at ca. 86 km height) are performed with the infrared spectrometer GRIPS (GRound-based Infrared P-branch Spectrometer) from the Sonnblick Observatory (SBO) since mid-2015. Similar observations take place at the Schneefernerhaus (UFS), at the Observatoire de Haute-Provence (OHP) and in Oberpfaffenhofen (OPN).

The high temporal resolution allows the investigation of atmospheric gravity waves, which are largely responsible for the dynamics of this altitude region. Figure 1 shows the seasonal cycle of their activity, broken down into different period ranges, taken from Sedlak et al. (2020).

In winter (Dec/Jan) the dominant long-period gravity waves with periods of over 4 hours reach their maximum at all stations. The maximum activity of short-period gravity waves with periods below 1h, on the other hand, is in the summer months and it is most pronounced at SBO. The comparison with OPN is particularly interesting here, as the observations from both stations are carried out at the same latitude. Thus, it does not reflect a latitudinal dependency of wave activity. But it is rather likely a local effect in the lee of the Alps, where gravity waves are stimulated by the westerly flow over the mountains.



Abb.2: Standorte der Observatorien (weiß) und Lage der Gesichtsfelder in 86km Höhe (rot). Am Sonnblick Observatorium wurde die Ausrichtung so gewählt, dass die Beobachtungen auf derselben Breite wie OPN liegen.

Fig.2: Location of the observatories (white) and position of their respective fields of view at 86km height (red). At Sonnblick Observatory, the orientation was chosen so that the observations are performed at the same latitude as OPN.



funded by  
Bavarian State Ministry of the  
Environment and Consumer Protection



#### Autoren/innen/Authors

C.Schmidt<sup>1)</sup>, P.Hannawald<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



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 Sonnen- und Wärmestrahlung der Atmosphäre in Österreich. Derzeit werden an 6 Standorten (Wien Hohe Warte, Hoher Sonnblick, Graz Universität, Innsbruck Flughafen, Kanzelhöhe, Klagenfurt Flughafen) die zeitlichen und räumlichen Änderungen der Strahlungskomponenten mit sehr genauen Messgeräten erfasst.

#### Wer macht ARAD ?

ARAD ist ein Forschungsprojekt der GeoSphere Austria 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, Wettervorhersage- modelle und Satellitendaten überprüft und verbessert werden. An den ARAD-Stationen wird auch an einer ständigen Weiterentwicklung der Messtechnik und Datenqualitätsprüfung gearbeitet. 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 und die höchstegelegene Europas. Die Datenbank des BSRN wird monatlich mit geprüften Strahlungsdaten der Station Sonnblick beliefert.

### ARAD/BSRN

#### Radiation Measurements

#### What is ARAD?

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

#### Who is behind ARAD?

ARAD is a scientific research project lead by the GeoSphere Austria 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?

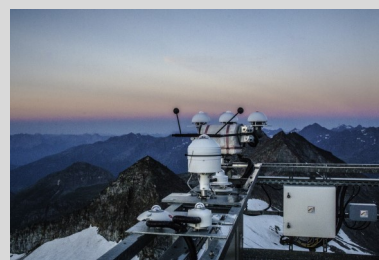
The sun is the “driver” for changes in the earth’s climate. Small changes in surface solar or thermal radiation have important consequences on thermal properties and circulation of the atmosphere and the oceans. Thus, all data acquired during the ARAD project are an important step towards a better understanding 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. At the ARAD sites further development of measurement technology and data quality control is a permanent part of work. 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 and the highest in Europe. The database of BSRN get a monthly delivery of check radiation data from Sonnblick station.



Solartracker  
Foto von H. Scheer  
Photo by H. Scheer

### Das österreichische UVB-Messnetz

### Austrian UVB-Monitoring Network

32

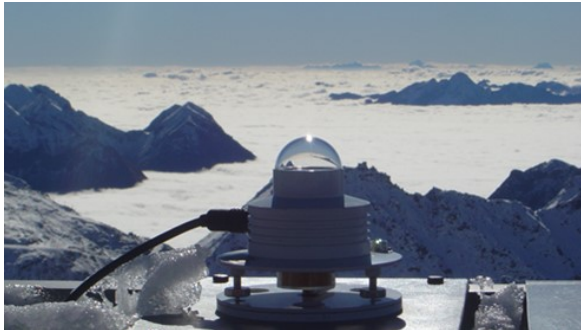


Abb.1: Das UV-Biometer auf der Südterrasse des Sonnblickobservatoriums.  
Fig.1: The UV biometer on the southern terrace of the Sonnblick observatory.  
Quelle/Source: S. Simic

Der kurzwellige UV-B Anteil der Sonnenstrahlung hat negative, wie auch positive Effekte auf den menschlichen Körper. Eine UV-Überexposition hat akut Sonnenbrand und chronisch ein erhöhtes Hautkrebsrisiko zur Folge. Unterexposition führt zu einem Vitamin-D Mangel, welcher ebenfalls Risiken für die Gesundheit birgt. Um Gesundheitsgefährdungen 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 das österreichische UV-B Messnetz 1996 im Auftrag des Österreichischen Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) etabliert. Das UV-Biometer am Hohen Sonnblick wurde 1998 installiert, es ist eine von zwölf Stationen in Österreich, die, zusammen mit je zwei weiteren in Deutschland und der Schweiz und drei weiteren in Italien, kontinuierlich Daten an das Netzwerk liefern. Die Sektion für Biomedizinische Physik der Medizinischen Universität Innsbruck und die Firma CMS Ing. Dr. Schreder GmbH betreuen das Messnetz gemeinsam seit 1996. Das Institut für Meteorologie und Klimatologie 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.

The UV-B part of solar radiation has negative as well as positive effects on the human body. An overexposure of UV radiation is an acute cause for sunburn and a chronic cause for a higher risk of developing skin cancer. Underexposure on the other hand results in a vitamin-D deficiency which also involves various health risks. Delivering up-to-date high-quality information about current surface levels of UV radiation to a broad public is essential to assess and minimise risks for human health caused by UV radiation. To achieve this goal and to assess the biological and medicinal impacts of UV radiation the Austrian UV-B monitoring network was established in 1996 on behalf of the Austrian Federal Ministry of Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology (BMK). The UV-biometer at Hoher Sonnblick was installed in 1998. It is one of twelve sites in Austria that, along with two in each 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 GmbH since 1996. BOKU University is operating two of the network's stations, namely Hoher Sonnblick and Groß-Enzersdorf. The most recent UV-indexes are made openly accessible on a public domain (<http://www.uv-index.at>) in intervals of ten minutes.

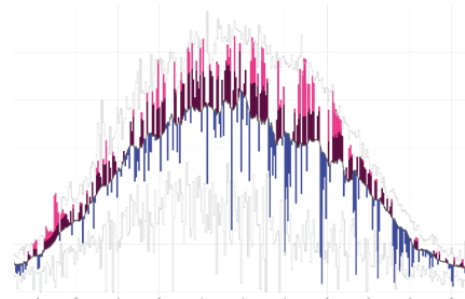


Abb.2: Klimatologie der Tagesmaxima des UV-Index am Hohen Sonnblick für das Jahr 2023. Unter dem Median des Tagesmaximums sind Werte in blau, darüber in violett und mehr als 20 % darüber in Magenta dargestellt.  
Fig.2: Climatology of daily maxima of the UV-Index values at Hoher Sonnblick for the year 2023. Values below the median of the daily maximum are shown in blue, those above in purple and more than 20 % above in magenta.  
Quelle/Source: [www.uv-index.at](http://www.uv-index.at)

#### Autoren/innen/Authors

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

1) Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Meteorologie und Klimatologie (BOKU-Met)

#### 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>



### Inge Dirmhirn Messstation: Spektrale UV-Strahlung und Gesamttozon

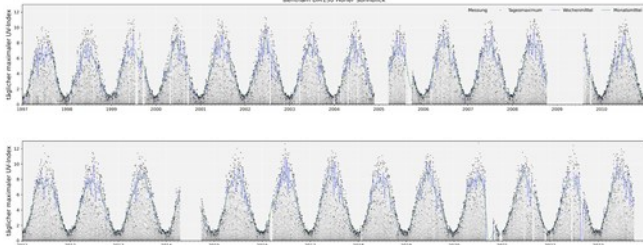


Abb.1: Einzelmessungen, Tagessummen, Wochenmittel und Monatsmittel der, auf UV-Index integrierten spektralen UV-Strahlung, gemessen mit dem Bentham Spektralradiometer auf dem Sonnblickobservatorium von 1997 bis 2023.  
Fig.1: Single measurements, daily sums, weekly and monthly means of the spectral UV radiation integrated to the UV-index, measured with the Bentham spectral radiometer at Hoher Sonnblick Observatory from 1997 to 2023.  
Quelle/Source: Simic S., BOKU-Met.

Seit 1994 werden am Hohen Sonnblick kontinuierlich die spektrale UV-Strahlung und die Gesamttozonsäule gemessen. Die beiden Messzeitreihen gehören damit zu den weltweit längsten. Die Geräte und Daten werden vom Institut für Meteorologie und Klimatologie der Universität für Bodenkultur betreut und erfüllen die Qualitätsanforderungen des „Network for the Detection of Atmospheric Composition Change“ (NDACC).

Der Brewer #093 ist auch Mitglied bei EUBREWNET, wo seine Daten der täglichen Gesamttozonsäule zusammen mit vielen anderen Brewer Instrumenten öffentlich auf <https://eubrewnet.aemet.es/eubrewnet> angesehen werden können.

Die UV-Strahlung hat einen großen Einfluss auf die Biosphäre und die menschliche Gesundheit. Langjährige, spektral hochaufgelöste UV-Messzeitreihen ermöglichen die quantitative Bestimmung und Untersuchung der biologischen, ökologischen und gesundheitlichen Auswirkungen der UV-Strahlung.

Um die Bevölkerung über die aktuelle Ozonschichtdicke über Österreich zu informieren, werden die Werte des Gesamttozons täglich im ORF Teletext auf Seite 644.6 (<https://teletext.orf.at/channel/orf1/page/644/6>) veröffentlicht. Die Daten der spektralen UV-Strahlung sind in der NDACC Datenbasis archiviert und abrufbar.

Die Messungen werden vom Österreichischen Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) finanziert und sind bis 2029 gesichert.

### Inge Dirmhirn Measuring Station Spectral UV Radiation and Total Ozone

Since 1994, spectral UV radiation and total ozone column have been continuously measured at Hoher Sonnblick, forming two of the longest measurement series globally. The instruments and data are managed by the Institute of Meteorology and Climatology at BOKU University and meet the quality standards of the Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC).

Brewer #093 is also a member of EUBREWNET, where its daily total ozone column data, along with data from many other Brewer instruments, can be viewed publicly at <https://eubrewnet.aemet.es/eubrewnet>.

UV radiation significantly impacts the biosphere and human health. Long-term, high-resolution spectral UV measurement series allow for the quantitative determination and study of the biological, ecological, and health effects of UV radiation.

To inform the public about the current ozone layer thickness over Austria, total ozone values are published daily on ORF Teletext page 644.6 (<https://teletext.orf.at/channel/orf1/page/644/6>). The spectral UV radiation data are archived and accessible in the NDACC database.

The measurements are funded by the Austrian Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation, and Technology (BMK) and are secured until 2029.

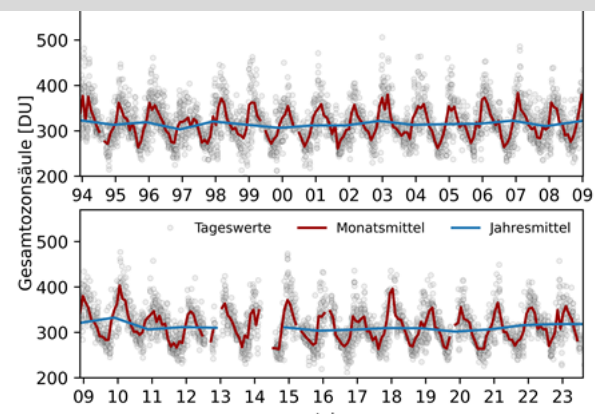


Abb.2: Tagesmittel, Monatsmittel und Jahresmittelwerte der Gesamttozonsäule, gemessen mit dem Brewer Spektrophotometer zwischen 1994 und 2023.  
Fig.2: Daily, monthly and yearly means of total ozone column measured with the Brewer spectrophotometer from 1994 to 2023.  
Quelle/Source: Simic S., BOKU-Met.

## Messung der Ortsdosisleistung

## Measurement of local dose rate

34



GeoSphere  
Austria



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.

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

Das österreichische Strahlenfrühwarnsystem besteht aus über 300 Sonden zur Messung der Ortsdosisleistung (ODL) und zehn Luftmonitoren zur Bestimmung von Art und Menge radioaktiver Stoffe in der Luft. 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. Seither bewegen sich die Werte im Bereich des natürlichen Strahlungshintergrundes. Abb. 2 zeigt, 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-Jahre 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 erforderlichenfalls für das Setzen von Schutzmaßnahmen in einem radiologischen Notfall. Für die Öffentlichkeit werden aktuelle Messwerte auf der Website des BMK unter [strahlenschutz.gv.at](http://strahlenschutz.gv.at) bereitgestellt.

The Austrian radiation early warning system consists of more than 300 probes serving as measuring devices for the local dose rate and ten air monitors for the determination of type and amount of radioactive material in the air. Being the highest measuring point of this network, the 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. Since then, the values have been in the range of the natural background radiation.

Fig.2 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).

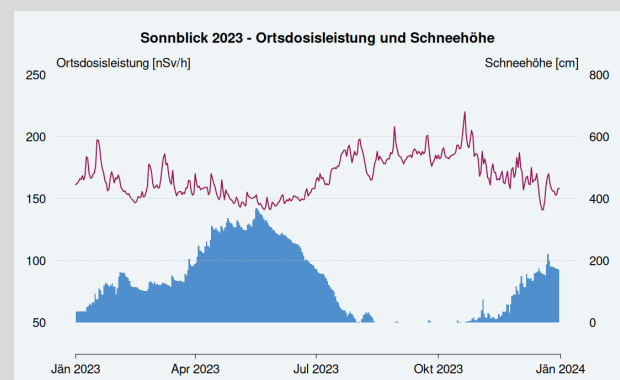


Abb.2: Korrelation Ortsdosisleistung und Schneehöhe der Station Sonnblick  
Fig.2: Correlation of local dose rate and snow depth at Sonnblick station  
Quelle/Source: BMK, Abteilung V/8  
Grafik: <https://www.R-project.org/>.

 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)

## Überwachung der Radioaktivität in Luft

## Monitoring of Radioactivity in Air



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 Information hilft den Behörden bei der Festlegung von Schutzmaßnahmen.

Auf dem Sonnblick betreibt die Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) seit über 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 untersucht. Aufgrund der hohen Empfindlichkeit der Messgeräte kann selbst der zeitliche Verlauf von Spuren nach Österreich transportierter Radionuklide sehr genau beobachtet werden, wie z.B. Iod-131 nach dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi im Jahr 2011 (Abb. 2).

Neben dem Nachweis strahlender Luftteilchen menschlichen Ursprungs liefern die kontinuierlichen Messungen auch Langzeit-Daten natürlicher Radionuklide, z.B. des in der Stratosphäre durch die Höhenstrahlung erzeugten Beryllium-7 oder des Radon-Zerfallsprodukts Blei-210, die als „Tracer“ für Untersuchungen von Vorgängen in der Atmosphäre. Die Messdaten für Beryllium-7 und Blei-210 sind über das SBO-Datenportal abrufbar.

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 protective measures.

At Sonnblick a high-performance aerosol sampler has been operated for more than 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 by high-resolution gamma spectrometry at the department for radiation protection of AGES in Linz. Due to the high sensitivity of the measurement system it is even possible to accurately observe the transport of traces of radionuclides to Austria over time, e.g. Iodine-131 following the accident in Fukushima Daiichi NPP in 2011 (Fig. 2).

Beside the evidence of man-made radioactive particles in the air the continuous measurements also provide long-term data of natural radionuclides, e.g. Beryllium-7, which is produced in the stratosphere by cosmic rays or Lead-210, a decay product of Radon. The long-term data of these radionuclides can be used as a tracer for investigations of atmospheric processes. The data for Beryllium-7 and Lead-210 are available at SBO-Database.

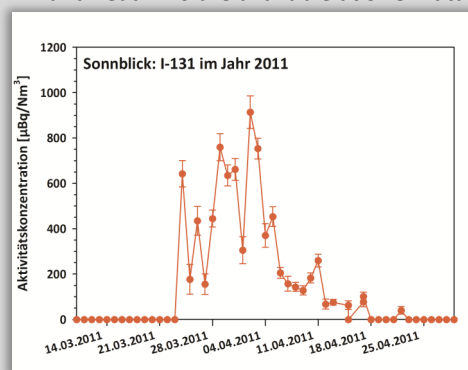


Abb.2: Aktivitätskonzentration von Iod-131 am Sonnblick nach Fukushima (2011)  
Fig.2: Activity concentration of Iodine-131 at Sonnblick following Fukushima (2011)  
Quelle/Source: AGES



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

### Autoren/innen/Authors

Dietmar Roth  
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

## Langzeitmessung von $^{222}\text{Rn}$ -Radon-Folgeprodukten

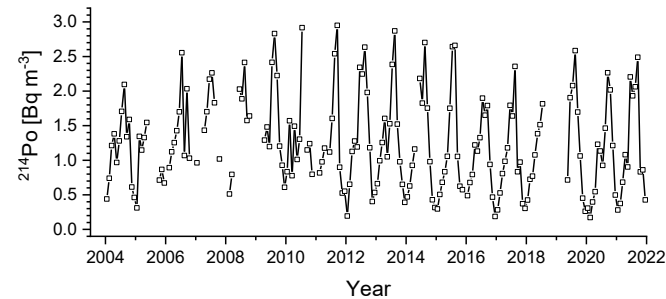


Abb.1: Monatsmittelwerte von  $^{214}\text{Po}$ -Aktivitätskonzentrationen am Sonnblick-Observatorium 2004-2021. Werte werden nur für Monate gezeigt, in denen an mehr als 14 Tagen Daten vorliegen.  
Fig.1: Monthly mean  $^{214}\text{Po}$  activity concentration at Sonnblick Observatory 2004-2021. Values are plotted only for months where data from more than 14 days are available.

Das radioaktive Edelgas  $^{222}\text{Rn}$  ( $T_{1/2} = 3.8$  Tage) entsteht durch  $\alpha$ -Zerfall von  $^{226}\text{Ra}$ , einem natürlichen Bestandteil aller Böden. Ein Teil des in der oberen ungesättigten Bodenschicht produzierten  $^{222}\text{Rn}$  gelangt durch molekulare Diffusion in die Atmosphäre und wird dort turbulent durchmischt und zerfällt. Der Fluss von  $^{222}\text{Rn}$  aus dem Boden ist zeitlich relativ konstant, wobei wegen höherer Bodenfeuchte im Winter die Exhalations-rate zu dieser Jahreszeit im Mittel etwa 30% kleiner ist als in den Sommermonaten (Karstens et al., 2015). Am Sonnblick-Observatorium messen wir seit 2004 die Aktivitätskonzentration des an Aerosole gebundenen kurzlebigen  $^{222}\text{Rn}$ -Folgeprodukts  $^{214}\text{Po}$  (Polonium ( $^{214}\text{Po}$ ), welches dort (bei Luftfeuchten < 90%) mit dem atmosphärischen  $^{222}\text{Rn}$  nahezu im Gleichgewicht steht (Levin et al., 2002).

Die Abbildung 1 zeigt die Monatsmittel von  $^{214}\text{Po}$  am Sonnblick über die letzten 18 Jahre. Leider gab es in den ersten Jahren 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.

## Long-term observations of $^{222}\text{Rn}$ Radon progeny

The radioactive noble gas  $^{222}\text{Rn}$  ( $^{222}\text{Rn}$ ,  $T_{1/2} = 3.8$  days) is produced by  $\alpha$  decay of  $^{226}\text{Ra}$ , a natural trace constituent of all soils. Part of the  $^{222}\text{Rn}$  produced in the upper unsaturated soil zone can reach the atmosphere by molecular diffusion and then underlies atmospheric mixing processes and radioactive decay. The  $^{222}\text{Rn}$  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  $^{222}\text{Rn}$  progeny  $^{214}\text{Po}$  (Polonium ( $^{214}\text{Po}$ )) at Sonnblick Observatory with the one-filter method (Levin et al., 2002). The aerosol-bound atmospheric  $^{214}\text{Po}$  activity concentration is almost in equilibrium with  $^{222}\text{Rn}$  if atmospheric humidity is smaller than about 90%.

Figure 1 shows monthly mean  $^{214}\text{Po}$  at Sonnblick Observatory for the last 18 years. Unfortunately, due to malfunction of the system in the first years 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  $^{222}\text{Rn}$  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).

Levin, I., M. Born, M. Cuntz, U. Langendörfer, S. Mantsch, T. Naegler, M. Schmidt, A. Varlagin, S. Verclas and D. Wagenbach, 2002. Observations of atmospheric variability and soil exhalation rate of Radon-222 at a Russian forest site: Technical approach and deployment for boundary layer studies. *Tellus* 54B, 462-475.

36



GeoSphere  
Austria



UNIVERSITÄT  
HEIDELBERG  
ZUKUNFT  
SEIT 1386



INSTITUT FÜR  
UMWELTPHYSIK

### Autoren/innen/Authors

Ingeborg Levin, Maksym Gachkivskyi  
Institut für Umweltp Physik, Universität Heidelberg  
Im Neuenheimer Feld 229  
D-69120 Heidelberg, Deutschland

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dipl. Ing. Gerhard Schauer  
GeoSphere Austria  
gerhard.schauer@geosphere.at  
www.sonnblick.net

## Nachruf auf Ingeborg Levin

Mit großem Bedauern mussten wir im Februar 2024 erfahren, dass Frau Ingeborg Levin im Alter von 70 Jahren am 10. Februar 2024 verstarb.

Frau Levin war eine Pionierin der Treibhausgasforschung und treibende Kraft von Umweltphysikalischen Messungen an Stationen rund um den Globus. So trägt z.B. das atmosphärische Observatorium SPUSO der Neumayer-Station III in der Antarktis ihre Handschrift. In diesem Rahmen durfte ich Frau Levin im Jahr 2014 in Heidelberg kennen lernen und zusammen mit meiner Überwinterungskollegin wurden wir in der Luftprobennahme für den Standort Neumayer-Station-III, Antarktis geschult. Diese kurzen lehrreichen Tage hinterließen einen bleibenden Eindruck. Von 2014 bis 2016 hatten wir somit die Ehre diese wichtige Forschungsarbeit von Frau Levin zu unterstützen.

Im Jahr 2016 übernahm ich die Leitung des Sonnblick Observatoriums und es war eine große Freude zu erfahren, dass Frau Levin auch ein Monitoring am Hohen Sonnblick betreute—das Radon Monitoring. Frau Levin war unsere Ansprechpartnerin für den Radonmonitor der Universität Heidelberg, der nun schon zehn Jahre am Sonnblick Observatorium misst. Die Messungen wurde im Radon Labor der Uni Heidelberg analysiert und sollten in einer neuen Datenbank öffentlich zugänglich gemacht werden. Aktuell ist nicht klar ob und wie das <sup>222</sup>Radon-Monitoring fortgeführt werden kann.

Obwohl Frau Levin 2019 in den Ruhestand trat, führte sie das Radon-Monitoring am Sonnblick Observatorium fort, analysierte alljährlich die Daten und aktualisierte den entsprechenden Beitrag in der Sonnblick Broschüre (S.36). Noch im Januar waren wir mit Frau Levin hierzu in Kontakt.

Das SBO-Team dankt Frau Levin für Ihr Engagement und die netten interessanten Gespräche. Wir werden das Andenken Frau Levin in Ehren halten. Wir trauern um einen wertvollen Menschen.

## Obituary for Ingeborg Levin

With great regret we had to be informed in February 2024 that Mrs. Ingeborg Levin passed away at the age of 70 on February 10, 2024.

Mrs. Levin was a pioneer of greenhouse gas research and a driving force behind environmental physics measurements at stations around the globe. For example, the atmospheric observatory SPUSO at Neumayer Station III in Antarctica has her signature. In this context, I was able to meet Ms. Levin in Heidelberg in 2014 and, together with my overwintering colleague, we were trained in air sampling for the Neumayer Station III site in Antarctica. These short, instructive days left a lasting impression. From 2014 to 2016, we had the honor of supporting Ms. Levin's important research work.

In 2016, I took over the management of the Sonnblick Observatory and it was a great pleasure to discover that Ms. Levin was also in charge of a monitoring at Hoher Sonnblick - the radon monitoring. Ms. Levin was our contact person for the Heidelberg University radon monitor, which has now been measuring at the Sonnblick Observatory for about ten years. The measurements were analyzed in the radon laboratory of the University of Heidelberg and was planned to be made publicly accessible in a new database. It is currently unclear whether and how the <sup>222</sup>radon monitoring at the Sonnblick Observatory can be continued.

Although Ms. Levin retired in 2019, she continued the radon monitoring at the Sonnblick Observatory, analysed the data every year and updated the corresponding article in the Sonnblick brochure (p. 36). We were still in contact with Ms. Levin about this in January 2024.

The SBO team would like to thank Ms. Levin for her commitment and the pleasant and interesting conversations. We will honor the memory of Mrs. Levin. We mourn the loss of a precious person.

### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) GeoSphere Austria

Leiterin Abteilung Sonnblick Observatorium

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig

GeoSphere Austria, Departement Sonnblick Observatory

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

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

### WADOS: Saurer Regen und Überdüngung

### WADOS: Acid Rain and Nitrogen Input

38



Abb.1: WADOS – Niederschlagssammler am Sonnblick  
Fig.1: WADOS – Wet and Dry Only Sampler at Sonnblick  
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 im Hochgebirge. 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, neben anderen Komponenten, 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.

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.

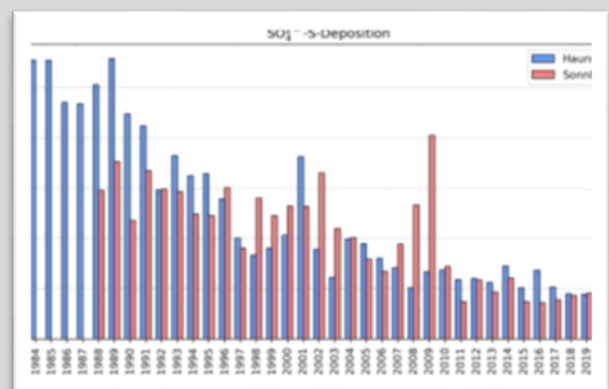


Abb.2: Zeitlicher Verlauf des Eintrags durch Nasse Deposition von Sulfat  
Fig.2: Temporal trend of wet deposition loads of sulfate  
Quelle/Source: Bericht zur Nassen Deposition in Salzburg (2021)

### Projekt: Plastic Alps

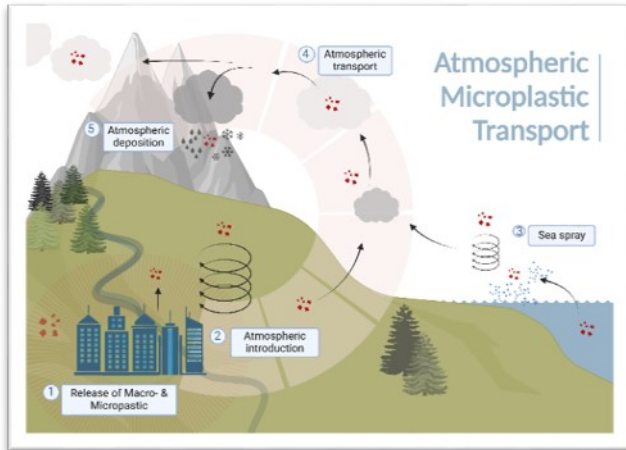


Abb.1: Atmosphärischer Transport von Mikroplastik ins Hochgebirge  
Fig.1: Atmospheric transport of microplastics to the high mountains

Plastikpartikel, die kleiner als fünf Millimeter sind, werden als Mikroplastik (MP) bezeichnet. MP konnte bereits in sehr entlegenen Regionen der Welt nachgewiesen werden. Die atmosphärische Verbreitung von MP ist dabei entscheidend. Die atmosphärischen Transportprozesse und besonders die Ablagerung von MP aus der Atmosphäre sind jedoch noch weitestgehend unbekannt.

Im OeAD Sparkling Science Projekt „Plastic.Alps“ werden atmosphärische Depositionsproben vom Geosphere Sonnblick Observatorium (SBO) auf MP analysiert, die vom Österreichischen Umweltbundesamt über drei Jahre gesammelt wurden. Neben der Gesamtdosition wurde auch die trockene/nasse Deposition getrennt beprobt, um Zusammenhänge der MP-Konzentration mit meteorologischen Parametern zu ermitteln. In Kooperation mit Dr. Martinetti vom National Research Institute for Agriculture, Food and the Environment (INRAE) werden die Luftmassenwege zurückverfolgt, die das MP zum SBO transportiert haben. Damit wird ein möglicher Zusammenhang zwischen MP Quellen und der gemessenen MP Konzentration in den Depositionen überprüft. Die Ergebnisse dieser Studie helfen dabei, atmosphärische Transport- und Depositionsprozesse von MP besser zu verstehen.

### Project Plastic Alps

Plastic particles smaller than five millimetres are referred to as microplastics (MP). MP has already been detected in very remote regions of the world. The atmospheric transport of MP is crucial here. However, the atmospheric transport processes and especially the deposition of MP from the atmosphere are still largely unknown.

In the OeAD Sparkling Science project "Plastic.Alps", atmospheric deposition samples from the Geosphere Sonnblick Observatory (SBO) are analysed for MP, which were collected by the Environment Agency Austria over a period of three years. In addition to total deposition, dry/wet deposition was also sampled separately in order to determine correlations between MP concentrations and meteorological parameters. In cooperation with Dr. Martinetti from the National Research Institute for Agriculture, Food and the Environment (INRAE), the air mass paths that transported the MP to the SBO were traced. In this way, a possible connection between MP sources and the measured MP concentration in the depositions will be examined. The results of this study will help to better understand atmospheric transport and deposition processes of MP.

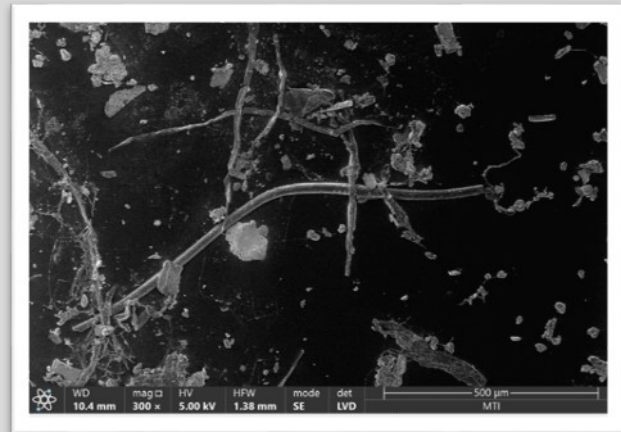


Abb.2: Aufnahme von atmosphärischen Fragmenten und Fasern, aufgenommen mit einem Axia™ ChemiSEM™ Scanning Elektronen Mikroskop.  
Fig.2: Image of atmospheric particulate matter, taken with the Axia™ ChemiSEM™ Scanning Electron Microscope.  
Quelle/Source: Sophia Mützel

#### Autoren/innen/Authors

S. Mützel<sup>1)</sup>, B. Sattler<sup>1)</sup>, W. Moche<sup>2)</sup>, G. Gerdtz<sup>3)</sup>,  
M.G.J. Löder<sup>4)</sup>, S. Kernchen<sup>4)</sup>, C. Laforsch<sup>4)</sup>, D. Martinetti<sup>5)</sup>

- 1) Department of Ecology, University of Innsbruck, Austria
- 2) Environment Agency Austria
- 3) Biological Institute Helgoland of the Alfred Wegener Institute, Helmholtz Centre for Polar Marine Research, Germany
- 4) Chair of Animal Ecology, University of Bayreuth, Germany
- 5) National Research Institute for Agriculture, Food and the Environment, UR BioSP, INRAE, France

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

M.Sc. Sophia Mützel, PhD Student

University of Innsbruck, Department of Ecology

Email: Sophia.Muetzel@uibk.ac.at www.plasticalps.com

# Forschungsaktivitäten Research Activities

Deposition: Niederschlag (Regen, Schnee, Eis)  
Deposition: Precipitation (Rain, Snow, Ice)

## NISBO

### Stabile Isotope in Regen und Schnee

40

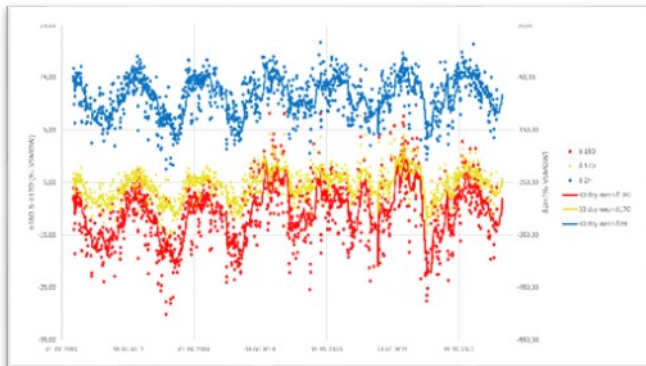
GeoSphere  
Austria

Abb.1: Tägliche Isotopenwerte und 30-tägiger Mittelwert der Niederschläge am Sonnblick, Sommer 2016 bis Ende 2022

Fig.1: Daily isotope values and 30 day running mean for precipitation at Sonnblick, summer 2016 to end of 2022

Wasser, bzw. seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff treten in unterschiedlichen Isotopen (Atome verschiedenen Gewichts) auf. D.h. es ist immer ein sehr geringer Anteil an den schweren Isotopen  $^2\text{H}$  (Deuterium, Wasserstoff mit einem zusätzlichen Neutron),  $^{17}\text{O}$  und  $^{18}\text{O}$  (Sauerstoff mit einem, bzw. zwei zusätzlichen Neutronen) vorhanden. Aufgrund dieser Gewichtsunterschiede kommt es bei Verdunstung und Niederschlag zu Fraktionierungseffekten (leichte Isotope verdunsten zuerst, schwere Isotope regnen zuerst ab).

Daher lassen sich die Anteile bzw. Verhältnisse der Isotopen verwenden, um Rückschlüsse über die Herkunft des Wassers zu treffen.

Hierzu werden auf dem Sonnblick täglich Niederschlagsproben gesammelt und unter Anwendung moderner Laser Absorptions-Spektroskopie (OA-ICOS) ausgewertet. Änderungen in der Isotopensignatur werden als Delta Werte in ‰ Abweichung vom durchschnittlichen Ozeanwasser (VSMOW) dargestellt.

Die seit August 2016 untersuchten Isotopendaten vom Sonnblick zeigen im Mittel ausgeprägte saisonale Schwankungen (bis zu 25 ‰ bei  $\delta^{18}\text{O}$ ) und Differenzen zwischen den Jahren (Abb.1). Diese sind zwar auch aus Monatsmischproben des österreichischen Netzwerkes von Niederschlagsisotopen (ANIP) bekannt, wenn auch nicht von einer Station in einer derart exponierten Position wie der Sonnblick.

## NISBO

### Stable Isotopes in Meteoric Precipitation

Water, or rather, its contents Hydrogen and Oxygen occur in different isotopes (atoms of differing weights), i.e. there is always a very small amount of the heavy isotopes  $^2\text{H}$  (Deuterium, Hydrogen with an additional Neutron),  $^{17}\text{O}$  and  $^{18}\text{O}$  (Oxygen with one, respectively two additional Neutrons) contained in water. Because of their weight differences water fractionates during evaporation and precipitations (light isotopes evaporate first, heavy isotopes rain out first).

Hence the contents, or rather ratios, of isotopes can be used to draw conclusions about the origin of water.

For this, we are collecting daily precipitation samples on Sonnblick which get analyzed using modern laser absorption spectroscopy (OA-ICOS). Changes in isotope signature are shown as delta values in ‰ of difference to mean ocean water (VSMOW).

The Sonnblick stable isotope data collected and analyzed since August 2016 show pronounced seasonal variations (up to 25 ‰ for  $\delta^{18}\text{O}$ ) and differences between the years (Fig. 1) which compare well to the data available from the Austrian Network of Isotopes in Precipitation and Surface Waters (ANIP) where similar variations are known, albeit from monthly data and not from a station with a location as exposed as Sonnblick.

As shown in Fig. 1 there can be significant differences in isotope between single precipitation events. For example from December 27. to December 28. 2017  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^2\text{H}$  drop from 8,07 and 85,89 ‰ VSMOW to 30,14 and 224,60 ‰ VSMOW and from March 04. to March 05. 2020 they rise from 22,10 and -172,04 ‰ VSMOW to 2,22 and 47,05 ‰ VSMOW.

These very noticeable changes are explained by the low temperatures and altitude effect strongly influencing the variable composition of rain and snow. 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



Wie in Abb. 1 ersichtlich, gibt es auch zwischen den einzelnen Niederschlagsereignissen teils deutliche Unterschiede in der Isotopie. So verringern sich z.B. vom 27.12. auf den 28.12.2017  $\delta^{18}\text{O}$  und  $\delta^2\text{H}$  von  $\text{‰}8,07$  und  $\text{‰}85,89$  ‰ VSMOW auf  $\text{‰}30,14$  und  $\text{‰}224,60$  ‰ VSMOW, und vom 04.03. auf den 05.03.2020 erhöhen sie sich von  $\text{‰}22,10$  und  $\text{‰}172,04$  ‰ VSMOW auf  $\text{‰}2,22$  und  $\text{‰}47,05$  ‰ VSMOW.

Diese deutlichen Schwankungen werden 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. Darüber hinaus spielen auch die Niederschlagsmengen selbst und ereignisbezogener Niederschlag und Wiederverdunstung eine wichtige Rolle. Plottet man  $\delta^{18}\text{O}$  gegen  $\delta^2\text{H}$  (Abb.2), zeigen die Daten vom Sonnblick einen typischen Trend, in dem der Großteil der Daten der weltweiten meteorische Wasserlinie (GMWL [1]), bzw. auch der Österreichischen meteorischen Wasserlinie (AMWL [2]) folgt.

Parallel dazu fallen auch viele Datenpunkte auf, die teils deutlich von der GWML abweichen (maximale Werte bis hin zu  $\delta^{18}\text{O}$  14,6;  $\delta^2\text{H}$   $\text{‰}27,5$ , bzw.  $\delta^{18}\text{O}$  8,1;  $\delta^2\text{H}$  16,7 ‰ VSMOW). Auch hierbei zeigt sich das die hochaufgelösten Tagesdaten mitunter deutlich von den üblichen Monatsdaten abweichen können.

Dank der Kooperationspartner entsteht ein einzigartiger hochaufgelöster NISBO-Datensatz, der wissenschaftliche, Wasserversorgungs- und Ingenieursprojekte in Bezug auf die Bestimmung von Herkunft, Alter und Wasserkreislauf der am Hohen Sonnblick vorkommenden Wässer unterstützen kann.

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

[2] HAGER, B. & FOELSCH, U. (2015): Stable isotope composition of precipitation in Austria. AJES, 108: 2-13

provenance. Changing precipitation amounts and rainfall event-based moisture (re)cycling and (re)evaporation also play an important role. When plotting  $\delta^{18}\text{O}$  against  $\delta^2\text{H}$  (Fig. 2) the data from Sonnblick show a typical trend in which the majority of data follows the global mean water line (GMWL [1]), or also the Austrian mean water line (AMWL [2]).

Next to these data, many data points that divert significantly from the GWML are notable (maximum values of up to  $\delta^{18}\text{O}$  14,6;  $\delta^2\text{H}$   $\text{‰}27,5$  and  $\delta^{18}\text{O}$  8,1;  $\delta^2\text{H}$  16,7 ‰ VSMOW respectively). This too shows that high resolution daily data can significantly differ from the usual monthly data.

Thanks to the cooperation partners, a unique high-resolution NISBO data set is being created that can support scientific, water supply and engineering projects with regards to determining the origin, age and water cycle of the waters occurring on Sonnblick.

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

[2] HAGER, B. & FOELSCH, U. (2015): Stable isotope composition of precipitation in Austria. AJES, 108: 2-13

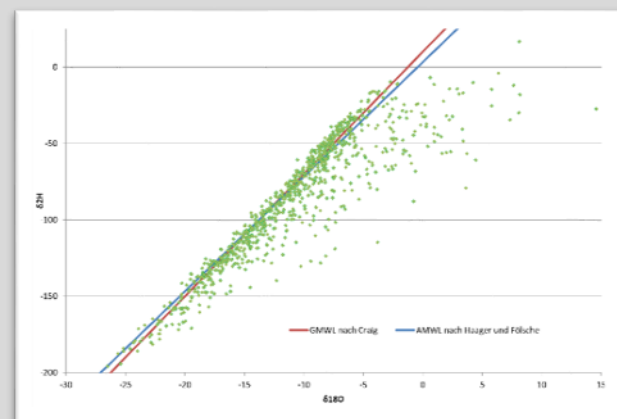


Abb.2: Tägliche Isotopenwerte vom Sonnblick, verglichen mit den meteorischen Wasserlinien

Fig.2: Daily isotope values from Sonnblick, compared to the meteoric water lines  
Quelle/Source: Isolab Salzburg

### Autoren/innen/Authors

J. Haas<sup>1</sup>, G. Höfer-Öllinger<sup>2</sup>, E. Ludewig<sup>3</sup> & A. Zünterl<sup>1</sup>  
1) GEOCONSULT ZT GmbH, Urstein Süd 13, 5412 Puch bei Hallein  
2) Dr. Giorgio Höfer Ziviltechniker GmbH, Passauer Straße 2c, 5163 Mattsee  
3) Geosphere Austria, Akademiestraße 39, 5020 Salzburg

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Johannes Haas  
Institut: GEOCONSULT ZT GmbH  
Email: johannes.haas@geoconsult.com  
Webseite/webpage: www.geoconsult.com

### Lidar-basierte Schneetiefenmessung auf Seilbahnen

### Lidar-Based Snow Depth Measurement on Cable Cars

42



GeoSphere  
Austria



Abb.1: Automotive lidar auf der Gondel in zwei Konfigurationen.  
Fig.1: Automotive lidar on Gondola with two configurations  
Quelle/Source: Berin Dikic & Christoph Gaisberger

Bei einer Forschungsinitiative am Sonnblick wurde die Verwendung von Lidar-Sensoren auf Seilbahnen zur Schneetiefenmessung getestet. Ziel war, die Genauigkeit und Effizienz gegenüber herkömmlichen, oft kosten- und zeitintensiven Methoden zu steigern, was für die Vorhersage von Naturkatastrophen wie Überschwemmungen und Lawinen wichtig ist.

Am 21.03.23 wurde ein Lidar-basiertes Sensorsystem an der Seilbahn installiert, um die Umgebung zu scannen und detaillierte Karten zu erstellen, die dann auf Schneetiefenänderungen hin analysiert wurden. Die Studie beinhaltete vier Durchläufe mit einer einheitlichen Seilbahnkonfiguration und einer Kombination aus Lidar und terrestrischem Laserscanner (TLS) zur Datenerhebung. Trotz Herausforderungen bestätigten die Experimente die Durchführbarkeit dieser Methode.

Das Projekt untersuchte den Einsatz von Lidar-Systemen an Seilbahnen für die präzise Schneemessung in Bergregionen. Die ersten Ergebnisse zeigen das Potenzial der Technologie für Umweltüberwachung und Naturkatastrophenvorhersage. Ein Beitrag hierzu wird aktuell für das Journal of Glaciology vorbereitet.

In a research initiative at Sonnblick, the use of lidar sensors on cable cars for snow depth measurement was tested. The aim was to enhance accuracy and efficiency compared to traditional methods, which are often costly and time-consuming, crucial for predicting natural disasters like floods and avalanches.

On 21.03.23, a lidar-based sensor system was installed on the cable car to scan the surroundings and create detailed maps, which were then analyzed for changes in snow depth. The study included four runs with a consistent cable car configuration and a combination of lidar and terrestrial laser scanner (TLS) for data collection. Despite challenges, the experiments confirmed the feasibility of this method.

The project explored the use of lidar systems on cable cars for precise snow measurement in mountainous regions. The initial results demonstrate the technology's potential for environmental monitoring and predicting natural disasters. A related article is currently being prepared for submission to the Journal of Glaciology.

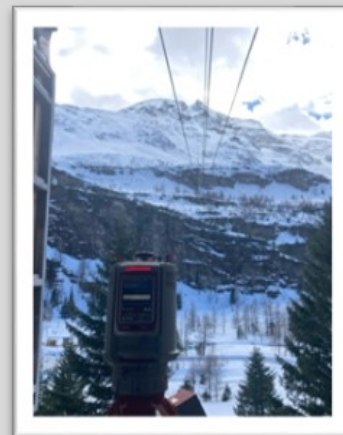


Abb.2: Verfolgung der Messung von der Sonnblick Talstation aus  
Fig.2: Tracking the measurement from the Sonnblick valley station  
Quelle/Source: Berin Dikic & Christoph Gaisberger

#### Autoren/innen/Authors

Thomas Goelles<sup>1,2)</sup>, Berin Dikic<sup>2)</sup>, Christoph Gaisberger<sup>1)</sup>, Birgit Schlager<sup>1,2)</sup>

1) Institute of Geography and Regional Science, University of Graz

2) Virtual Vehicle Research GmbH

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Thomas Goelles, PhD

Institut/e: University of Graz

Email: thomas.goelles@uni-graz.at

Webseite/webpage: <https://geographie.uni-graz.at/>

### Schneechemie



Abb.1: Schneeprobennahme  
Fig.1: Collection of samples

Quelle/Source: GeoSphere Austria/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 (e.g. Greilinger & Kasper-Giebl, *Oxford Research Encyclopedia of Climate Science*, 2021).

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

### 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 (e.g. Greilinger & Kasper-Giebl, *Oxford Research Encyclopedia of Climate Science*, 2021).

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)

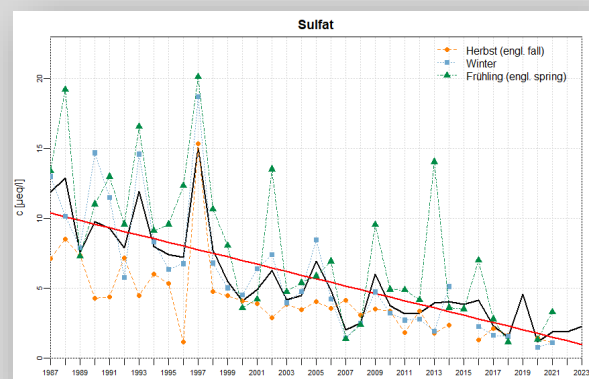


Abb.2: Trendanalyse für Sulfat von 1987-2024

Fig.2: Temporal trend of Sulfate from 1987-2024

Quelle/Source: GeoSphere Austria/M. Greilinger

### VAO—Schadstoffmonitoring

### VAO Monitoring of persistent pollutants

44



Abb.1: Probensammelgeräte für persistente Schadstoffe am Hohen Sonnblick

Das aktuelle Projekt VAO-Monitoring setzt eine nunmehr 17-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 Rahmen des Projektes Pure Alps auch Quecksilber und perfluorierte Tenside (PFT) im Niederschlag gemessen. Aktuell wird versucht das Monitoring um die Schadstoffgruppen der Polychlorierten Naphthaline und der Chlorparaffine zu erweitern.

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. (Pure Alps Abschlussbericht: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/dp156.pdf>)

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 .

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. Efforts are currently being made to include the pollutant groups of polychlorinated naphthalenes and chlorinated paraffines into the monitoring.

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 (Report: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/dp156.pdf>).

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.

die Umweltforschungsstation Schneefernerhaus. In dieser Kooperation können Unterschiede im Eintrag der Schadstoffe zwischen Nördlichen Kalkalpen und Zentralalpen erfasst werden. Zudem werden Synergien in Probenahmetechnik und Analytik genutzt.

Die Luft- und Depositionsprobenahme erfolgt mit teil-automatischen 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 Adsorbiermaterial saugen.

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

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

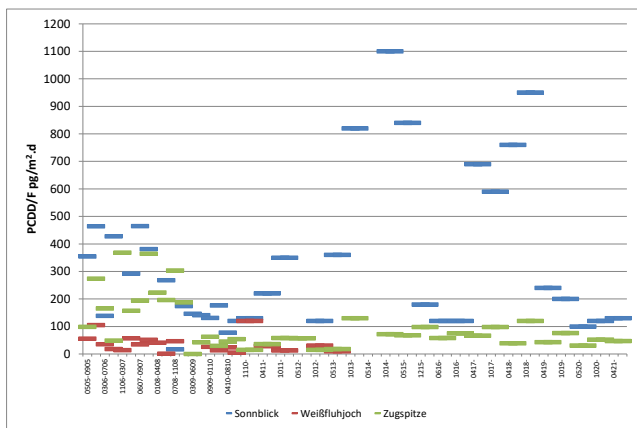


Abb.2: Einträge durch Deposition für PCDD/F am Sonnblick (A) und an der Zugspitze (D) von 2005 bis 2021 und am Weißfluhjoch (CH) bis 2013  
Fig.2: Deposition rates at Mount Sonnblick (A) and Mount Zugspitze (D) from 2005 to 2021 and at Mount Weißfluhjoch (CH) until 2013  
Quelle/Source: Umweltbundesamt 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.

In the ultra-trace laboratories of Environmental Agency Austria and Bavarian Environmental Agency the cartridges are analysed for a wide range of substances.

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.

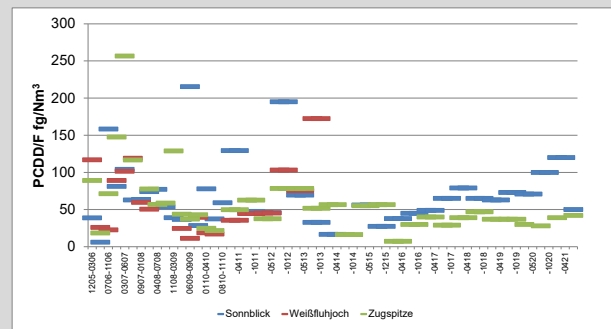


Abb.3: PCDD/F Luftkonzentrationen am Sonnblick (A), an der Zugspitze (D) von 2005 bis 2021 und am Weißfluhjoch (CH) bis 2013

Fig.3: Ambient air concentrations for PCDD/F at Mount Sonnblick (A) and Mount Zugspitze (D) from 2005 to 2021 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

## 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

## Ansprechpartner/in/Contact Person

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

### Spurengasmessung am Hohen Sonnblick

### Monitoring of traces gases at Mt. Hoher Sonnblick

46

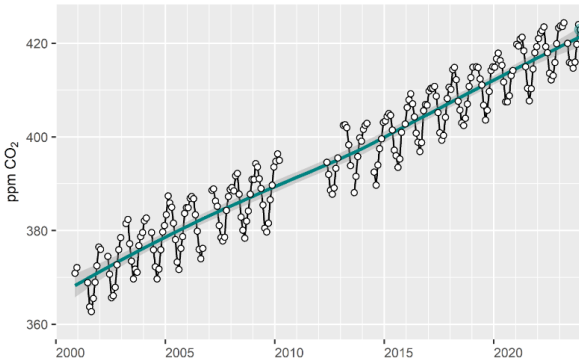


Abb.1: Monatsmittelwerte der CO<sub>2</sub>-Konzentration, 2001-2023  
Fig.1: Monthly mean values of CO<sub>2</sub>-concentration, 2001-2023  
Quelle/Source: Umweltbundesamt

Since 1989, 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>, NO<sub>x</sub>), sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) and the greenhouse gases methane (CH<sub>4</sub>) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). The monitoring site is part of the "Global Atmosphere Watch" program (GAW) of the Meteorological World Organization (WMO). 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.

Das Umweltbundesamt führt seit 1989 Messungen von Spurengasen am Sonnblick durch. Erfasst werden die Luftschadstoffe Ozon (O<sub>3</sub>), Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffoxide (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) sowie die Treibhausgase Methan (CH<sub>4</sub>) und Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>). Die Messstelle trägt zum „Global Atmosphere Watch“-Programms (GAW) der Meteorologischen Weltorganisation (WMO) bei. Ziele sind die Erforschung des großräumigen Schadstofftransports über Mitteleuropa und die Langzeitüberwachung von Schadstofftrends in den Alpen.

In April 2023, the measured concentrations of carbon dioxide and methane at Sonnblick reached the highest value since the start of monitoring. The monthly average of CO<sub>2</sub> was 425.3 ppm and of CH<sub>4</sub> 2.014 ppm. These values confirm the continuously increasing trend of the two most important greenhouse gases in Austria and worldwide.

Im April 2023 erreichten die gemessenen Konzentrationen von Kohlendioxid und Methan am Sonnblick die höchsten Werte seit Messbeginn. Das Monatsmittel von CO<sub>2</sub> lag bei 425,3 ppm und von CH<sub>4</sub> bei 2,014 ppm.

The main sources of carbon dioxide are industry, energy production, transport and buildings that use fossil fuels. In 2022, CO<sub>2</sub> accounted for the largest share (approx. 84 percent) of total greenhouse gas emissions in Austria. Methane is primarily produced during microbiological fermentation processes in landfills or in the stomachs of ruminants (cattle). CH<sub>4</sub> is the second most important greenhouse gas in Austria, with a share of more than 9 percent in 2022.

Diese Werte bestätigen den kontinuierlich steigenden Trend dieser zwei wichtigsten Treibhausgase in Österreich und weltweit.

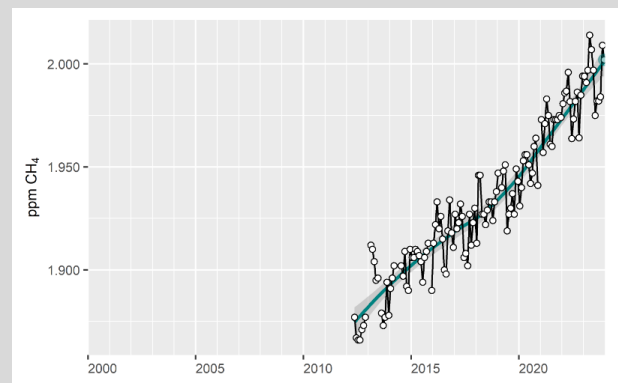


Abb.1: Monatsmittelwerte der CH<sub>4</sub>-Konzentration, 2012-2023  
Fig.1: Monthly mean values of CH<sub>4</sub>-concentration, 2012-2023  
Quelle/Source: Umweltbundesamt

Die Hauptquellen für Kohlendioxid sind Industrie, Energieerzeugung, Verkehr und Gebäude, in denen fossile Brenn- oder Treibstoffe eingesetzt werden. CO<sub>2</sub> hatte 2022 den größten Anteil (ca. 84 Prozent) an den gesamten Treibhausgas-Emissionen in Österreich. Methan entsteht in erster Linie bei mikrobiologischen Gärungsprozessen auf Deponien oder in den Mägen von Wiederkäuern (Rinderhaltung). CH<sub>4</sub> ist in Österreich das zweitwichtigste Treibhausgas, im Jahr 2022 mit einem Anteil von mehr als 9 Prozent.

## 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 Luftprobenahme-techniken gelegt. Diese Methoden wurden in das nationale Monitoring-netzwerk (MONET CZ) integriert. Basierend auf diesen Erfahrungen wurde in der Folge ein europaweites Langzeitmonitoring Programm an Hintergrundstandorten mit diesen Passivsammlern vorgeschlagen. Derzeit umfasst dieses Netzwerk (MONET Europe) 37 europäische Staaten. Das Sonnblick Observatorium ist Teil des europäischen Messnetzes MONET Europa. Im Rahmen dieses Netzwerkes wird die Verteilung der POPs in Europa mit einfachen, geräusch-losen 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 be-trieben wird, gesammelt (<http://www.genasis.cz/index-en.php>).

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

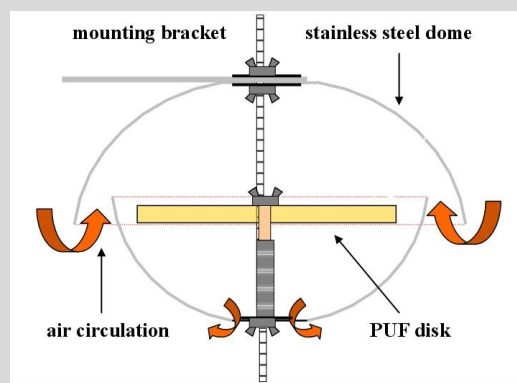


Abb.2: Passive Sammler, Schnitt  
Fig.2: Passive Sampler in section  
Quelle/Source: Rcetox, Brno

### 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/>

### Waldbrand Kanada (Herbst 2023)

48

Am Sonnblick wurden im September/Oktober 2023 mehrere Anstiege der Kohlenmonoxid-Konzentration (CO) gemessen (Abb. 1).

Um potentielle Quellen bestimmen zu können, wurde der Zeitraum 15.9. bis 14.10.2023 mit dem Modell WRF-Chem auf einer quasi-globalen Domäne 60°S bis 80°N simuliert. Zu beachten ist, dass in der Modellierung nur Emissionen aus natürlichen Quellen (z.B. Waldbrände, Wüstenstaub) berücksichtigt wurden. Jegliche Anstiege im modellierten Kohlenmonoxid können also direkt auf die Quelle Waldbrand zurückgeführt werden.

Die CO-Vorhersagen von WRF-Chem wurden auf den Standort der Sonnblick-Station interpoliert und mit den Messungen der Station verglichen (Abb. 1).

Zu Beginn der betrachteten Episode wurden am Sonnblick CO-Konzentrationen von etwa 120 µg/m<sup>3</sup> gemessen. Das Modell zeigt, dass an diesen Tagen nur sehr wenig CO aus Waldbränden am Sonnblick angekommen ist. Erst am 23./24.9. wurde ein Anstieg von CO auf über 150 µg/m<sup>3</sup> gemessen, welches dem Modell nach aus Waldbränden stammte.

Am 30.9. stieg die gemessene CO-Konzentrationen stark an, die höchste Konzentration wurde am 1.10. um 5:00 MEZ mit 528 µg/m<sup>3</sup> gemessen. Die deutliche CO-Spitze wurde vom Modell WRF-Chem nicht erfasst.

Dieser CO-Anstieg wurde auch von einigen ICOS-Stationen, wie z.B. der italienischen Station „Monte Cimone“ und den deutschen Stationen „Schauinsland“ und „Zugspitze“ gemessen, weshalb eine lokale Quelle für den CO-Anstieg ausgeschlossen werden konnte.

Mit dem Modell FLEXPART wurde eine Rückwärtsrechnung durchgeführt, um das Herkunftsgebiet eingrenzen zu können. Die Luftmasse, welche am 1.10. am Sonnblick angekommen ist, lag ein paar Tage davor noch über dem Atlantik (Abb. 2) und zog dann weiter Richtung Osten, was auch durch Messungen der CO-Gesamtsäule des Tropospheric Monitoring Instruments (TROPOMI) des Sentinel-5P Satelliten (Abb. 3 und Abb. 4) bestätigt wurde. Damit konnten die Waldbrände in Kanada als Quelle der gemessenen CO-Spitze vom 1.10. identifiziert werden.

Neben der markanten Spitze am 1.10. wurde am Sonnblick am 6.10. eine weitere CO-Spitze mit 241 µg/m<sup>3</sup> gemessen (Abb. 1). Dieser CO-Anstieg wurde vom Modell WRF-Chem vorhergesagt, weshalb auch diese CO-Spitze dem Transport aus Waldbrandregionen zugeordnet werden konnte.

### Canadian Wildfires (Autumn 2023)

Several increases in the carbon monoxide (CO) concentrations were measured at Sonnblick in September/October 2023 (Fig. 1).

The episode from 15/9 to 14/10/2023 has been simulated with the model WRF-Chem on a quasi-global domain (60°S to 80°N) to determine potential sources. It should be noted that only emissions from natural sources (e.g., forest fires, desert dust) were taken into account in the modeling. Any increases in the modeled CO concentration can therefore be directly attributed to forest fires.

The modeled CO from WRF-Chem was interpolated to the location of Sonnblick and compared with the CO measurements from the measuring station (Fig. 1).

In the first days of the episode, CO concentrations of around 120 µg/m<sup>3</sup> were measured at Sonnblick. The model shows that almost no CO from forest fires reached Sonnblick during these days. The CO concentration soared above 150 µg/m<sup>3</sup> on 23/9 and 24/9, which according to the model was caused by forest fires.

The measured CO escalated on 30/9, the highest concentration was measured on 1/10 at 5:00 CET with 528 µg/m<sup>3</sup>. This CO peak was not detected by the WRF-Chem model.

The high CO values on 1/10 were also measured by some ICOS stations, such as the Italian station “Monte Cimone” and the German stations “Schauinsland” and “Zugspitze”, which is why a local source for the CO increase could be ruled out.

A backward calculation was carried out using the FLEXPART model in order to be able to narrow down the area of origin. The air that has arrived at Sonnblick on 1/10 was located over the Atlantic Ocean five days earlier (Fig. 2) and then moved further east, which was also confirmed by the CO total column measurements from the Tropospheric Monitoring Instrument (TROPOMI) of the Sentinel-5P satellite (Fig. 3 and Fig. 4). Thus, the forest fires in Canada were identified as the source of the measured CO peak on 1/10.

In addition to the peak on 1/10, another CO peak (241 µg/m<sup>3</sup>) was measured at Sonnblick on 6/10 (Fig. 1). The model WRF-Chem predicted this increase in CO, which is why this peak CO can also be attributed to transport from forest fires.



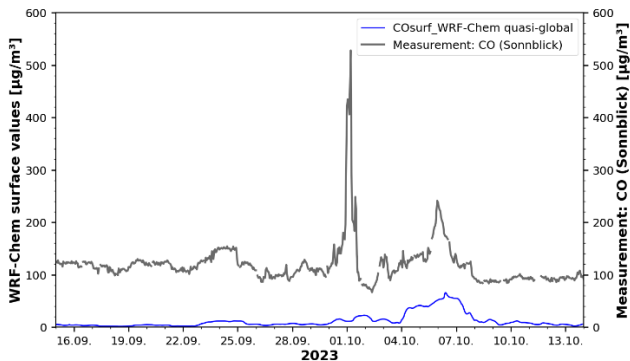


Abb. 1: CO-Messungen am Sonnblick (graue Linie) und die Vorhersagen von WRF-Chem (blaue Linie) im Zeitraum 15.9. und 14.10.2023.  
Fig. 1: CO-measurements from Sonnblick (grey line) and the WRF-Chem forecasts (blue line) from 15/9 to 14/10/2023.

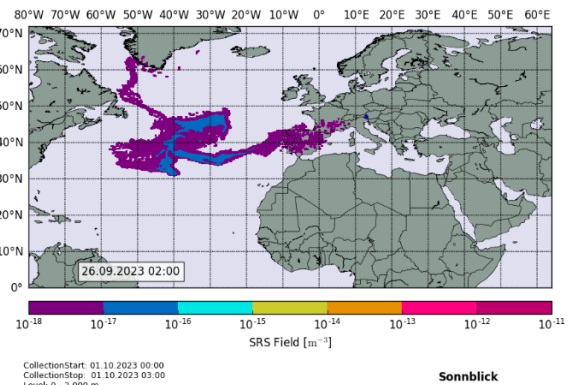


Abb. 2: FLEXPART Quellrezeptorsensitivität (QRS) für den 1.10.2023, Rückwärtsrechnung für 5 Tage.  
Fig. 2: FLEXPART Source-Receptor-Sensitivity (SRS) for 1/10/2023, backward modeling for five days.

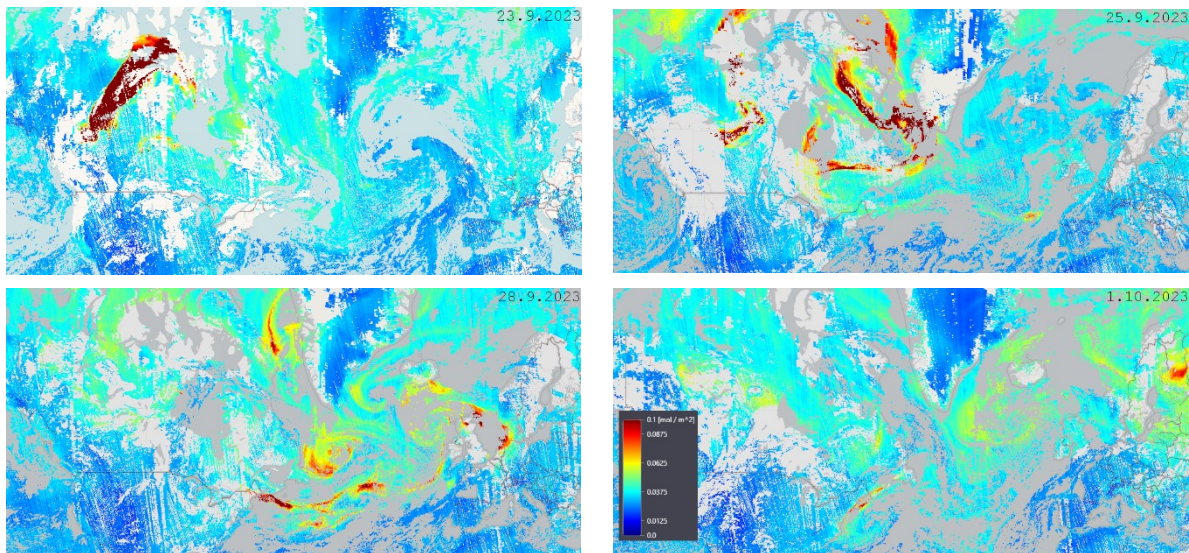


Abb. 3: Kohlenmonoxid Gesamtsäule gemessen von TROPOMI (Satellit: Sentinel-5P) am 23.9., 25.9., 28.9. und 1.10.2023.

Fig. 3: CO total column measurements from TROPOMI (satellite: Sentinel-5P) on 23/9, 25/9, 28/9, and 1/10/2023.

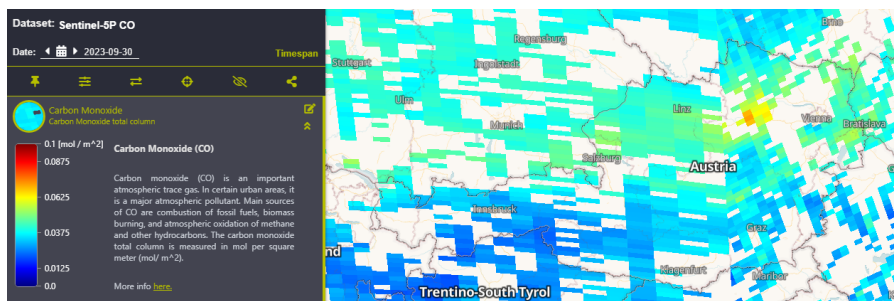


Abb. 4: Kohlenmonoxid Gesamtsäule gemessen von TROPOMI (Satellit: Sentinel-5P) am 30.9.2023 über Österreich.

Fig. 4: CO total column measurements from TROPOMI (satellite: Sentinel-5P) on 30/9/2023 over Austria.  
Quelle/Source: EO Browser (<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>)

### Aerosol-Monitoring am SBO: GAW & ACTRIS

50



GeoSphere  
Austria



Das Sonnblick Observatorium ist dank seiner exponierten, nahezu emissionsfreien Lage ein idealer Standort zur Untersuchung des atmosphärischen Ferntransports. Unter Ferntransport verstehen wir die luftgetragene Beförderung von Partikeln und Spurengasen durch die Atmosphäre mit Hilfe der Luftströmungen. Aufgrund der Höhe des Standorts des SBOs (über 3.100m) erreichen uns nicht nur Luftmassen aus Europa, sondern auch vom amerikanischen oder afrikanischen Kontinent, sowie auch aus Asien und den Nordpolarregionen. In den Luftströmungen werden verstärkt Chemikalien, Schadstoffe (z.B. Pestizide), aber speziell auch Aerosolpartikel untersucht. **Aerosolpartikel sind winzige kleine Teilchen oder Tröpfchen**, die eine große Wirkung auf unsere Umwelt zeigen. Je nach Zusammensetzung kühlen oder erwärmen sie die Atmosphäre, bilden die Grundlage für die Entstehung von Wolken und beeinflussen in der Folge die Art und Menge des Niederschlags. Besser bekannt unter dem Namen „Feinstaub“ spielen Aerosole auch eine bedeutende Rolle bei gesundheitsrelevanten Fragestellungen.

Die Aerosolmessungen am Sonnblick Observatorium liefern Grundlagen für all diese Themenbereiche.

#### GAW—Global Atmosphere Watch:

Im Jahr 2012 startete die GeoSphere Austria in Zusammenarbeit mit dem österreichischen Umweltbundesamt und der Technischen Universität Wien das Aerosolmonitoring, welches vom Bundesministerium BMK, den Ländern Kärnten und Salzburg im Rahmen des internationalen Monitoringprogramms „Global Atmosphere Watch (GAW)“ der Weltmeteorologischen Organisation (WMO) gefördert wird. Seither liefert das Observatorium rund um die Uhr, 365 Tage im Jahr, einen Einblick in die Menge und Beschaffenheit der Aerosolpartikel fernab von menschlichen Emissionen. Dabei kann der Ferntransport von Staub aus natürlichen Quellen (z.B. Wüstensand oder Vulkanasche), aber auch der Einfluss anthropogener Quellen gut erkannt werden.

Verantwortlich für den operationellen Betrieb des Aerosolmonitoring ist Aerosol-in-situ-Operator Gerhard Schauer, der im Laufe der Zeit viel Herzblut in die Qualität und Quantität des Monitorings steckte, spezielle Prüfprotokolle und Prüftools entwickelte, damit das SBO hochqualitative, wissenschaftlich anwendbare und vertrauenswürdige Daten liefert.

### Aerosol-Monitoring at SBO: GAW & ACTRIS

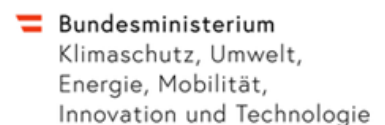
The Sonnblick Observatory is an ideal location for studying atmospheric long-range transport due to its exposed, almost emission-free location. By long-range transport we understand the airborne transportation of particles and substances through the atmosphere with the help of air flows. Due to the altitude of the SBO's location (above 3,100m) air masses reach us not only from Europe, but also from the American and African continents, as well as from Asia and the north polar regions. Chemicals, pollutants (e.g. pesticides) and especially aerosol particles are increasingly being analyzed in the air masses.

**Aerosol particles are tiny little particles or droplets** that have a major impact on our environment. Depending on their composition, they cool or warm the atmosphere, providing the basis for the formation of clouds and subsequently influencing the type and amount of precipitation. Furthermore, elevated concentrations of aerosol particles cause adverse health effects. Better known as “particulate matter”, aerosols also play an important role in health-related issues. The aerosol measurements at the Sonnblick Observatory provide the basis for all these topics.

#### GAW—Global Atmosphere Watch:

In 2012, GeoSphere Austria, in cooperation with the Austrian Environmental Agency and the Vienna University of Technology, initiated the aerosol monitoring, which is funded by the Federal Ministry BMK, the provinces of Carinthia and Salzburg as part of the international monitoring program “Global Atmosphere Watch (GAW)“ of the World Meteorological Organization (WMO). The observatory provides an insight into the quantity and composition of aerosol particles around the clock, 365 days a year, far away from human emissions. The long-distance transport of dust from natural sources (e.g. desert sand or volcanic ash) as well as the influence of anthropogenic sources can be easily identified.

Aerosol in-situ operator Gerhard Schauer is responsible for the operation of the aerosol monitoring system. Over the years, he has put his heart and soul into the quality and quantity of the monitoring, developing special test routines and testing tools to ensure that the SBO delivers high-quality, scientifically applicable and trustworthy data.



Dies ist besonders wichtig, weil die Aerosoldaten im Rahmen von GAW für alle freizugänglich und über die Weltdatenbank für Aerosole abrufbar sind. Damit werden unsere Daten auch in Klimaberichten verwendet, wie z.B. im internationalen Klimabericht IPPC. Die Datenqualität wird nicht nur durch das SBO-Team geprüft, sondern auch durch regelmäßige Audits der WMO. Diese Audits entscheiden ob man im internationalen Verbund seine Daten für Analysen und die Forschung zur Verfügung stellen kann.

### **ACTRIS National Facility für Aerosol in situ (NF AIS):**

Mit 2024 wurde das Aerosolmonitoring im Rahmen der europäischen Forschungsinfrastruktur für Aerosole, Wolken und Spurengase (ACTRIS) auf ein neues Qualitätslevel gehoben. Die internationalen Standards und messtechnischen Bedingungen für Aerosoldaten wurden hier für Europa noch genauer definiert, um stationsübergreifende Daten vergleichen zu können und so besondere Situationen (z.B. Vulkanausbruch, Luftverschmutzung) besser einschätzen zu können. Das Sonnblick Observatorium wurde im Januar 2024 als Messstation in ACTRIS aufgenommen. Hierzu musste am SBO ein neues Inlet (Ansaugung, siehe Abbildung 1 links) installiert werden, sowie ein spezifischer Messstand (Abbildung 1 rechts). Jetzt muss das SBO zwei Jahre an Daten liefern, deren Qualität am Ende entscheidet ob das SBO sich langfristig als NF AIS nennen darf. Auch dieses Monitoring wird in Kooperation mit der TU Wien und dem österreichischen Umweltbundesamt durchgeführt.

Dank dem SBO kann Österreich auf eine hervorragende Aerosol-Hintergrundmessung für Forschungszwecke und die Legislative zurückgreifen.

This is particularly important because the aerosol data within GAW is freely available to everyone and can be accessed via the World Aerosol Database. This means that our data is also used in climate reports, such as the international climate report IPPC. Data quality is not only checked by the SBO team, but also by regular WMO audits. These audits determine whether data can be made available for analysis and research within the international network.

### **ACTRIS National Facility for Aerosol in situ (NF AIS):**

In 2024, the aerosol monitoring was raised to a new quality level as part of the European research infrastructure for aerosols, clouds and trace gases (ACTRIS). The international standards and technical requirements for aerosol measurements were defined even more precisely for Europe in order to be able to compare data across stations and thus better assess special situations (e.g. volcanic eruptions, air pollution). The Sonnblick Observatory was included in ACTRIS as a measuring station in January 2024. For this purpose, a new inlet (see Fig. 1 left) had to be installed at the SBO, as well as a specific measuring rig (Fig. 1 right). The SBO must now provide two years of data, the quality of which will ultimately determine whether the SBO can call itself an NF AIS in the long term. This monitoring is also carried out in cooperation with the Vienna University of Technology and the Austrian Federal Environment Agency.

Thanks to the SBO, Austria has access to excellent aerosol background measurements for research purposes and legislation.



Abb.1: Aerosol-Monitoring am SBO. Links: Aerosoleinlässe, mit dem GAW- und ACTRIS NF AIS-Einlass auf der rechten Seite. Der linke Einlass ist für zusätzliche Messungen und Experimente vorgesehen. Rechts: Aerosol-Labor des SBOs. Das GAW- und ACTRIS NF AIS-Rack ist links. Das rechte Gestell wird für Experimente, vergleichende Messungen und ACTRIS NF CIS INP-Messungen verwendet.

Fig.1: Aerosol monitoring at SBO. Left: Aerosol inlets, with the GAW and ACTRIS NF AIS inlet on the right. The left inlet is for additional measurements and experiments. Right: Aerosol laboratory of SBO. GAW and ACTRIS NF AIS rack is the left one. The right rack is used for experiments, comparative measurements and ACTRIS NF CIS INP measurements.

Quelle/Source: E. Ludewig

### **Autoren/innen/Authors**

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

1) GeoSphere Austria, Sonnblick Observatory

2) Technische Universität Wien

### **Ansprechpartner/in/Contact Person**

Dipl. Ing. Gerhard Schauer

GeoSphere Austria / Sonnblick Observatory / Operator Aerosolmonitoring

Email: gerhard.schauer@geosphere.at

Webseite/webpage: www.sonnblick.net

## Chemische Analyse von Feinstaub

## Chemical analysis of particulate matter

52



Abb.1: Stanzen von wöchentlichen Filtern zur chemischen Analyse  
Fig.1: Aliquots of weekly samples for chemical analysis  
Quelle/Source: D. Kau

Anfang der 1990er Jahre wurde mit der chemischen Analyse von Aerosolproben vom Sonnblick Observatorium begonnen. Während zu Beginn des Monitorings nur einzelne Komponenten (Sulfat, Nitrat und Ammonium – die Folgeprodukte der Spurengase Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und Ammoniak) bestimmt wurden, werden mittlerweile auch Gesamtkohlenstoff, Ruß und organische Tracer routinemäßig quantifiziert.

Die Messreihe erlaubt auch einen Blick auf andere Inhaltsstoffe - beispielsweise auf die aktuell im Fokus stehenden Parameter Mikro- und Nanoplastik. Im Zuge einer internationalen Zusammenarbeit von TU Wien, GeoSphere Austria und Universität Utrecht wurden Filter der Zeiträume Juni bis August 2021 und Dezember 2021 bis April 2022 analysiert.

Der Großteil der Proben zeigte PET, PE und PP/PPC, während PS, PVC und Reifenabrieb nur in wenigen Proben gefunden wurden. In der wärmeren Periode wurden höhere Plastikkonzentrationen gemessen als in der kälteren Periode. Der Beitrag von Mikro- und Nanoplastik am organischen Material lag bei 2,0% (PM<sub>10</sub>) bzw. 1,6% (PM<sub>1</sub>) und ist damit mit Werten im Flachland vergleichbar. Die Auswertungen zeigten außerdem, dass die Plastikpartikel am Sonnblick im Winter vor allem in der feineren Partikelfraktion vorlagen. Die Ergebnisse sind unter [10.1016/j.chemosphere.2024.141410](https://www.tuwien.at/tch/lea) zu finden.

Since the beginning of the 1990s, aerosol filters collected at Sonnblick Observatory are subjected to chemical analysis. While the monitoring first focussed on single components (sulphate, nitrate, and ammonium – secondary products of the trace gases sulphur dioxide, nitrous oxide, and ammonia), total carbon, soot and organic tracers are quantified routinely by now.

The series of measurement allows to include other substances - for example micro- and nanoplastics. During an international collaboration of TU Wien, GeoSphere Austria and Utrecht University, filters sampled between June and August 2021 and December 2021 and April 2022 were analysed.

Most samples showed PET, PE and PP/PPC, while PS, PVC and tire wear were determined only in a few samples. Higher plastic concentrations were determined in the warmer period compared to the colder period. The contribution of micro- and nanoplastics to organic matter was 2.0% and 1.6% for PM<sub>10</sub> and PM<sub>1</sub>, respectively, and is therefore comparable to values of the level country. The evaluations further showed that plastic particles collected at Mount Sonnblick are mainly present in the smaller fraction during winter.

The results can be found at [10.1016/j.chemosphere.2024.141410](https://www.tuwien.at/tch/lea).

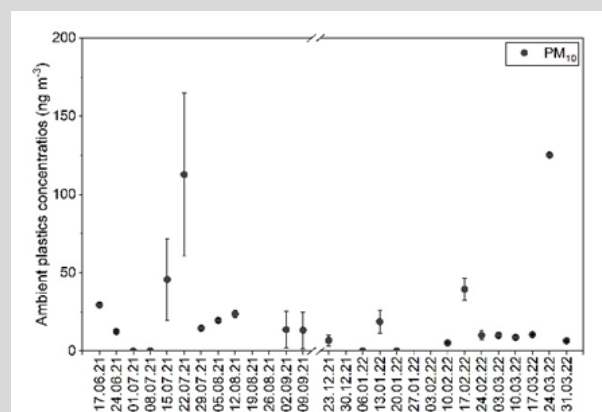


Abb.2: Luftkonzentrationen von Mikro- und Nanoplastik  
Fig.2: Ambient micro- and nanoplastics concentrations  
Quelle/Source: D. Kau

### Bioaerosol-Monitoring und Forschung am Sonnblick Observatorium

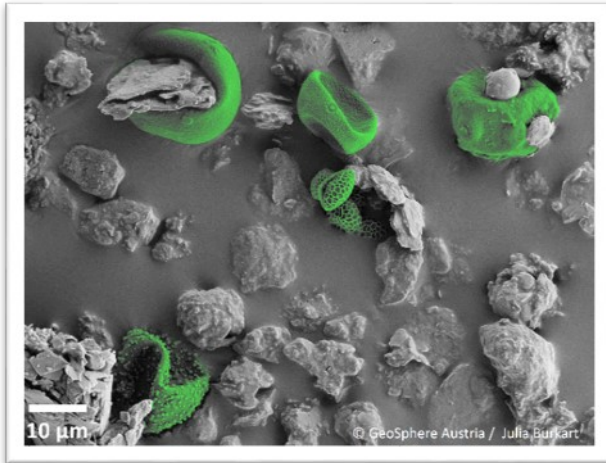


Abb.1: Elektronenmikroskopische Aufnahme von Aerosolpartikeln gesammelt in der Luft am Sonnblick. Biologische Partikel sind grün eingefärbt.  
Fig.1: Electron microscopy image of aerosol particles found in the air at Sonnblick. Biological particles are colored in green.  
Quelle/Source: Julia Burkart

Biologische Aerosolpartikel, kurz Bioaerosole, sind eine komplexe und sehr vielfältige Untergruppe des atmosphärischen Aerosols. Sie werden mehrheitlich als feste Partikel direkt von der Biosphäre in die Atmosphäre emittiert. Dazu zählen: Pollen, Pilzsporen, Bakterien, aber auch Bruchstücke pflanzlichen und tierischen Materials.

Das wissenschaftliche Interesse an Bioaerosolen ist groß, da sie je nach Beschaffenheit nicht nur gesundheitliche Effekte auf Menschen, Tiere und Pflanzen ausüben, sondern auch die Bildung von Wolken wesentlich beeinflussen. Zudem verursacht der rasch voranschreitende Klimawandel eine Änderung der Vegetation und es ist entscheidend zu verstehen, wie sich diese Änderung auf die Bioaerosole und deren Effekte in der Atmosphäre auswirkt. Das Sonnblick Observatorium bietet für diese Fragestellungen einen hervorragenden Forschungsstandort. Es liegt auf einer Höhe, auf der sich Wolken bilden und ist (noch) umgeben von Gletschern.

Seit dem Jahr 2019 werden mittels einer traditionellen Pollenfalle Pollen und einige Pilzsporen ganzjährig erfasst. Zusätzlich dazu kommt seit heuer modernste Technologie zum Einsatz: ein automatischer Bioaerosolmonitor (Swisens Poleno Jupiter) erkennt biologische Partikel auf Grund von Fluoreszenzsignalen und holographischen Bildern.

### Bioaerosol Monitoring and Research at the Sonnblick Observatory

Biological aerosol particles, or bioaerosols in short, are a complex and very diverse subgroup of atmospheric aerosols. The majority of them are emitted directly from the biosphere into the atmosphere as solid particles. These include: pollen, fungal spores, bacteria, and also fragments of plant and animal materials.

There is great scientific interest in bioaerosols as, depending on their composition, they not only have health effects on humans, animals and plants, but also significantly influence the formation of clouds. In addition, the rapidly advancing climate change is causing a change in vegetation and it is crucial to understand how this change affects bioaerosols and their effects in the atmosphere. The Sonnblick Observatory offers an excellent research location for these questions. It is located at an altitude where clouds form and is (still) surrounded by glaciers.

Since 2019, pollen and some fungal spores have been collected all year round using a traditional pollen trap. In addition, state-of-the-art technology has also been used since this year: an automatic bioaerosol monitor (Swisens Poleno Jupiter) detects biological particles based on fluorescence signals and holographic images.



Abb.2: Traditionelle Pollenfalle (A) und automatischer Bioaerosolmonitor (B) installiert auf der Messterrasse.  
Fig.2: Traditional pollen trap (A) and automatic bioaerosol monitor (B) installed at the measurement platform.  
Quelle/Source: Julia Burkart

### ACTRIS Messstation für Wolkeneigenschaften am SBO

54



GeoSphere  
Austria



Messstationen, die Daten der europäischen Forschungsinfrastruktur ACTRIS zur Verfügung stellen, werden National Facility genannt. Liefern die Messstationen Daten über Wolkeneigenschaften, die direkt in der Wolke gemessen werden, so werden diese Messstationen National Facilities für Cloud in situ (NF CIS) genannt. „In situ Messungen“ bedeutet, dass man in der natürlichen Umgebung misst, also direkt in der Wolke.

Das Sonnblick Observatorium wird als National Facility for Cloud in situ (NF CIS) den ACTRIS ERIC mit Daten beliefern und so die Wolkenforschung unterstützen. In der mehr als 135-jährigen Geschichte des SBOs hat sich der Slogan „Labor über den Wolken“ herausgebildet, obwohl das Observatorium eigentlich öfter in den Wolken ist. Die Erfassung und Erforschung von Wolken am Sonnblick Observatorium begann mit dessen Gründung 1886. Die Wolkengattung, -art und -unterart wurden seither notiert. In den 1890er Jahren führten J. Elster und H. Geitl elektrische Beobachtungen zur Analyse von Gewittern durch. V. Conrad erforschte Wolken am SBO und verfasste 1901 eine Denkschrift über den Wassergehalt von Wolken, die Daten vom Sonnblick Observatorium inkludierte. Die günstigen Bedingungen des Hohen Sonnblicks mit einem Wolkenvorkommen von über 200 Tagen pro Jahr, führten im Laufe der Zeit immer wieder zu Messkampagnen im Bereich der Wolkenforschung. Die ersten Messkampagnen mit dem sogenannten Partikel-Volumen-Monitor PVM zur Bestimmung des Flüssigwassergehalts von Wolken begannen am SBO 1993 dank der TU Wien.

Als NF CIS wird das Sonnblick Observatorium unterschiedliche Wolkenparameter erfassen. Die Standards für diese Messungen definiert das ACTRIS Topical Center für Cloud in situ, das die Erfassung in vier Bereiche untergliedert:

- 1) CCIce: Center für Eisnukleation
- 2) CCPar: Center für Wolkenpartikeleigenschaften
- 3) CCWac: Center für Wolkenwasserchemie
- 4) ECCINT: Center für Wolkenwassergehalt und Wolkentröpfchenradius

Die NF CIS am SBO wird von der GeoSphere Austria in Kooperation mit der Technischen Universität Wien (Unterstützung im Bereich CCWac) und dem Karlsruher Technischen Institut (Unterstützung im Bereich CCIce) aufgebaut und betrieben. In Abhängigkeit der vorgegebenen Standards wird NF CIS am SBO voraussichtlich 2026 operationell werden.

### ACTRIS National Facility for Cloud In Situ measurements at SBO

Measuring stations that provide data to the European research infrastructure ACTRIS are called National Facilities. Measuring stations that provide data on cloud properties that are measured directly in the cloud are called National Facilities for Cloud in situ (NF CIS). “In situ measurements” means that measurements are taken in the natural environment, i.e. directly in the cloud.

As a National Facility for Cloud in situ (NF CIS), the Sonnblick Observatory will supply the ACTRIS ERIC with data and thus support cloud research. In the more than 135-year history of the SBO, the slogan “Laboratory above the clouds” has emerged, although we are actually more often in the clouds. The recording and study of clouds at the Sonnblick Observatory began with the establishment of the observatory in 1886. The cloud genus, type and subtype have been noted since then. In the 1890s, J. Elster and H. Geitl conducted electrical observations to analyze thunderstorms. V. Conrad investigated clouds at the SBO and wrote a first paper on the water content of clouds in 1901, which included data from the Sonnblick Observatory. The favorable conditions of Mt. Hoher Sonnblick with a cloud occurrence of more than 200 days per year, led in the course of time repeatedly to measurement campaigns in the field of cloud research. The first measurement campaigns with the so-called Particle Volume Monitor PVM to determine the liquid water content of clouds began at the SBO in 1993 thanks to the Vienna University of Technology.

As NF CIS, the Sonnblick Observatory will record various cloud parameters. The standards for these measurements are defined by the ACTRIS Topical Center for Cloud in situ, which divides the measurements into four areas:

- 1) CCIce: Center for Ice Nucleation
- 2) CCPar: Center for Cloud Particle Properties
- 3) CCWac: Center for Cloud Water Chemistry
- 4) CCINT: Center for Cloud Water Content and Cloud Droplet Radius

The NF CIS at the SBO is set up and operated by GeoSphere Austria in cooperation with the Vienna University of Technology (support in the CCWac area) and the Karlsruhe Institute of Technology (support in the CCIce area). Depending on the specified standards, NF CIS at the SBO is expected to become operational in 2026.



Abb.1: Beitrag von NF CIS SBO zu CCPar. Verschiedene Spektrometer zur Erfassung von Wolkenpartikeln und Spektren. Z.B. Fogmonitor (DMT), GFAS-DPOL (DMT), wie auch CDA (Palas GmbH). Aufnahme zeigt Messaufbau während der Vergleichsmesskampagnen ECCINT-INT01. Mittig befindet sich das holographische Prototyp ICEMET (Uni Oulu). Der Betrieb von Spektrometern im Hochgebirge ist herausfordernd..

Fig.1: Contribution of NF CIS SBO to CCPar. Various spectrometers for detecting cloud particles and spectra. E.g. Fogmonitor (DMT), GFAS-DPOL (DMT), as well as CDA (Palas GmbH). Image shows measurement setup during the ECCINT-INT01 comparison measurement campaigns. In the middle is the holographic prototype ICEMET (University of Oulu). The operation of spectrometers in high mountains is challenging.

Quelle/Source: E. Ludewig

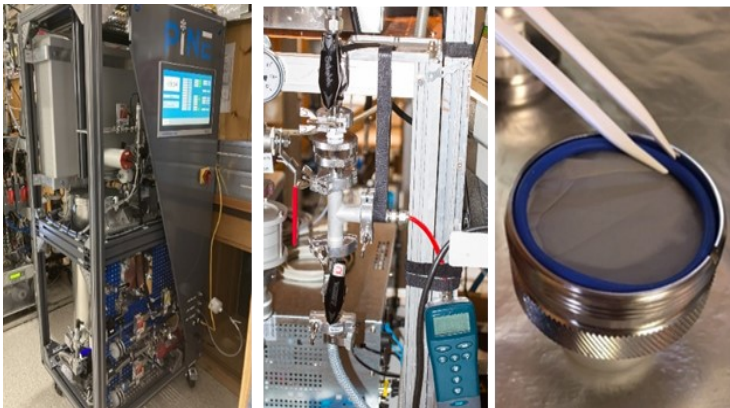


Abb.1: Beitrag von NF CIS SBO zu CCIce. Links befindet sich das Instrument PINE zur Analyse von Eiskeimbildungsprozessen, welches vom KIT im Zeitraum von 2021-2023 am SBO getestet wurde. Im Rahmen des AeroCloud-AT Projekts wird das SBO in 2026 eine PINE für den Monitoringbetrieb erhalten. Rechts: Filter und Impaktor genannt „INSEKT“ zur offline Bestimmung von Eiskeimbildungsprozessen. Das INSEKT-Monitoring wird aktuell in Kooperation mit dem KIT durchgeführt.

Fig.1: Contribution of NF CIS SBO to CCIce. On the left is the PINE instrument for analyzing ice nucleation processes, which was tested by KIT at SBO in the period 2021-2023. As part of the AeroCloud-AT project, the SBO will receive a PINE for monitoring operations in 2026. On the right: Filter and impactor called "INSEKT" for offline determination of ice nucleation processes. The INSEKT monitoring is currently being carried out in cooperation with the KIT.

Quelle/Source: E. Ludewig, H. Scheer, P. Bogert

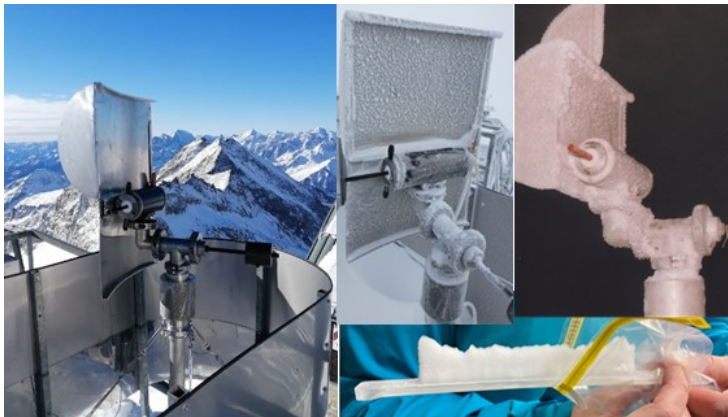


Abb.3: Beitrag von NF CIS SBO zu CCWac. Bilder des CWS (Wolkenwassersammlers), einer speziellen Ausführung und Anfertigung für das Hochgebirge und die Probenahme in gemischtphasigen Wolken, sowie einer Wolkenwasserprobe. Das Monitoring wird in Zusammenarbeit von GeoSphere Austria und TU Wien durchgeführt. Die chemische Analyse der Wolkenwasserproben erfolgt an der TU Wien.

Fig.3: Contribution of NF CIS SBO to CCWac. Pictures of the CWS (Cloud Water Sampler), a special design for sampling of mixed-phase clouds at high alpine sites and a cloud water sample taken under freezing conditions. Monitoring is carried out in cooperation of GeoSphere Austria and TU Wien. Chemical analyses of cloud water samples is performed at TU Wien.

Quelle/Source: Courtesy by TU Wien Team of A. Kasper-Giebl

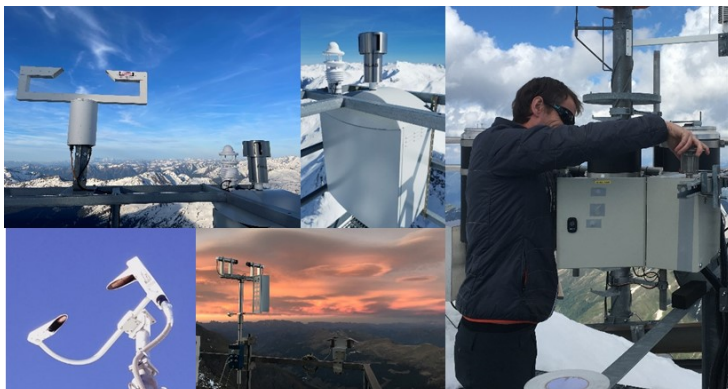


Abb.4: Beitrag von NF CIS SBO zu ECCINT. Messinstrumente PVM von Gerber Scientific, CDA und WELAS von Palas GmbH und ergänzende Messinstrumente PWD von Vaisla, sowie ein Disdrometer von Eigenbrodt. Operator der NF CIS am SBO, C. Maier, bei Wartungsarbeiten.

Fig.4: Contribution of NF CIS SBO to ECCINT. Measuring instruments PVM from Gerber Scientific, CDA and WELAS from Palas Co. and supplementary measuring instruments PWD from Vaisla, as well as a disdrometer from Eigenbrodt. Operator of the NF CIS at the SBO, C. Maier, during maintenance work.

Quelle/Source: E. Ludewig

## Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup> Christian Maier<sup>1)</sup>

1) GeoSphere Austria – Sonnblick Observatory  
ECCINT-Operator

## Ansprechpartner/in/Contact Person

Christian Maier, MSc, ACTRIS NF CIS Operator  
Institut/e: GeoSphere Austria, Sonnblick Observatory  
Email: christian.maier@geosphere.at  
Webseite/webpage: [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net)

### Chemische Analyse von Wolkenwasser

### Cloud Water Sampling and Analyses

56



Abb.1: Wolkenwassersammler – CWS  
Fig.1: Cloud Water Sampler - CWS  
Quelle/Source: P. Redl

Die Tröpfchen entstehen auf Aerosolpartikeln, den Kondensationskeimen, und waschen Spurengase und weitere Partikel aus der Atmosphäre aus. So sind die Konzentrationswerte vieler Schadstoffe im Wolkenwasser deutlich höher als im Niederschlag. Die Tröpfchen sind kleine chemische Reaktoren in der Atmosphäre.

Im Sammelkopf des CWS werden die Wolkenwassertröpfchen auf einer Prallplatte abgeschieden. Da am Sonnblick zumeist sehr geringe Temperaturen vorherrschen, frieren die unterkühlten Tröpfchen bei dem Auftreffen auf der Prallplatte an. Es entsteht eine Eisprobe, die wie ein Gebirge immer höher aufwächst. Je nach Wassergehalt dauert eine Probenahme entweder nur 15 Minuten, oder auch mehr als zwei Stunden. Die Eisprobe wird von der Prallplatte abgelöst und bis zur weiteren Analyse tiefgekühlt gelagert.

Erste Messungen wurden im November und Dezember 2022 durchgeführt. Der Vergleich mit Wolkenwassermessungen im Jahr 1991 zeigt einen deutlichen Rückgang der Sulfatkonzentration, was auf das Absinken der Schwefeldioxidemissionen zurückgeführt werden kann. Die Messungen waren auch Teil eines ersten Vergleichsversuchs zwischen Wolkenwassersammlern, der im Rahmen der europäischen Forschungsinfrastruktur ACTRIS durchgeführt wurde. Die nächste Messkampagne ist für August 2024 geplant. Ziel sind einerseits wieder Vergleichsmessungen und die Ausweitung der Analysenparameter auf organische Verbindungen.

Cloud water droplets behave like tiny chemical reactors suspended in the atmosphere. The droplets are formed on aerosol particles, the so-called cloud condensation nuclei, and scavenge gaseous and particulate compounds. Concentrations of pollutants in cloud water are often much higher than in precipitation.

In the sampling head, the cloud water droplets are collected on an impaction plate. Since temperatures at Sonnblick tend to be low, and often below freezing, subcooled droplets freeze when they hit the plate. This forms an ice sample growing on the impaction plate. Depending on the liquid water content of the cloud sampling intervals vary between. They can be as short as 15 minutes or take much longer, like two hours. After collection the sample is lifted from the impaction plate and stored frozen until analysis in the lab. Weighing of the sample allows to get an information about the average liquid water content of the cloud over the sampling period.

Analyses of samples collected within November and December 2022 showed a marked decrease of sulfate concentrations. This is in accordance with the reduction of emissions of sulfur dioxide in Austria and overall Europe. The sampling campaign was part of the first intercomparison of cloud water samplers conducted within the European infrastructure ACTRIS. A follow-up is planned for August 2024. During this campaign the set of parameters will be extended to organic compounds.

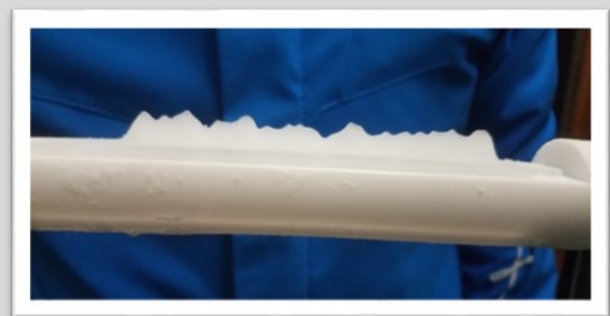


Abb.2: Wolkenwasser nach der Probenahme mit dem CWS  
Fig.1: Cloud water sample collected with the CWS  
Quelle/Source: A. Kasper-Giebl



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN



#### Autoren/innen/Authors

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

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

ao Prof DI Dr. Anne Kasper-Giebl  
Institut/e: TU Wien, E164/02-2  
Email: anneliese.kasper-giebl@tuwien.ac.at  
Webseite/webpage: www.tuwien.at/tch/lea



### ACTRIS – ECCINT-INT01: Wolken Vergleichskampagne



Abb.1/ Fig1: GFAS-DPOL (KIT) Fog-Monitor (FMI, ETH-Z), ICE-MET (Oulu)  
Quelle/Source: GeoSphere Austria/Maier

Im Rahmen des Europäischen Zentrums für Wolken Vergleichsstudien (ECCINT) fand vom 21.-5. Dezember 2022 eine internationale Messkampagne statt. Im Mittelpunkt stand die Erfassung der wolkenphysikalischen Basisparameter Flüssigwassergehalt und effektiver Radius. Darüber hinaus wurde mit 8 Spektrometern auch das gesamte Wolkenpektrum erfasst.

Die Ergebnisse wurden im Rahmen einer internationalen Forschungskoooperation evaluiert. Aufgrund der unterschiedlichen Messprinzipien der Instrumente ergaben sich signifikante Unterschiede bis zu einem Faktor von 10 (Flüssigwassergehalt). Die Gründe dafür sind vielfältig. Neben meteorologisch bedingten Faktoren (Vereisung, Windrichtung) konnten auch geräteinterne Probleme festgestellt werden. Dies wird nun zum Anlass genommen mit den jeweiligen Herstellern im Rahmen von Kooperationen die Instrumente zu verbessern um im Rahmen von Actris und ECCINT die Standardisierung der Wolkenmessung voran zu treiben.

Im Sommer 2024 wird die nächste internationale Wolkenvergleichskampagne stattfinden. Dabei wird die Weiterentwicklung der Instrumente sowie deren Vergleichbarkeit unter meteorologisch warmen Bedingungen evaluiert.

### ACTRIS—ECCINT-INT01: Cloud In Situ Intercomparison

As part of the European Center for Cloud Ambient Intercomparison (ECCINT), an international measurement campaign took place from December 21-5, 2022. The focus was on capturing the cloud physical base parameters of liquid water content and effective radius. In addition, the entire cloud spectrum was also monitored by 8 spectrometers.

The results were evaluated within the framework of an international research cooperation. Due to different measurement principles of the instruments, significant differences were found, up to a factor of 10 for the liquid droplet mass concentration. The reasons for this are diverse, meteorologically related factors (icing, wind direction) as well as device-specific issues were identified.

This is now being taken as an opportunity to collaborate with the respective manufacturers to improve the performance of the instruments in order to advance the standardization of cloud in-situ measurements within the framework of ACTRIS and CIS. In summer 2024, the next international cloud in-situ intercomparison will take place. The focus will be on evaluating the further development of the instruments and their comparability under meteorologically warm conditions.



Abb.2: DMT GFAS-DPOL under icing conditions

Quelle/Source: GeoSphere Austria/Maier

#### Autoren/innen/Authors

Christian Maier<sup>1)</sup>

1) GeoSphere Austria – Sonnblick Observatory  
ECCINT-Operator

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Christian Maier, MSc

Institut/e: GeoSphere Austria, Sonnblick Observatory  
Email: christian.maier@geosphere.at

### Ein Blick in die Wolken

### A look into the clouds

58

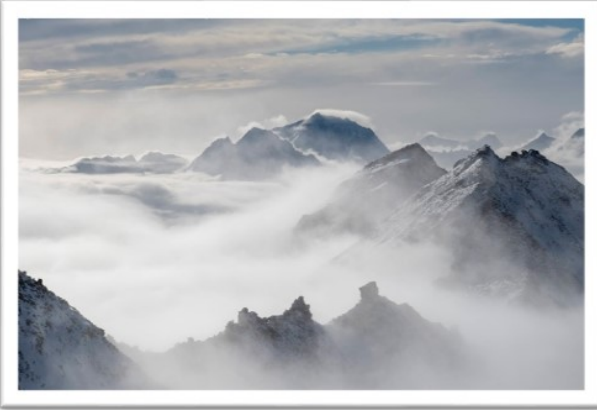


Abb.1: Blick auf die Wolken vom Sonnblick Observatorium aus.  
Fig.1: View of clouds from Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: Julia Burkart

Wolken sind eine faszinierende Naturscheinung, die wir in unseren Breiten nahezu täglich beobachten können. Dennoch ist die Entstehung von Wolken noch nicht restlos geklärt und es gibt entscheidende Wissenslücken.

Am Sonnblick Observatorium haben wir die einzigartige Möglichkeit auch direkt „in“ die Wolken zu blicken. Wolken bestehen aus Millionen von Mikrometergroßen Wolkenpartikeln, die je nach Temperatur und Luftfeuchtigkeit unterschiedlichste Formen annehmen können. Besonders spektakulär ist die Formenvielfalt der Eiskristalle, die wir seit diesem Jahr auch mittels holographischer Aufnahmen beobachten können.

Wissenschaftlich spannend wird es besonders dann, wenn wir auch verstehen möchten, wie sich Eis in einer Wolke überhaupt bilden kann. Dazu ist es nämlich nicht ausreichend, dass die Temperaturen unter 0°C fallen, sondern es müssen auch noch geeignete Aerosolpartikel vorhanden sein. Was so geeignete Aerosolpartikel sein könnten, werden wir in den nächsten Jahren am Sonnblick Observatorium intensiv erforschen. Wir vermuten, dass Partikel biologischen Ursprungs hier auch eine zentrale Rolle spielen könnten und werden die Forschung dazu weiter ausbauen.

Clouds are a fascinating natural phenomenon that we can observe almost daily in our latitudes. Nevertheless, the formation of clouds is not yet fully understood and there are crucial gaps in our knowledge.

At the Sonnblick Observatory we have the unique opportunity to look directly "into" the clouds. Clouds consist of millions of micrometer-sized cloud particles, which can take on a wide variety of shapes depending on temperature and humidity. The variety of shapes of ice crystals is particularly spectacular, which we have also been able to observe using holographic images since this year.

It becomes particularly exciting from a scientific point of view when we want to understand how ice can form in a cloud in the first place. It is not enough for temperatures to fall below 0°C; suitable aerosol particles must also be present. Over the next few years, we will be conducting intensive research at the Sonnblick Observatory into what such suitable aerosol particles might be. We suspect that particles of biological origin could also play a central role here and will continue to expand our research in this area.

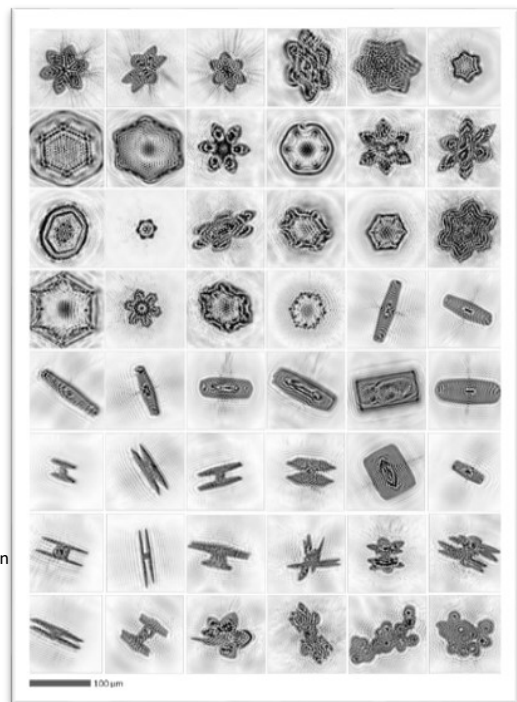


Abb.2: Holographische Aufnahmen von Eiskristallen in Wolken gemacht mit dem SwisensPoleno Jupiter.

Fig.1: Holographic images of ice crystals within clouds obtained with the SwisensPoleno Jupiter.

Quelle/Source: Julia Burkart

### Langzeitmessung von eisbildenden Partikeln in der Atmosphäre

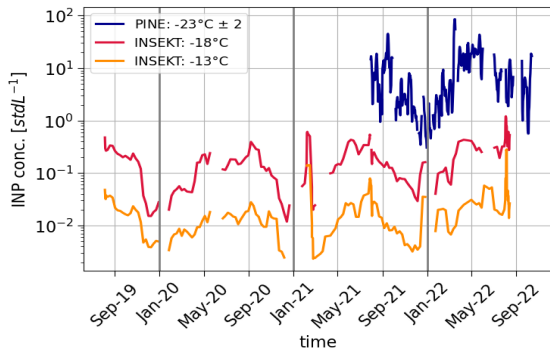


Abb.1: Jahreszeitlicher Verlauf der gemessenen INP Konzentration am SBO  
Fig.1: Annual record of INP concentrations measured at the SBO  
Quelle/Source: P.Bogert

Eisbildende Partikel (INPs = 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 allerdings begrenzt, sodass eine Implementation in Klimamodelle limitiert möglich ist.

Um das Wissen über INP-Konzentrationen zu verbessern, haben wir kontinuierliche Messungen auf dem SBO gestartet. Hierzu sammeln wir seit August 2019 atmosphärische Aerosole auf Filtern, die dann im KIT-Labor auf die temperaturabhängige Konzentration von INPs analysiert werden. Von August 2021 bis Oktober 2022 haben wir die INP Konzentration zusätzlich mit dem Messgerät PINE (Portable Ice Nucleation Experiment) mit einer höheren zeitlichen Auflösung von 5-6 min gemessen. Abbildung 1 zeigt den Jahresverlauf der gemessenen INP Konzentration für verschiedene Temperaturen, dabei sind wiederkehrende jahreszeitliche Schwankungen zu erkennen. Diese werden durch den Einfluss von konvektiv aufsteigender warmer Luft aus den unteren Luftschichten und Saharastaub verursacht.

Im Mai 2023 haben wir unser neu entwickeltes Messgerät PINEair (PINE airborne, Abb.2) erfolgreich bei einer zweiwöchigen Intensivkampagne auf dem SBO getestet. Dabei konnten wir die INP Konzentration bei noch kälteren Temperaturen ( $\sim -48\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) untersuchen. In diesem Temperaturbereich gibt es bisher nur sehr wenig INP Messungen von anderen.

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

Ice Nucleating Particles (INPs) 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 restricted, therefore their implementation in climate models is limited. To improve our knowledge about INP concentrations, we have started continuous measurements at the SBO. For this purpose, we started to collect atmospheric aerosols on filters in August 2019. The aerosol filter samples are then shipped to the KIT laboratory and analyzed for the temperature-dependent concentration of INPs. From August 2021 to October 2022 we additionally measured the INP concentration with the instrument PINE (Portable Ice Nucleation Experiment) with a higher time resolution of 5-6 min. Figure 1 shows the annual record (August 2019 until October 2022) of the measured INP concentration at the corresponding temperature. Here, recurring seasonal variations can be seen. They are caused by the influence of convectively lifted warm air from the lower air layers and Saharan dust.

In May 2023, we successfully tested our newly developed instrument PINEair (PINE airborne, Fig. 2) during a two-week intensive campaign at the SBO. We were able to investigate the INP concentration at even colder temperatures ( $\sim -48\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). So far, there are very few INP measurements from others in this temperature range.



Abb.2: Neu entwickeltes INP Messgerät PINEair im Aerosolraum des SBO  
Fig.2: Newly developed INP instrument PINEair in the aerosol room at the SBO  
Quelle/Source: P.Bogert

## Gletscherbeobachtung



Abb.1: Bohren von Ablationspegel  
Fig.1: Drilling of ablation stakes  
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 Schneedecken-monitorings 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 der GeoSphere Austria wird finanziert durch das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie 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

## Autoren/innen/Authors

A. Neureiter<sup>1)</sup>

1) GeoSphere Austria, Department Klima-Folgen-Forschung

## 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 GeoSphere Austria, funded by the Austrian Federal Ministry of Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology. Supported by the Federal Province of Kärnten, Verbund-Austrian Hydro Power and Großglockner Hochalpenstrassen AG.

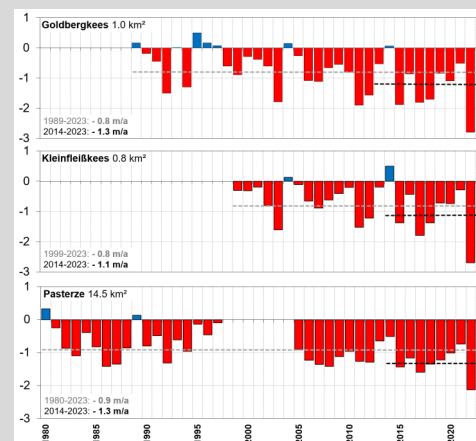


Abb.2: Jährliche Massenänderung der beobachteten Gletscher.  
Fig.2: Time series of annual glacier mass balance of monitored glaciers.  
Quelle/Source: GeoSphere Austria

## Ansprechpartner/in/Contact Person

Anton Neureiter BSc

Institut/e: GeoSphere Austria, Dep. Climate-Impact-Research

Email: anton.neureiter@geosphere.at

www.geosphere.at, www.sonnblick.net, glacio-live.at

### ISAR-SBO: Jährliche Höhenänderungen der Gletscher mittels Drohnen



Abb.1: Vermessung der Gletscheroberfläche mit der dji Phantom 4 RTK  
Fig.1: UAV survey of the glacier surface using a dji Phantom 4 RTK  
Quelle/Source: Anton Neureiter

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.

Außerdem werden neue Messmethoden getestet: Mittels Drohnen und structure from motion Photogrammetrie wird die Gletscheroberfläche im Frühjahr und am Ende des Sommers mit einer vertikalen Genauigkeit und horizontalen Auflösung im Bereich von 10 cm eingemessen. In Kombination mit der traditionellen Massenbilanzmessung liefert dies zusätzliche Informationen über basale Schmelzprozesse oder vertikale Eisbewegungen.

### ISAR-SBO: Measuring annual Glacier Elevation Changes using UAVs

In this research project, various processes that are important in the interaction of atmosphere and the cryosphere are analysed 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 for a detailed analysis of exchange processes between climate and glaciers over several decades.

Besides we evaluate new methods that have a large potential to be implemented in standard glacier monitoring. Within this project we use UAVs and a structure-from-motion approach to survey the glacier surface on a regular basis to retrieve very accurate elevation changes and mass balance values. In combination with other glaciological measurements we aim to shed a light on basal melt and ice uplift processes.

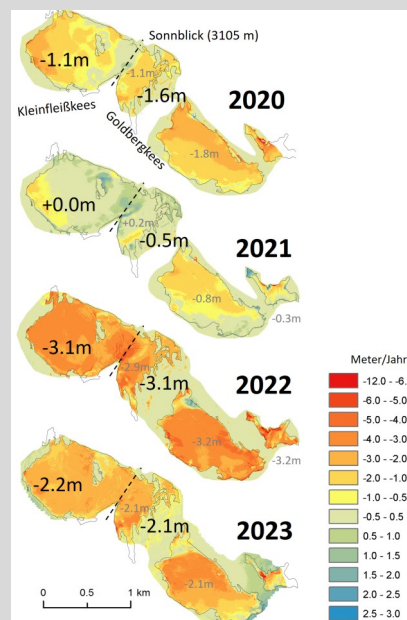


Abb.2: Jährliche Höhenänderungen von Kleinfließkees und Goldbergkees  
Fig.2: Recent Elevation Changes of Kleinfließkees and Goldbergkees  
Quelle/Source: Geosphere Austria

### Global Cryosphere Watch

#### Permafrost-Monitoring Sonnblick 2.0

### Global Cryosphere Watch

#### Permafrost-Monitoring Sonnblick 2.0

62



GeoSphere  
Austria

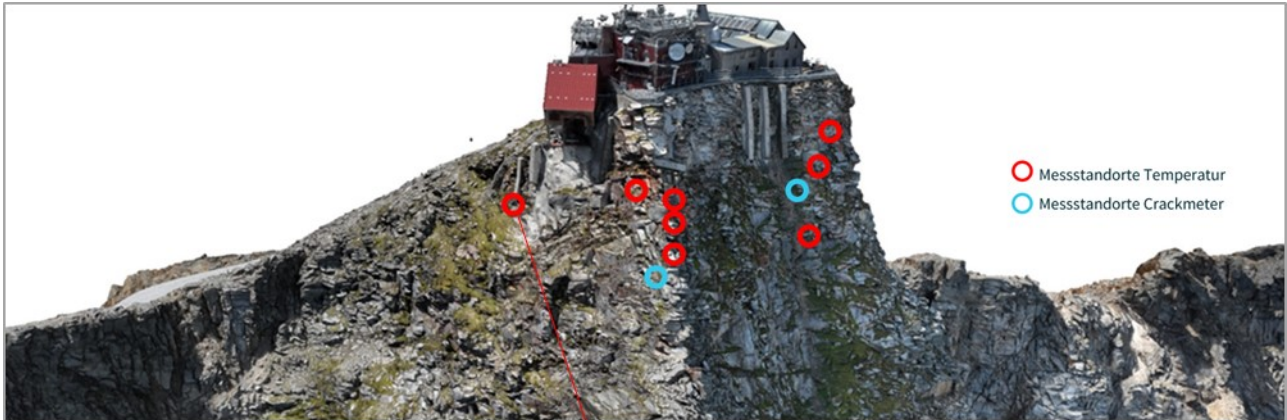


Abb.1 (oben): UAV-Aufnahme der Nordwand des Hohen Sonnblicks am 23. August 2023.

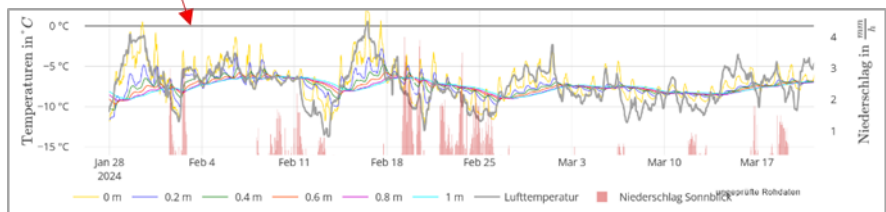
Fig.1 (top): UAV image of the north face of the Hoher Sonnblick on 23 August 2023.

Quelle/Source: G. Weyss

Abb.2 (rechts): Temperaturen des Felsens am Standort 4.

Fig.1 (right): Rock temperatures at the side Nord 4.

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



Als Folge des Klimawandels ist ein flächenhaftes Abschmelzen des Permafrostes zu erwarten, wobei das Wirkungsgefüge dabei recht kompliziert ist und aus einer Temperaturänderung nicht unmittelbar auf eine Änderung des Permafrostes geschlossen werden kann. Das komplexe Wirkungsgefüge des Permafrostes im Zusammenhang mit den atmosphärischen Vorgängen macht umfangreiche und langjährige Messprogramme notwendig. Der Sonnblick zählt dabei zu den wenigen Standorten in Österreich an denen die Voraussetzungen zur Untersuchung des Permafrostes, auf Grund des umfangreichen Messprogrammes der Atmosphäre und der Kryosphäre, sehr gut erfüllt sind. Bei der gegenwärtigen Klimaerwärmung kommt es durch das verstärkte Abschmelzen des Permafrostes zu einer zunehmenden Instabilität des anstehenden Gesteins. Zum einen durch die immer häufigeren Tau- und Gefrierprozesse wird das Gestein durch die Volumszunahme des Eises beim Gefrieren zunehmend gelockert und zum anderen stellt die Zunahme der sommerlichen Regenfällen im Hochgebirge eine weitere Wärmequelle dar, die die Permafrostdegradation forcieren. Die Folge sind verstärkte Stein- und Felssturzereignisse, und das vor allem aus steilen Felsflanken. Dies stellt auch ein noch nicht abschätzbares Risiko für Wanderwege, Kletterrouten und hochalpine Infrastrukturen, sowie für alle Akteure in diesem Gebiet dar.

As a result of climate change, a widespread melting of the permafrost is to be expected, although the interactions are quite complicated and a change in temperature cannot be directly attributed to a change in the permafrost. The complex interactions between permafrost and atmospheric processes make extensive and long-term measurement programmes necessary. The Sonnblick is one of the few locations in Austria where the conditions for studying the permafrost are very well met due to the extensive measurement programme of the atmosphere and the cryosphere. With the current global warming, the increased melting of the permafrost is leading to increasing instability of the underlying rock. On the one hand, due to the increasingly frequent thawing and freezing processes, the rock is increasingly loosened by the increase in volume of the ice during freezing and, on the other hand, the increase in summer rainfall in the high mountains represents a further source of heat that accelerates permafrost degradation. This results in increased rockfall and rockslide events, particularly from steep rock faces. This also poses an as yet incalculable risk for hiking trails, climbing routes and high alpine infrastructure, as well as for all stakeholders in this area.

#### Wissenswertes / Interesting facts:

Das Projekt GCW-Permafrost-Monitoring Sonnblick wird im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie durchgeführt. Für die Durchführung der drohnenbasierten Photogrammetrie und deren Auswertung steht dem Monitoring als Subpartner die Firma GEORESEARCH zur Verfügung.

GCW monitoring at the SBO is carried out on behalf of the Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology.

Im Rahmen des Projektes „GCW-PERMAFROST-Monitoring Sonnblick“ wird im Auftrag des BMK das Permafrost-Monitoring im Gebiet des Sonnblicks durchgeführt. Durch eine fortwährende Beobachtung lassen sich Veränderungen der Verbreitung und der Eigenschaften von Permafrost beobachten, dokumentieren und besser verstehen. Diese Erkenntnisse bilden eine wichtige Grundlage für eine Vorhersage der zukünftigen Entwicklung mittels Modellierungen und ermöglichen in weiterer Folge eine nachhaltige Planung, da potentielle Schadquellen frühzeitig erkannt werden. Beim Monitoring 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 entscheidende Grundlage für die Beurteilung der lokalen Entwicklung der Felsstabilität, welche gerade im Kontext von rezentem Klimawandel und hochalpiner Permafrost-Degradation von besonders hohem Wert ist.

As part of the "GCW-PERMAFROST-Monitoring Sonnblick" project, permafrost monitoring is being carried out in the Sonnblick area on behalf of the BMK. Continuous monitoring allows changes in the distribution and properties of permafrost to be observed, documented and better understood. These findings form an important basis for predicting future development by means of modelling and subsequently enable sustainable planning, as potential sources of damage are identified at an early stage. In addition to the continuation of existing time series of permafrost-relevant parameters, such as the summer thickness of the thawing layer of the permafrost body and the temperature profile at different soil depths, the monitoring will focus on monitoring rockfall and rockfall activity in the area of the north face of the Hoher Sonnblick. For this purpose, passive seismics (temporal component) and drone-based photogrammetry (spatial component) are used to monitor mass movements in the north face of the Sonnblick. The resulting high-precision rockfall inventory also forms a crucial basis for assessing the local development of rock stability, which is particularly valuable in the context of recent climate change and high alpine permafrost degradation.



Abb.3: In der Analyseperiode 2022-2023 wurde eine verstärkte Felssturz-Aktivität im nordöstlich exponierten Felswand-Bereich (linke Nordwandrinne) unterhalb des Observatoriums registriert (ID 6: 225 m<sup>3</sup>, ID 7: 20 m<sup>3</sup>, ID 8: 2 m<sup>3</sup>, ID 9: 6 m<sup>3</sup>). Ablösebereich ID 7 befindet sich rund 80 Höhenmeter unter dem Observatorium. Geländedarstellung: Punktwolke der UAV-Befliegung vom 23.08.2023

Fig.3: In the 2022-2023 analysis period, increased rockfall activity was recorded in the north-east exposed rock face area (left north face gully) below the observatory (ID 6: 225 m<sup>3</sup>, ID 7: 20 m<sup>3</sup>, ID 8: 2 m<sup>3</sup>, ID 9: 6 m<sup>3</sup>). Release area ID 7 is located around 80 metres below the observatory. Terrain representation: Point cloud of the UAV flight from 23/08/2023

Quelle/Source: Georesearch

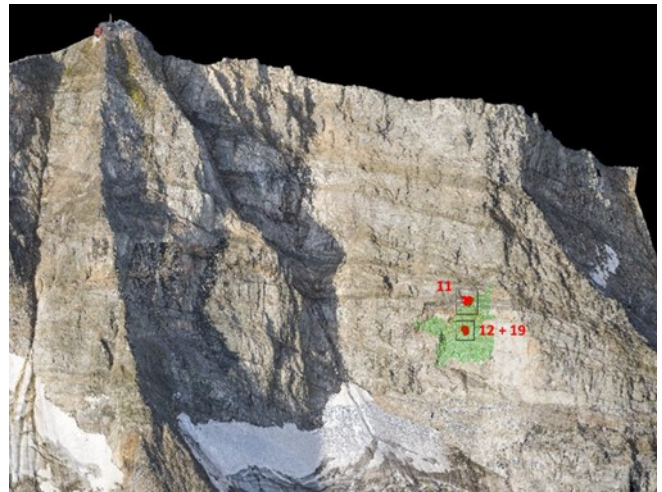


Abb.4: Aus dem Ablösebereich des großen Felssturzes vom 30.08.2020 (15.570 m<sup>3</sup>) lösten sich im Rahmen der diesjährigen Analyseperiode drei Nachstürze: ID 11 (116 m<sup>3</sup>), ID 12 (67 m<sup>3</sup>) und ID 19 (8 m<sup>3</sup>). Grün: Felssturz vom 30.8.2020. Rot: Ablösebereiche in der Analyseperiode 2022-2023. Geländedarstellung: Punktwolke der UAV-Befliegung vom 23.08.2023.

Fig.4: During this year's analysis period, three secondary rockfalls detached from the detachment area of the large rockfall of 30 August 2020 (15,570 m<sup>3</sup>): ID 11 (116 m<sup>3</sup>), ID 12 (67 m<sup>3</sup>) and ID 19 (8 m<sup>3</sup>). Green: Rockfall from 30.8.2020. Red: Release areas in the 2022-2023 analysis period. Terrain representation: Point cloud of the UAV flight from 23.08.2023.

Quelle/Source: Georesearch

## Autoren/innen/Authors

S. Reisenhofer  
1) GeoSphere Austria

## Ansprechpartner/in/Contact Person

Mag. Stefan Reisenhofer  
Departement Klimamonitoring und Kryosphäre  
stefan.reisenhofer@geosphere.at  
www.geosphere.at                      www.sonnblick.net

### Geophysikalisches Permafrost-Monitoring

64



Seit 2015 werden geophysikalische Messungen am Hohen Sonnblick durchgeführt. In Permafrostgebieten können geophysikalische Bilder dazu dienen gefrorene Bereiche im Untergrund zu identifizieren und die Grenze zwischen dem *active layer* und dem *passive layer* zu detektieren. Im Jahr 2021 haben wir sowohl im März als auch im Oktober Messungen durchgeführt, um Veränderungen im Permafrost, wie z.B. das Auftauen gefrorener Bereiche aufgrund saisonaler Temperaturveränderungen zu untersuchen.

In Abb. 1 links ist die Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes, die auf Messungen im Oktober 2021 basiert, zu sehen. Hohe spezifische elektrische Widerstände sind für gewöhnlich auf gefrorene Bereiche mit Poreneis zurückzuführen. Auf der rechten Seite von Abb. 1 befindet sich eine schematische Interpretation der Ergebnisse, die die Ausdehnung des Permafrostkörpers sowie ungefrorener Bereiche zeigen soll.

Im Jahr 2023 wurden die Messung durch eine Privatspende weitergeführt. Um den Einfluss des Klimawandels am Hohen Sonnblick zu untersuchen, besonders in Hinblick auf die Degradation von Permafrost, wäre eine Fortsetzung sinnvoll. Aufgrund fehlender Finanzierung wird in 2024 voraussichtlich keine Messung stattfinden.

### Geophysical Permafrost Monitoring

Since 2015, we collect geophysical monitoring data at the Hoher Sonnblick Summit. In permafrost areas, the geophysical images can be used as diagnostic tools, for instance, to delineate frozen areas and to define the boundary between the active layer and the passive layer. Last year, we collected data in March and October to gain information about permafrost dynamics, such as the thawing of frozen areas due to seasonal variations of air temperature.

In Fig. 1, we present the electrical imaging results obtained for data collected in October 2021, expressed in terms of the electrical resistivity, with higher values commonly related to frozen rocks and pore ice. We also present a schematic interpretation of the results that permits to identify the extension of permafrost and unfrozen materials.

The measurements were continued in 2023 thanks to a private donation. In order to investigate the influence of climate change on the Hoher Sonnblick, especially with regard to the degradation of permafrost, a continuation would make sense. Due to a lack of funding, no measurement is expected to take place in 2024.

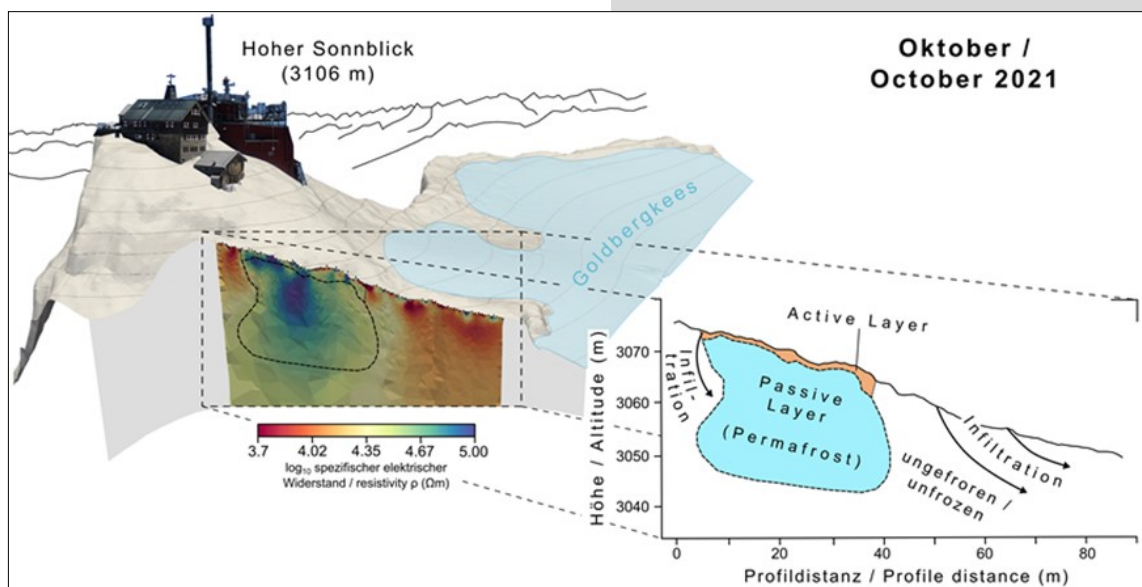


Abb. 1: Ergebnisse geoelektrischer Messungen im Oktober 2021 (spezifischer elektrischer Widerstand). Daneben ist eine schematische Interpretation der Ergebnisse zur Charakterisierung der Eigenschaften des Untergrundes am Hohen Sonnblick gegeben.

Fig. 1: Electrical imaging results for data collected in October 2021 (electrical resistivity). A schematic interpretation of the geophysical image is presented to illustrate the subsurface conditions at the Hoher Sonnblick.



#### Autoren/innen/Authors

Clemens Moser<sup>1)</sup>, Lukas Aigner<sup>1)</sup>, Theresa Maierhofer<sup>1)</sup>,  
Matthias Steiner<sup>1)</sup> and Adrian Flores Orozco<sup>1)</sup>

1) TU Wien, Department of Geodesy and Geoinformation

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Prof. Dr.-habil Adrian Flores Orozco  
TU Wien, Dept. of Geodesy and Geoinformation, Research Unit of  
Geophysics  
Email: flores@geo.tuwien.ac.at



## Hochfrequente Induzierte Polarisation

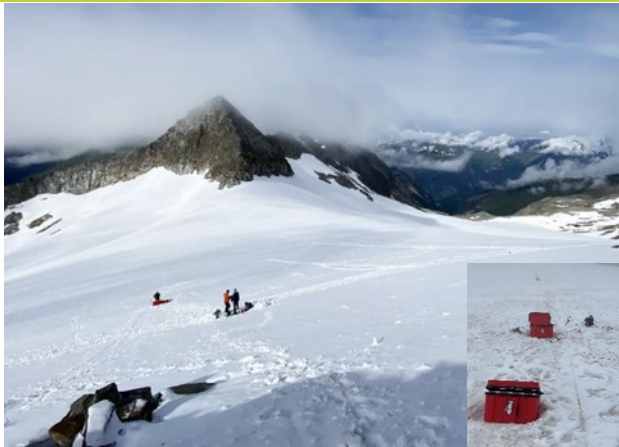


Abb.1: HFIP-Messung am Goldbergkees-Gletscher am Hohen Sonnblick. Inset: Feldaufbau der Chameleon II (Radic Research).

Fig.1: HFIP measurements on Goldbergkees glacier at Hoher Sonnblick. Inset: Field set-up of Chameleon II (Radic Research).

Quelle/Source: R. Zywczok, L. Aigner.

Die Methode der hochfrequenten induzierten Polarisation (HFIP) vermisst die frequenzabhängige elektrischen Eigenschaften und erlaubt es unterschiedliche Materialien im Untergrund zu differenzieren. Die HFIP ist eine vielversprechende neue Methode für die Permafrostforschung, da Wassereis im Porenraum eine charakteristische Polarisation im Frequenzbereich zwischen 100 Hz bis 100 kHz aufweist.

Für Messungen auf dem Goldbergkees-Gletscher am Hohen Sonnblick haben wir im Jahr 2023 das neuentwickelte HFIP-Feldgerät Chameleon II von Radic Research eingesetzt. Hauptziel dieser Messungen war es, die Leistungsfähigkeit des Geräts zu testen und die Ergebnisse mit denen anderer geophysikalischer Methoden, wie der Transienten Elektromagnetik und dem Georadar zu vergleichen. Neun Sondierungen wurden an drei Standorten auf dem Gletscher vermessen (Abb. 1) und zeigen den "Eisbuckel" im erwarteten Frequenzbereich zwischen  $10^2$  und  $10^4$  Hz (Abb. 2). Interessanterweise sehen wir einen weiteren Peak bei  $\approx 10$  Hz, dessen Existenz neue spannende Fragen aufwirft. Die Messungen am Hohen Sonnblick leisten somit weiter einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung und Evaluierung neuer Methoden. Die Messkampagne wurde durch ATMO Access unterstützt

## High-Frequency Induced Polarization

The high-frequency induced polarisation (HFIP) method assesses the frequency-dependent electrical properties of the subsurface, allowing distinction of subsurface material. It is an emerging method in permafrost research, as water-ice in the pore space undergoes characteristic polarisation in the frequency range of 100 Hz to several 100 kHz.

We used the novel HFIP field device, Chameleon II by Radic Research, to undertake measurements on Goldbergkees glacier in 2023. The main goal was to test equipment performance and compare results with other geophysical methods, such as transient electromagnetic and ground-penetrating radar.

Nine soundings were collected at three locations (Fig. 1), which show phase spectra with the "ice-bump" in the expected frequency range between  $10^2 - 10^4$  Hz (see Fig. 2). Interestingly, we see a second relaxation peaking at  $\approx 10$  Hz, the cause for which is an appealing open question. The measurements on the Hoher Sonnblick continue to serve for further development and evaluation of methods. The campaign was supported by Atmo-Access.

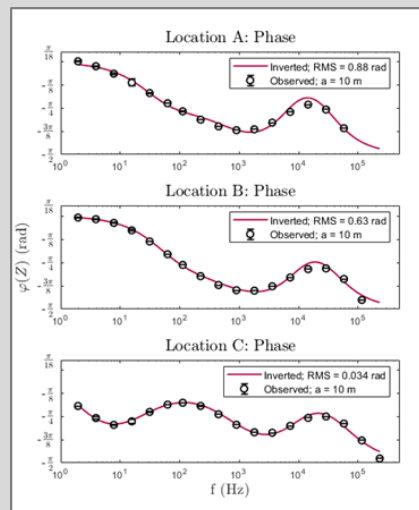


Abb. 2: An drei Standorten auf dem Goldbergkees Gletscher gemessene Phasenspektren. Die Kurven an Standorten A und B zeigen jeweils einen, die Kurve an Standort C zwei Phasenpeaks.

Fig. 2: Phase spectra measured at three locations on Goldbergkees glacier. The curves at locations A and B show one, the curve at location C two phase peaks.

Quelle/Source: M.Sugand

### Autoren/innen/Authors

M. Sugand<sup>1</sup>, M. Buecker<sup>1</sup>, L. Aigner<sup>2</sup>, J. Mudler<sup>1</sup>, A. Flores Orozco<sup>2</sup>  
1) TU Braunschweig, Inst. für Geophysik und extraterrestr. Physik  
2) TU Wien, Department of Geodesy and Geoinformation

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Prof. Dr. Matthias Buecker  
TU Braunschweig, Inst. für Geophysik und extraterrestr. Physik  
Email: m.buecker@tu-braunschweig.de  
Webseite/webpage: www.igep.tu-bs.de

### Seismische Station SOSA am Hohen Sonnblick

### Seismic Station SOSA at Mt. Hoher Sonnblick

66



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 GEOSPHERE AUSTRIA 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 GEOSPHERE AUSTRIA. 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.

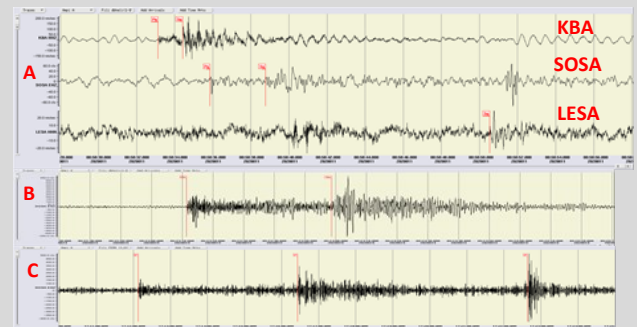


Abb.2: Seismogramme erfasst auf SOSA (A. ein schwaches Erdbeben in Mallnitz, Kärnten, mit einem Datenfenster von 30 sec; B. ein regionales Beben in Cortemilia, Italien, mit einem Datenfenster von 3 min; C. ein Fernbeben in Sulawesi, Indonesien, mit einem Datenfenster von 15 min).

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: GEOSPHERE AUSTRIA/DMM/Geophysik/Seismologie

### Sonnblick Seismologisches Monitoring

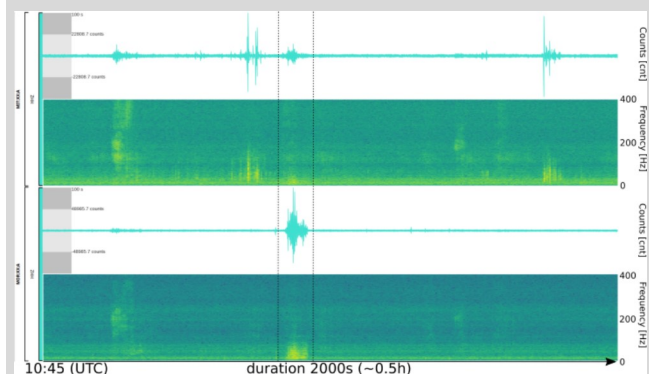


SeisRockHT MOR-Station am Fusse der Sonnblick Nordwand.  
SeisRockHT MOR- station at the foot of the Sonnblick north face.  
Quelle/Source: GEOSPHERE AUSTRIA/Binder

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

### Sonnblick Seismological Monitoring

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



Visuell und seismologisch beobachteter Steinschlag vom 17. 08. 2017. Die zwei vertikalen Linien zeigen die registrierten Daten der MIT- und MOR-Station während des Ereignisses. Der Fels hatte ein Volumen von  $\sim 0.5\text{m}^3$ .  
Visual and seismological observed rockfall on the 17. 08. 2017. The two vertical lines indicate the registered data for the MIT- and MOR-station during the event. The rock had a volume of  $\sim 0.5\text{m}^3$ .

#### Autoren/innen/Authors

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

1) GeoSphere Austria / Uni Potsdam

2) Mertl Research GmbH

3) GEORESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Mag. Daniel Binder

Universität Potsdam

Email: daniel.binder@uni-potsdam.de

### Schnee- und Lawinenmonitoring seit 1965

### Snow and avalanche monitoring since 1965

68



Abb.1: Schneebrettlawinen im Dezember 2022 in einem Nordhang unter dem Schutzhäus Neubau im Raurisertal auf ca. 2100m Seehöhe.. Fig.1: Several slab avalanches in December 2022 near the alpine hut Neubau at 2100m sea level. Quelle/Source: Wolfgang Rohrmoser

Seit mittlerweile über 50 Jahren, ist das Sonnblick Observatorium auch fixer Bestandteil des Lawinen-Netzwerkes. Zudem ist es die höchstgelegene Lawinenmeldestelle Österreichs.

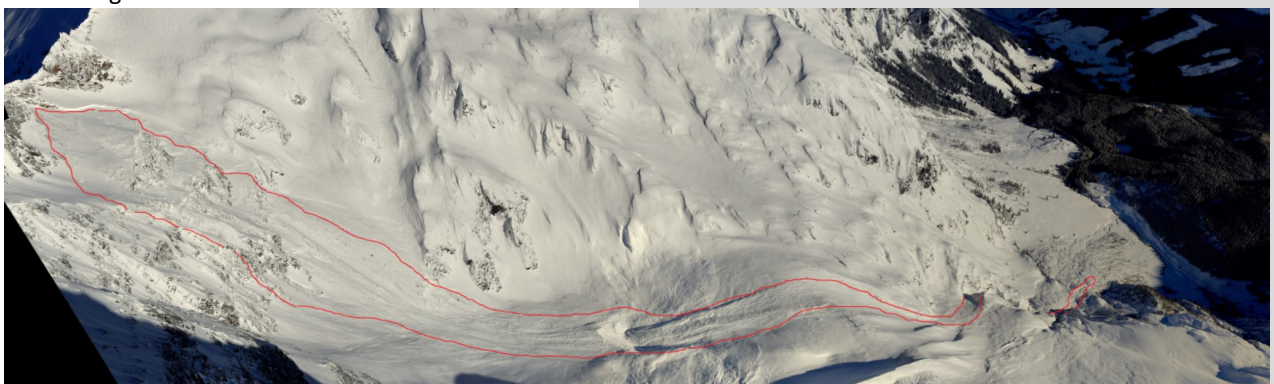
Zwischen November und Mai wird täglich vom Sonnblick an die Lawinenwarnzentrale gemeldet. Sämtliche lawinenrelevanten Informationen werden penibel aufgezeichnet und kommuniziert. Dazu gehören zum Beispiel Trieb Schnee Bildung, Neuschnee Verteilung sowie Temperatur- und Strahlungsauswirkung auf die Schneedecke. Neben den täglichen Beobachtungen werden regelmäßig Schneedeckenuntersuchungen und Stabilitätstests zwischen Neubau und dem Observatorium durchgeführt. Dies gibt einen detaillierten Einblick in den Aufbau der Schneedecke und macht allfällige Schwachschichten sichtbar.

For more than 50 years, 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 evolution of wind-drifted snow situations (spatial distribution of snowdrift thickness of the wind slab 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 Goldzechkopfes, welches als Staublawine den Talboden erreicht (1500 m Höhenunterschied). März 2017.

Fig.2: Huge slab avalanche below the Goldzechkopf, 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



### Sonnblick Nordwand: Felssturz Monitoring 2023

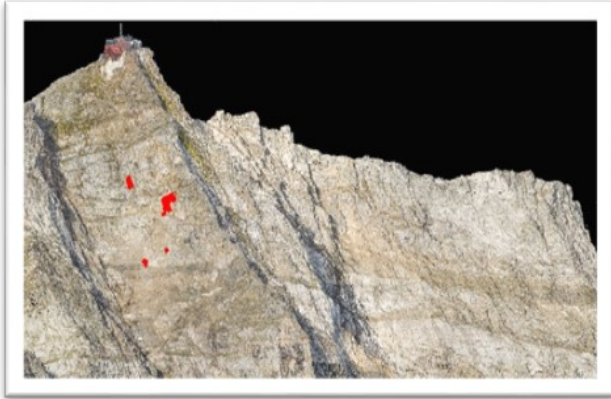


Abb.1: Erhöhte Felssturzaktivität unterhalb des Sonnblick Observatoriums  
Fig.1: Increased rockfall activity below the Sonnblick Observatory  
Quelle/Source: GEORESEARCH

Vergletscherte und Permafrost-beeinflusste Felswände sind von den Auswirkungen des Klimawandels besonders stark betroffen. In den letzten Jahren ereigneten sich an diesen Standorten besonders häufig große Felsstürze. Seit 2015 führt GEORESEARCH ein Langzeit-Monitoring der Felswände durch (2015-2018 mittels terrestrischem Laserscanning, seit 2019 Photogrammetrie-Befliegungen). Ziel des Monitorings ist die exakte Identifizierung von Felssturz-Ablösebereichen, ein verbessertes Verständnis der Auslöser und Ursachen und ein erhöhter Schutz von Mensch und Infrastruktur.

In der Analyseperiode 08/2022 bis 08/2023 wurden 20 Ablösebereiche mit Versagenstiefen von > 1 m identifiziert. Die Volumina reichten dabei von 2,5-225 m<sup>3</sup>. Das Gesamtvolumen der beobachteten Stürze betrug rund 770 m<sup>3</sup>. Die drei größten Ablösebereiche verfügten über Volumen von jeweils über 100 m<sup>3</sup>.

Die aktuelle Analyseperiode zeigt eine erhöhte Felssturzaktivität im nordöstlich exponierten Felswand-Bereich unterhalb des Sonnblickobservatoriums. Der größte Ablösebereich (125 m<sup>3</sup>) ereignete sich nur rund 90 Höhenmeter unter dem Observatorium (Abb. 1).

Der drittgrößte (und viertgrößte) Ablösebereich der Analyseperiode liegt sich in einem Gebiet, das in den letzten zwei Jahren durch das Rückschmelzen des Gletschers freigelegt wurde. Dies unterstreicht den Trend in Richtung erhöhter Felssturz-Aktivität in kürzlich ausgeaperten Felswandbereichen (Abb. 2).

### Sonnblick North-Face: Rockfall Monitoring 2023

Glaciated and permafrost-underlain rock walls are particularly affected by the impacts of climate change. In recent years, these locations have experienced intensified rockfall activity. Since 2015, GEORESEARCH has been conducting a long-term monitoring of the north-face of the Rauriser Sonnblick (2015-2018 using terrestrial laser scanning, and since 2019 using photogrammetry). The goal is to precisely identify rockfall release areas, contributing to a better understanding of triggers and causes, while simultaneously protecting human life and infrastructure.

During the analysis period 08/2022 to 08/2023, similar to previous years, 20 release areas with failure depths greater than 1 m were identified. Volumes ranged from approximately 2.5 to 225 m<sup>3</sup>. The total volume of the observed rockfalls was around 770 m<sup>3</sup>, each of the three largest release areas had volumes larger than 100 m<sup>3</sup>.

The current analysis period shows increased rockfall activity in the northeast-exposed rock wall area below the Sonnblick Observatory. The largest release area (125 m<sup>3</sup>) was identified around 90 meters below the observatory (Fig. 1).

The third-largest (and fourth-largest) event occurred in an area exposed by glacier retreat within the last two years. This once again emphasizes the trend towards increased rockfall activity in recently deglaciated rock wall areas (Fig 2).

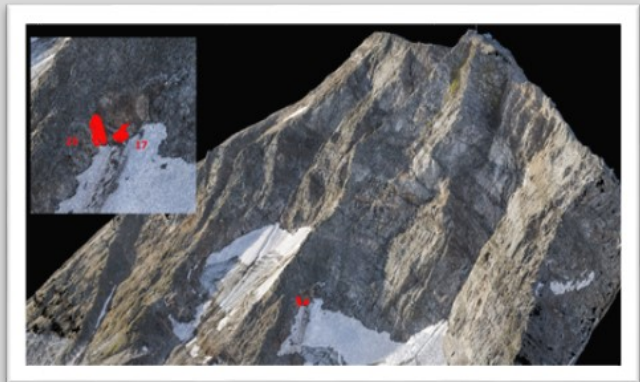


Abb.1: Felsstürze im kürzlich vom Gletscherrückzug freigelegten Bereich  
Fig.1: Rockfalls in recently deglaciated terrain.  
Quelle/Source: GEORESEARCH

### Fleisstalit, eine weltweit neue Mineralart aus der Sonnblickgruppe

### Fleisstalite, a worldwide new mineral species from the Sonnblick Group

70



Abb.1: Sphärische Aggregate von Fleisstalit-Kristallen auf Quarz. Bildbreite 9 mm.  
Fig.1: Spherical aggregates of fleisstalite-crystals on rock crystal. Width 9 mm.  
Quelle/Source: H.-P. Bojar

Mineralogische Projekte im Nationalpark Hohe Tauern (Kärnten/Salzburg) haben das Ziel, die Kenntnis der Mineralvorkommen in diesem Gebiet zu erweitern. Für diesen Zweck haben versierte Mineraliensammler die Genehmigung der Nationalparkverwaltung, im Gelände Mineralien zu sammeln, die durch Fachwissenschaftler untersucht, dokumentiert und auch publiziert werden.

So werden je nach Gesteinstyp oft Mineralgesellschaften (Paragenesen) gefunden, die für den betreffenden Fundort neu sind, jedoch bereits bekannte Mineralarten umfassen.

Sehr selten, aber schon einige Male in Österreich dokumentiert, werden dabei sogar weltweit neue Mineralarten entdeckt. Dazu gehört der Fund der neuen Mineralart Fleisstalit, die nach der Fundregion im Kleinen Fleisstal, Sonnblickgruppe, benannt wurde (Fund: Projektmitarbeiter Michael Ottmann, Radenthein).

Fleisstalite,  $\text{Fe}^{2+}(\text{SO}_3) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , stammt aus einer alpinen Kluft aus dem Gebiet der Mokritzen, Kleines Fleisstal, Kärnten und bildet sphärische Aggregate von orthorhombischen prismatischen Kristallen, die bis 0,1 Millimeter dick, 0,5 Millimeter lang und nach [010] gestreckt sind (Abb. 1). Als Paragenese konnten Quarz, Muskowit, Monazit-(Ce), Siderit und Pyrit bestimmt werden. Die beiden Letztgenannten sind teils stark limonitisiert und verursachen damit auch die rostbraune Farbe der Oberfläche der sonst farblosen Fleisstalit-Kristalle.

Mineralogical projects in the Hohe Tauern National Park (Carinthia/Salzburg) aim to expand knowledge of the mineral occurrences in this area. For this purpose, experienced mineral collectors are authorized by the national park administration to collect minerals in the area, which are then examined, documented and published by specialist scientists.

Depending on the type of rock, mineral associations (parageneses) are often found to be new for a locality, but include already known mineral species.

Very rarely, but already documented several times in Austria, world-wide new mineral species are even discovered. This includes the discovery of the new mineral species fleisstalite, which was named after the region where it was found in Kleines Fleisstal, Sonnblick group (discovery: project member Michael Ottmann, Radenthein).

Fleisstalite,  $\text{Fe}^{2+}(\text{SO}_3) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , originates from an alpine fissure in the Mokritzen area, Kleines Fleisstal, Carinthia and forms spherical aggregates of orthorhombic prismatic crystals up to 0.1 mm thick, 0.5 mm long and elongated according to [010] (Fig. 1). Quartz, muscovite, monazite-(Ce), siderite and pyrite could be determined as paragenesis. The latter two are partly strongly limonitic and thus also cause the rusty-brown colour of the surface of the otherwise colourless fleisstalite crystals.

In addition to chemical and physical data, the crystal structure must also be analyzed for the recognition as a new mineral species. X-ray analyses of single crystals and crystal powders make it possible to determine the crystal structure.

The empirical formula, obtained from microprobe analyses, is  $(\text{Fe}^{2+}_{0,92}\text{Mn}^{2+}_{0,09})_{\Sigma 1,01}(\text{S}_{0,99}\text{O}_3) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

And the simplified formula is  $\text{Fe}^{2+}(\text{SO}_3) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

Fleisstalite is orthorhombic and crystallizes in space group *Pnma*. The unit cell parameters (at 100 K) are:

$a = 9.554(5)$ ,  $b = 5.534(3)$ ,  $c = 9.429(5)$  Å and

$V = 498.4(4)$  Å<sup>3</sup>.

The unit cell contains 4 formula units ( $Z = 4$ ).

Neben chemischen und physikalischen Daten ist für die Anerkennung als neue Mineralart auch die Analyse der Kristallstruktur erforderlich. Die Untersuchungen mittels Röntgenstrahlen an Einkristallen und Kristallpulvern ermöglichen die Bestimmung der Kristallstruktur.

Die empirische Formel, erhalten aus Messungen mittels Mikrosonde, lautet  $(\text{Fe}^{2+}_{0,92}\text{Mn}^{2+}_{0,09})_{\Sigma 1,01}(\text{S}_{0,99}\text{O}_3) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Die vereinfachte Formel ist  $\text{Fe}^{2+}(\text{SO}_3) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

Fleisstalit ist orthorhombisch und kristallisiert in der Raumgruppe *Pnma*. Die Parameter der Elementarzelle (bei 100 K) betragen:  $a = 9,554(5)$ ,  $b = 5,534(3)$ ,  $c = 9,429(5)$  Å und  $V = 498,4(4)$  Å<sup>3</sup>. In der Elementarzelle sind 4 Formeleinheiten enthalten ( $Z = 4$ ).

Röntgenbeugungsdaten zeigen die strukturelle Verwandtschaft von Fleisstalit mit Gravegliait,  $\text{Mn}^{2+}(\text{SO}_3) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Die Kristallstrukturverfeinerung unter Verwendung anisotroper Parameter für alle Nicht-Wasserstoffatome wurde für Fleisstalit mit dem Programm SHELXL-97 durchgeführt und ergab  $R1 = 0,057$  für 396 Röntgen-Reflexe mit  $F_o > 4\sigma(F_o)$ .

Die grundlegende Struktureinheit in der Fleisstalitstruktur ist die unendliche Kette aus zwei Fe -  $[\text{SO} + 3\text{H}_2\text{O}]$  - Oktaedern, welche durch zwei Schwefelatome verbunden sind, die  $\text{SO}_3$ -Gruppen bilden (Abb. 2). Die Ketten verlaufen parallel  $[010]$  und sind durch Wasserstoffbrückenbindungen von 1,792 bis 2,158 Å vernetzt, so dass ein dreidimensionales Netzwerk entsteht (Abb. 3).

Nach der Mineralsystematik gehört Fleisstalit zur Sulfite-Gruppe (Strunz 4.JE.), die mit bisher nur sieben Mineralarten zu den extrem seltenen(!) Mineralbildungen der Erde zählt (WALTER & BOJAR 2017).

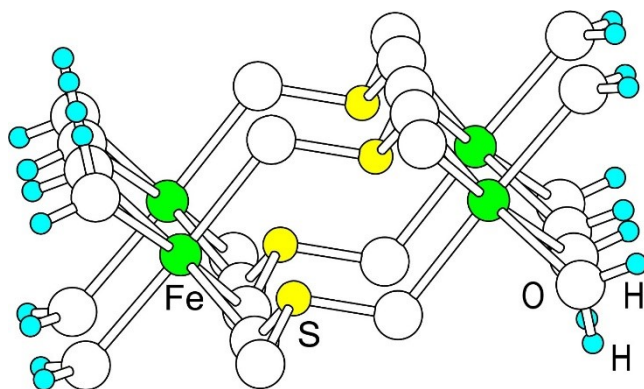


Abb.2: Die parallel  $[010]$  laufende unendliche Kette aus  $\text{Fe}^{[\text{SO}+3\text{H}_2\text{O}]}$ -Oktaedern und  $\text{SO}_3$ -Gruppen in der Kristallstruktur von Fleisstalit.

Fig.2: The basic structural unit of the fleisstalite structure is an infinite chain along  $[010]$  built by two Fe-octahedra and two sulfite-groups.

Quelle/Source: F. Walter

X-ray diffraction data show the structural relationship of fleisstalite with gravegliaite,  $\text{Mn}^{2+}(\text{SO}_3) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Crystal structure refinement for fleisstalite using anisotropic parameters for all non-hydrogen atoms was performed with the SHELXL-97 programme and yielded  $R1 = 0.057$  for 396 X-ray reflections with  $F_o > 4\sigma(F_o)$ .

The basic structural unit in the fleisstalite structure is the infinite chain of two Fe -  $[\text{SO} + 3\text{H}_2\text{O}]$  octahedra, which are connected by two sulfur-atoms, which form  $\text{SO}_3$  groups (Fig. 2). The infinite chains run parallel  $[010]$  and are cross-linked by hydrogen bonds of 1.792 to 2.158 Å, creating a three-dimensional network (Fig. 3).

According to the mineral systematic, fleisstalite is part of the sulfite group (Strunz 4.JE.), which is with only seven mineral species to date one of the extremely rare(!) mineral formations on earth (WALTER & BOJAR 2017).

#### REFERENCES:

STRUNZ H. & NICKEL E.H. (2001): Strunz Mineralogical Tables. Schweizerbart, Stuttgart.

WALTER F. & BOJAR H.-P. (2017): Fleisstalite,  $\text{Fe}^{2+}(\text{SO}_3) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , a new sulfite mineral species. - Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft, 163: 92.

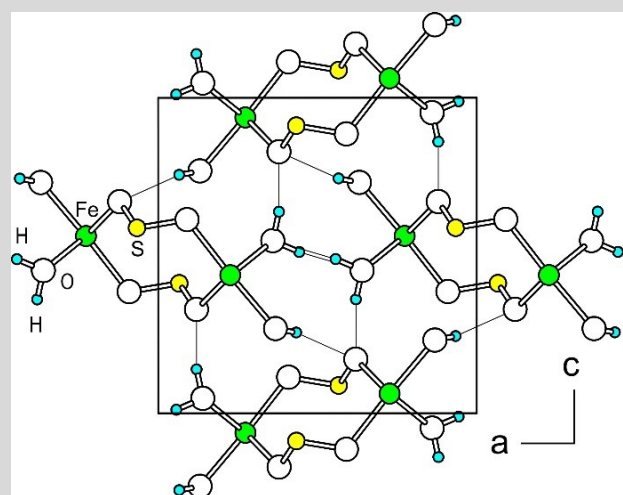


Abb.3: Das 3-dimensionale Netzwerk der durch H-Brücken verbundenen Kettenelemente in der Kristallstruktur von Fleisstalit; Projektion entlang  $[010]$ .

Fig.3: The 3-dimensional network of chain elements connected by H-bridges in the crystal structure of fleisstalite; Projection along  $[010]$ .

Quelle/Source: F. Walter

#### Autoren/innen/Authors

Walter F., Bojar H.-P.  
Studienzentrum Naturkunde/Mineralogie  
Universalmuseum Joanneum  
Weinzöttlstraße 16, 8045 Graz

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Franz Walter  
Universalmuseum Joanneum, Mineralogie  
Email: franz.walter1952@gmx.at

## Fledermäuse am Hohen Sonnblick

## Bats on top of Mt. Hoher Sonnblick

72



Abb.1: Der Batcorder zeichnet automatisch Ultraschallrufe von Fledermäusen auf  
Fig.1: The Batcorder: automated recording of ultrasonic bat calls

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 Hohen 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 Hohen Sonnblick konnten die Langstreckenzieher Großer und Kleiner Abendsegler (*Nyctalus noctula*, *N. leisleri*), die Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) und die Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) 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.

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 bat 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 nathusii*). 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: Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*) häufigste Art des Hochgebirges in Österreich

Fig.2: Northern bat (*Eptesicus nilssonii*): most common bat at high Alpine regions in Austria



### Autoren/innen/Authors

Karin Widerin  
Koordinationsstelle f. Fledermausschutz u. -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)



## Arthropoden-Aufnahme auf 3100m



Abb.1: Malaise-Falle vor dem Zittelhaus aufgespannt  
Fig.1: Malaise-trap set up in front of Zittelhaus  
Quelle/Source: Sarah Wagner

Insekten haben jahreszeitlich sehr dynamische Lebenszyklen, was viele insekten-fressende Tiere beeinflusst. Anthropogene Bedrohungen wie Umweltschadstoffe und Pestizide haben in den letzten fünf Jahrzehnten zu einem rapiden Rückgang des Insektenreichtums geführt. Aus diesen Gründen war eine Untersuchung der zeitlichen Dynamik der Arthropodenvielfalt und Häufigkeit am Hohen Sonnblick das Hauptthema dieser Arbeit, die von der Universität Salzburg durchgeführt wurde. Ziel dieser Studie war auch die Sammlung von Daten zu Fledermaus-Beutetieren eines Langzeit-Fledermausmonitorings von Karin Widerin (KFFÖ).

Die Auswirkungen von Umweltbedingungen auf die Häufigkeit und Zusammensetzung von Arthropodengemeinschaften am Hohen Sonnblick wurden untersucht. Außerdem wurden verschiedene Methoden zur Sammlung und Aufzeichnung von Arthropoden verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass Parameter wie Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit sowie die Windrichtung das Auftreten von Insekten beeinflussen. Malaise-Fallen bildeten die Fluginsektengemeinschaften am besten ab. Zur Überwachung von Nachtfaltern lieferte die Kreuzfensterfalle ausgestattet mit einer Säule aus diversen Lichtquellen die zuverlässigsten Ergebnisse. Darüber hinaus boten Barberfallen einen guten Überblick über bodenbewohnende Arthropoden. Eine hohe Fluginsektendichte könnte das kurzfristige Auftreten von Fledermäusen in diesen Höhenlagen erklären.

## Arthropod-Monitoring at 3100masl

Insects have very dynamic seasonal life cycles, which influences many insectivorous predators. Anthropogenic threats such as environmental pollutants and pesticides have led to rapid declines in insect abundance over the past five decades. For these reasons, a survey of the temporal dynamics of arthropod diversity and abundance at Hoher Sonnblick was the main topic of this work by the University of Salzburg. The aim of this study was also to collect data on bat prey from a long-term bat monitoring project by Karin Widerin (KFFÖ).

The effects of environmental conditions on the abundance and composition of arthropod communities at Hoher Sonnblick were investigated. Different methods for collecting and recording arthropods were also compared. The results show that parameters such as air temperature and relative humidity as well as wind direction influence the occurrence of insects. Malaise traps best represented the flying insect communities. For monitoring moths, the cross-window trap equipped with a column of various light sources provided the most reliable results. In addition, pitfall traps provided a good overview of ground-living arthropods. Previous results on bats showed that not only migratory bat species, but also local bat species (e.g., the northern bat *E. nilssonii*) can occasionally be detected at the observatory. A high density of moths and other flying insects could explain the presence of the animals at these extreme altitudes.

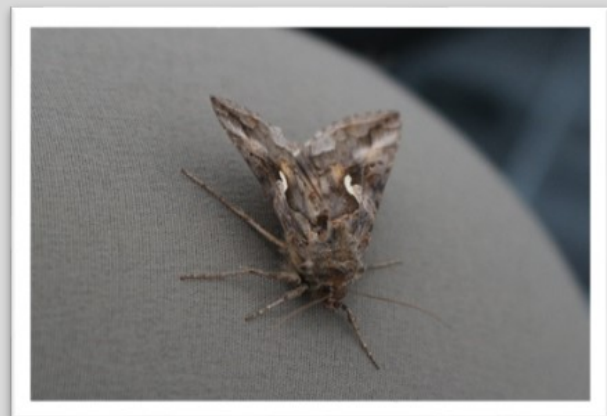


Abb.2: Die Gammaeule *Autographa gamma* (Fallentyp: Kreuzfensterfalle)  
Fig.2: The silver Y moth *Autographa gamma* (trap type: crosswindow trap)  
Quelle/Source: Sarah Wagner

### Woher stammen die Pflanzenpollen am Hohen Sonnblick

### Where do the plant pollen at MT. Hoher Sonnblick come from

74



GeoSphere  
Austria



Abb.1: Uhrwerk der Pollenfalle zerlegt, Saharastaub auf der Trommel, die umgeknickte und reparierte Windfahne

Fig.1: Disassembled clockwork of the pollen trap, Sahara dust on the drum, the bent and repaired windvane

Quelle/Source:Sonnblick

Seit dem Sommer 2019 saugt die Pollenfalle (volumetrischer Hirst Typ) die dünne Höhenluft am Sonnblickobservatorium samt Pollen und Saharastaub durch die Einlassdüse und schleudert die Partikel auf die dahinterliegende klebrige Trommel. Die Auszählung der Pollenstreifen unter dem Mikroskop offenbart, wie viele Pollen welcher Pflanzenfamilien pro Zeiteinheit herantransportiert werden.

Während der wenigen Jahre des Betriebs setzten die mechanischen und thermischen Belastungen des Sonnblickwetters dem recht einfach und robust gebauten Gerät dennoch zu. Zwei Mal ist das Uhrwerk in die Knie gegangen, einmal riss das Netzkabel, zwei Heizelemente mussten ausgetauscht werden und einmal knickte der Wind die originale Aluminium Windfahne um 90° in die Horizontale. Sie wurde durch ein entsprechendes Teil aus Kohlefaser ersetzt (Abb. 1).

Inzwischen liegen erste Analysen der Herkunftsgebiete von Pollen der Ambrosia vor, einem aus den USA eingeschleppten Unkraut, das sich in Europa begünstigt durch den Klimawandel ausbreitet und von Juli bis Oktober hoch allergene Pollen freisetzt.

Since the summer of 2019, the pollen trap (volumetric Hirst type) has been sucking in the thin mountain air at the Sonnblick observatory together with pollen and Saharan dust through the inlet nozzle and throwing the particles onto the sticky drum behind it. Counting the pollen under the microscope reveals how many pollen of which plant families are transported up to the Alpine summit per unit of time.

However, during the few years of operation, the mechanical and thermal stresses of the Sonnblick weather took their toll even on the robustly built device. The clockwork collapsed twice, the power cable broke once, two heating elements had to be replaced and once the wind bent the original aluminium wind vane by 90° into a horizontal position. It was replaced by a corresponding part made of carbon fibre (Fig. 1).

Meanwhile a first analysis of the source regions of ragweed pollen have become available, a weed introduced from the USA that has been spreading in Europe supported by increasing temperatures. It releases its highly allergenic pollen from July to October.

As part of a cooperation between the Institute for Meteorology (IMG) at the University of Vienna and GeoSphere Austria supported by VINAR (Vienna Network for Atmospheric Research), Johannes Gerwinat analysed the source regions for ragweed pollen at four alpine stations for his bachelor thesis via methods of source – receptor analysis (Zugspitze 2650 m, Davos 1587 m, Visp 648 m and Sonnblick 3106 m). To our knowledge, this is the first such study on pollen transport in the Alpine region using a Lagrangian particle dispersion model (FLEXPART).

In order to figure out from which regions the pollen collected at Sonnblick originate, a dispersion model is being run in backward mode. It is thus possible to trace the path of the particles registered at the pollen trap to their source. Source areas of ragweed pollen, as “seen” by the pollen trap from the Zugspitze or from Sonnblick, are depicted in Fig. 2.

Im Rahmen einer von VINAR (Vienna Network for Atmospheric Research) geförderten Kooperation zwischen dem Institut für Meteorologie (IMG) der Universität Wien und der GeoSphere Austria untersuchte Johannes Gerwinat für seine Bachelorarbeit mittels Methoden der Herkunftsanalyse die Quellregionen für Ambrosiapollen an vier alpinen Stationen (Zugspitze 2650 m, Davos 1587 m, Visp 648 m und Sonnblick 3106 m). Unseres Wissens handelt es sich dabei um die erste derartige Studie zum Pollentransport im Alpenraum mit Hilfe eines Lagrange'schen Partikelausbreitungsmodells (FLEXPART).

Um herauszufinden, aus welchen Regionen die am Sonnblick aufgefangenen Pollen stammen, lässt man so ein Ausbreitungsmodell zeitlich rückwärts rechnen. So ist es möglich, den Weg der an der Pollenfalle registrierten bzw. im Rückwärtsfall freigesetzten Partikel bis zur Quelle zurück zu verfolgen. Ein Ergebnis sind mögliche Ursprungsgebiete der Ambrosiapollen, wie sie die Pollenfalle von der Zugspitze oder vom Sonnblick aus "sieht" (Abb. 2). Trotz der relativ geringen Distanz von 300 km zwischen Zugspitze und Sonnblick werden erst am Sonnblick die Quellregionen der Ambrosiapollen im Osten erkennbar. Offenbar ist der Sonnblick Luftströmungen aus dem Osten weit häufiger ausgesetzt, als die westlicher gelegene Zugspitze.

Demnächst wird eine der technisch ausgereiftesten automatischen Pollenfallen auf dem Observatorium eingerichtet. Ein Vergleich zwischen dem herkömmlichen und dem neuen Gerät wird mit Spannung erwartet.

Herzlichen Dank an unsere Techniker am Sonnblick, die jede Woche die Trommeln wechseln und sich um den technischen Zustand der Pollenfalle kümmern; auch ein Danke an Frau Oeggel-Wahlmüller, die in mühsamer Kleinarbeit die Pollenkörner unter dem Mikroskop bestimmt und auszählt!

Despite the relatively small distance of 300 km between the Zugspitze and Sonnblick, the source regions of the ragweed pollen in the east only become visible at the Sonnblick. Apparently, the Sonnblick is much more exposed to air flow from the east than the Zugspitze further west.

One of the technologically most advanced automatic pollen traps will soon be installed at the observatory. A comparison between the conventional and the new device should be quite exciting.

Many thanks to our technicians at Sonnblick, who change the drums every week and take care of the technical condition of the pollen trap; also thanks to Mrs. Oeggel-Wahlmüller, who painstakingly identifies and counts the pollen grains under the microscope!

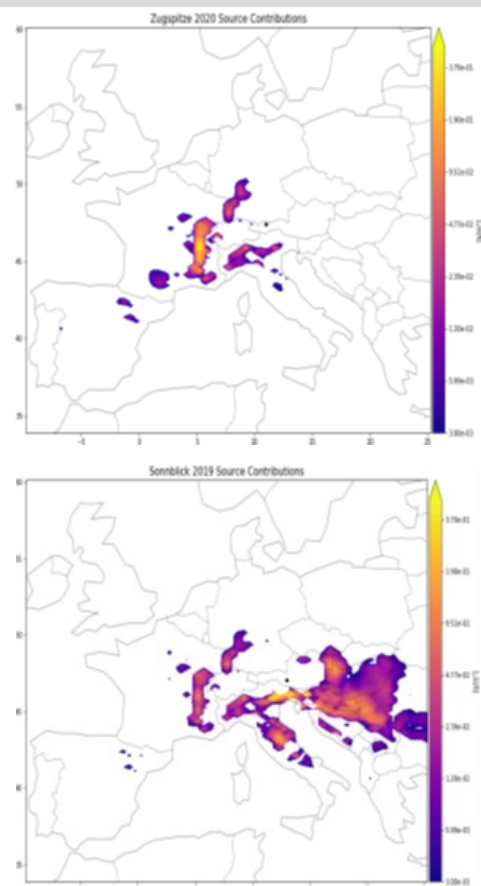


Abb.2: Saisonale Verteilung der Quellzuordnung für die Zugspitze (oben) und den Sonnblick (unten) für Ambrosia

Fig.1: Sasonal Source Contribution map for Zugspitze (top) and Sonnblick (bottom) for Ambrosia

Quelle/Source: Johannes Gerwinat, IMG Universität Wien

## Autoren/innen/Authors

H. Scheifinger<sup>1</sup>, A. Stohl<sup>2</sup> und J. Gerwinat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>GeoSphere Austria, Salzburg/Wien, Österreich

<sup>2</sup>Institut für Meteorologie, Universität Wien, Österreich

## Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Julia Burkart

GeoSphere Austria / Sonnblick Observatory

Email: [julia.burkart@geosphere.at](mailto:julia.burkart@geosphere.at)

Webseite/webpage: [www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net)

## Das Forschungsinfrastrukturprojekt AeroCloud-AT

## The research infrastructure project AeroCloud-AT

76

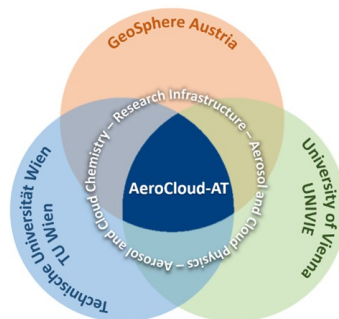


Abb.1: Das AeroCloud-AT Konsortium. Konsortialführer GeoSphere Austria und Partner Technische Universität Wien und Universität Wien.

Fig.1: The AeroCloud-AT consortium. Consortium leader GeoSphere Austria and partners Vienna University of Technology and University of Vienna.

Quelle/Source: AeroCloud-AT, B. Weinzierl

Das Infrastrukturprojekt „In situ Aerosol and Cloud Research Austria—AeroCloud-AT“ ist ein von der FFG gefördertes Projekt zur Errichtung einer Forschungsinfrastruktur für die Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen Aerosolen, Wolken und dem Klima. Die Forschungsinfrastruktur (RI) soll dieses Forschungsthema im Hinblick auf den urbanen und dem alpinen Hintergrund erfassen. Deshalb wird die RI an zwei Standorten integriert, dem Aerosolobservatorium der Universität Wien und dem Sonnblick Observatorium der GeoSphere Austria. Im Rahmen des Projekts ist es möglich neues Messequipment zu generieren, das helfen soll die Aerosol-Wolken-Klimawechselwirkung zu erforschen. Die RI wird durch die drei Projektpartner GeoSphere Austria, Technische Universität Wien und Universität Wien aufgebaut und gemanagt. Die Gesamtkosten sind mit 2.246.762,00€ geplant. Das Projekt startete am 01.11.2023 und wird mit 31.10.2027 die RI fertigstellen und für User zugänglich sein.

The infrastructure project “In situ Aerosol and Cloud Research Austria-AeroCloud-AT” is an FFG-funded project to establish a research infrastructure for investigating the interactions between aerosols, clouds and the climate. The research infrastructure (RI) is intended to cover this research topic with regard to the urban and alpine background. Therefore, the RI will be integrated at two locations, the Aerosol Observatory of the University of Vienna and the Sonnblick Observatory of GeoSphere Austria. As part of the project, it is possible to acquire new measuring equipment that will help to investigate the aerosol-cloud-climate interaction. The RI will be set up and managed by the three project partners GeoSphere Austria, Vienna University of Technology and the University of Vienna. The total costs are planned at € 2,246,762.00. The project started on 01.11.2023 and the RI will be completed and accessible to users on 31.10.2027.

The following equipment is planned for the location Sonnblick Observatory:

- GeoSphere Austria: PINE (Portable Ice Nucleation Experiment)
- GeoSphere Austria: POLENO Jupiter
- GeoSphere Austria: APS (Aerodynamic Particle Sizer)
- GeoSphere Austria: CDA (Cloud Droplet Analyzer)
- GeoSphere Austria: Moudi und Kaskadenimpaktoren
- TU Wien: TOF-ACSM-X (Aerosol Chemical Speciation Monitor)

Analogously, the following equipment is planned for the location aerosol laboratory at the University of Vienna:

- Uni Wien: Inlet und Exhaust System
- Uni Wien: SMPS (Scanning Mobility Particel Sizer)
- Uni Wien: Aerosol Electrometer (FCE)
- Uni Wien: APS (Aerodynamic Particle Sizer)
- Uni Wien: GFAS-/CAPS (Ground-based Fog Aerosol Spectrometer)

Für den Standort Sonnblick Observatorium ist folgendes Equipment geplant:

- GeoSphere Austria: PINE (Portable Ice Nucleation Experiment)
- GeoSphere Austria: POLENO Jupiter
- GeoSphere Austria: APS (Aerodynamic Particle Sizer)
- GeoSphere Austria: CDA (Cloud Droplet Analyzer)
- GeoSphere Austria: Moudi und Kaskadenimpaktoren
- TU Wien: TOF-ACSM-X (Aerosol Chemical Speciation Monitor)

Analog ist für das Aerosollabor der Universität Wien folgendes Equipment geplant:

- Uni Wien: Inlet und Exhaust System
- Uni Wien: SMPS (Scanning Mobility Particel Sizer)
- Uni Wien: Aerosol Electrometer (FCE)
- Uni Wien: APS (Aerodynamic Particle Sizer)
- Uni Wien: GFAS-/CAPS (Ground-based Fog Aerosol Spectrometer)

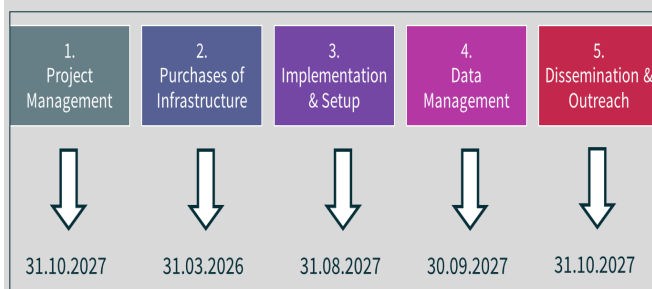


Abb.1: Arbeitspakete von AeroCloud-AT mit Fertigstellungsterminen.  
Fig.1: AeroCloud-AT work packages with completion dates.

Quelle/Source: AeroCloud-AT, E. Ludewig



### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1</sup>  
1) GeoSphere Austria

### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig  
GeoSphere Austria, Departement Sonnblick Observatory  
Email: elke.ludewig@geosphere.at  
www.sonnblick.net, www.geosphere.at

## Geplante TNA-Projekte und Kampagnen



Die Forschungsinfrastruktur Sonnblick Observatorium steht der Wissenschaft stets zur Verfügung. Diese erhält eine Sondergenehmigung die Seilbahn für den Zugang zu nutzen. (Für touristische Zwecke kann die Sonnblick Seilbahn nicht genutzt werden.) Im Rahmen von EU-Projekten mit Transnational Access erhalten wissenschaftliche Gruppen eine finanzielle Unterstützung, um zum SBO zu reisen und die Infrastruktur über mehrere Tage physisch oder remote zu nutzen. Solche Projekte, indem man den Zugang zum SBO gefördert bekommen kann, sind INTERACT, ATMO-ACCESS, IRISCC, sowie die Vereine INPA und Sonnblick Verein. Im Rahmen der EU-Projekte sind für 2024 folgende TNA-Projekte angefragt:

- Projekt NanoEU—Nanoplastics from Europe  
Projektleitung D. Materic, Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ). INTERACT TNA
- Projekt DUST—Dust in air and snow  
Projektleitung O.Meinander, Finnish Meteorological Institute (FMI), Uni Helsinki. INTERACT TNA
- Projekt Exploration of seasonal changes in soil characteristics using ERT to assess the occurrence of permafrost in high alpine terrain at Hoher Sonnblick  
Projektleitung M. Pechhold, Humboldt-Universität zu Berlin. ATMO-ACCESS TNA
- Projekt In situ observation of aerosol-cloud-interaction around 0° C at SBO (ACIO-SBO)  
Projektleitung C. Zhang, ETH Zürich. ATMO-ACCESS TNA
- Projekt Low-Cost Wirelless Sensor Networks for Monitoring of Essential Climate Variables and Air Quality (CLEANAIR)  
Projektleitung T. Parkinson, University of Sydney

### Weitere, TNA-unabhängige Messkampagnen:

- ECCINT-INT02: Wolken In Situ Messungen durch das TC CIS
- Bioaerosole in Kryosphärenhabitaten, Uni Innsbruck
- CCWAC Intercomparison: Wolkenwassermesskampagne, TC CIS
- Instrument Testmessungen, Schnaitec



ATMO ACCESS  
Access to Atmospheric Research Facilities



## Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1</sup>  
1) GeoSphere Austria

## Planend TNA-Projects and Campaigns

The Sonnblick Observatory research infrastructure is always available to the scientific community. Scientists receive special permission to use the cable car for access. (The Sonnblick cable car cannot be used for tourist purposes.) As part of EU projects with Transnational Access, scientific groups receive financial support to travel to the SBO and use the infrastructure physically or remotely over several days. Such projects in which access to the SBO can be funded are INTERACT, ATMO-ACCESS, IRISCC, as well as the INPA and Sonnblick associations.

The following TNA projects have been requested for 2024 as part of the EU projects:

- Projekt NanoEU—Nanoplastics from Europe  
Projektleitung D. Materic, Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ). INTERACT TNA
- Projekt DUST—Dust in air and snow  
Projektleitung O.Meinander, Finnish Meteorological Institute (FMI), Uni Helsinki. INTERACT TNA
  - Projekt Exploration of seasonal changes in soil characteristics using ERT to assess the occurrence of permafrost in high alpine terrain at Hoher Sonnblick  
Projektleitung M. Pechhold, Humboldt-Universität zu Berlin. ATMO-ACCESS TNA
  - Projekt In situ observation of aerosol-cloud-interaction around 0°C at SBO (ACIO-SBO)  
Projektleitung C. Zhang, ETH Zürich. ATMO-ACCESS TNA
  - Projekt Low-Cost Wirelless Sensor Networks for Monitoring of Essential Climate Variables and Air Quality (CLEANAIR)  
Projektleitung T. Parkinson, University of Sydney
- Other, TNA-independent measurement campaigns:  
ECCINT-INT02: Cloud In Situ measurements by TC CIS
- Bioaerosoles in Cryosphere habitats, Uni Innsbruck
  - CCWAC Intercomparison: Cloud water measurements, TC CIS
  - instrument test measurements, Schnaitec



## Ansprechpartner/in/Contact Person

Dr. Elke Ludewig  
GeoSphere Austria, Departement Sonnblick Observatory  
Email: elke.ludewig@geosphere.at  
www.sonnblick.net, www.geosphere.at

### Allsky7

#### Europäisches Kameranetzwerk für Meteore

78



GeoSphere  
Austria

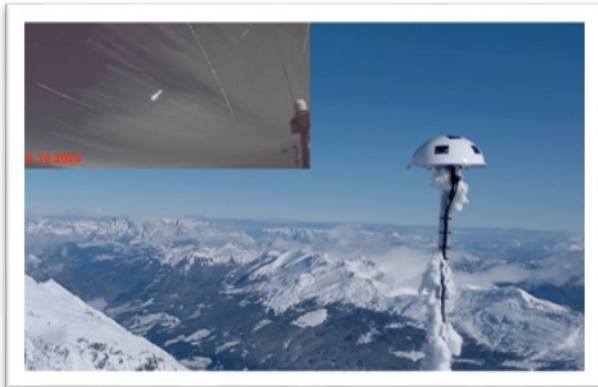


Abb.1: Allsky7 Camera zur 24/7 Erfassung der 1. Feuerkugel am 01.10.2023  
Fig.1: Allsky7 Camera for 24/7 and first registered fireball dated 2023/10/01  
Quelle/Source: [www.allsky7.net](http://www.allsky7.net)

Am 01.10.2023 nahm Meteorkamera AMS69 auf dem Sonnblick Observatorium nach fast zweijähriger Planungs- und Montagephase Ihren Betrieb als wichtiger Teil des Meteorkameranetzwerks Allsky7 Europe speziell zur Erfassung von Meteoren, Feuerkugeln und Meteoriten auf. Bereits in den ersten Nächten wurde das Potential der Kamera deutlich. Bei klarem Himmel wurden bereits innerhalb von 4 Tagen über 650 Meteore erkannt und im Netzwerk abgeglichen. Bis Ende Januar 2024 sind es bereits weit über 4500 registrierte Leuchterscheinungen. Aufgrund der exponierten Lage ist auch die Erfassungsreichweite erheblich. Der in der Nacht des 21.02.2024 auf Höhe von Berlin / D gefallene Havellandmeteorit (ein Rest des Asteroiden 2024 BX1) konnte aus über 700km Entfernung aufgezeichnet und ausgewertet werden. Die Analysen der mit Hilfe des gesamten Allsky7 Netzwerks bereits am nächsten Tage ausfindig gemachten Bruchstücke weisen darauf hin, dass es sich hier um einen extrem seltenen Aubrite handelt, welcher nach ersten Ergebnissen der laufenden Auswertung auf den Planeten Merkur als Ursprungsort hinweisen (DLR Pressemitteilung 02.02.2024). Neben den genannten Aufgabengebieten wurde das Anwendungsgebiet der Kamera bereits teilweise erweitert. Mittels der Zenitkamera wird tagsüber ein Zeitraffervideo generiert, welches Aufschluss über die Bildung und Entwicklung von Wolken geben soll. Hier ist für das kommende Jahr 2024 geplant, die Aufnahmen noch deutlich in der Auflösung zu steigern.

### Allsky7

#### European Camera Network for Meteors

On 1 October 2023, after almost two years of planning and installation, the AMS69 meteor camera at the Sonnblick Observatory went into operation as an important part of the Allsky7 Europe meteor camera network, specifically for recording meteors, fireballs and meteorites. The camera's potential became clear from the very first nights. Under clear skies, over 650 meteors were recognized and compared in the network within just 4 days. Till end of January, well over 4500 luminous phenomena have been registered. Due to the exposed location, the detection range is also considerable. The Havelland meteorite (a remnant of the asteroid 2024 BX1) that fell on the night of 21 February 2024 at the height of Berlin / D was recorded and analyzed from a distance of over 700 km. The analyses of the fragments located the very next day with the help of the entire Allsky7 network indicate that this is an extremely rare aubrite, which, according to initial results of the ongoing evaluation, points to the planet Mercury as the place of origin (DLR press release 02.02.2024). In addition to the areas of application mentioned above, the camera's field of application has already been expanded on a trial basis. The zenith camera is used to generate a time-lapse video during the day, which is intended to provide information about the formation and development of clouds. There are plans to significantly increase the resolution of the recordings in the coming year 2024.



Abb.2: Havellandmeteorit – Typ: Aubrite – einer von 12 bestätigten Fällen  
Fig.2: Havelland meteorite - type: Aubrite - one of 12 confirmed meteorites  
Quelle/Source: DLR Pressemitteilung 2024-02-05 / Image: Cevin Dettlaff /

in partnership with



Allsky7 Fireball Network Europe



#### Autoren/innen/Authors

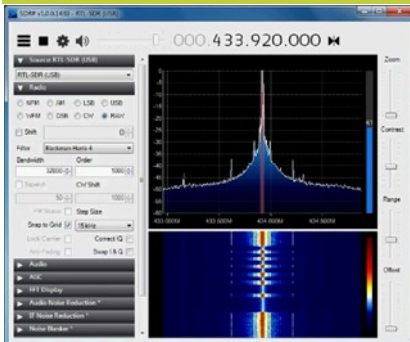
Stephan Adler<sup>1</sup>  
1) Member of AllSky7 Fireball Network Europe

#### Ansprechpartner/in/Contact Person

Dipl.Ing. Stephan Adler  
Institut/e:  
Email: [stefan.adler@adler-kunststofftechnik.de](mailto:stefan.adler@adler-kunststofftechnik.de)  
Webseite/webpage: [www.allsky7.net](http://www.allsky7.net)

## ÖSTERREICHISCHER VERSUCHSENDEVERBAND

OE2XSR



SDR Signal im 70cm Frequenzband  
SDR signal on 70cm frequency band  
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.

Aufgrund seiner exponierten Lage bietet das Sonnblick Observatorium eine ideale, experimentelle Richtfunkdaten-Verbindung **HAM-NET** (Highspeed Amateurradio Multimedia Network) zwischen Salzburg (Gernkogel) und Kärnten (Dobratsch).

Mit **WLAN** Richtfunkstrecken auf Entfernungen von über 80km ist im **HAMNET** ein europaweites, datentaugliches Netz in Betrieb und wird laufend ausgebaut.

Mit **LoRa** und **LoRa WAN** wird eine Übertragungstechnik im **IOT**, dem **Internet of Things**, im hochalpinen Freifeld erprobt. Durch einen Korrelationsmechanismus, der auf Bandspreizungsverfahren basiert, können Signale bis zu 19,5 dB unterhalb des Rauschens dekodiert werden.

Entfernungen von mehr als 100 Kilometer werden hier mit Sendeleistungen von 60 mW überbrückt.

**SDR Empfänger (software defined radio) zur Remote - HF Spektrum Sichtung** ermöglichen eine hochauflösende Beobachtung einzelner Frequenzsegmente.

Das Sonnblick Observatorium als Forschungsplattform eröffnet den Funkamateuren praktische Erfahrungsmodelle im 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.

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.

**SDR RECEIVERS** (Software Defined Radio) allow remote **SPECTRUM OBSERVATION** on different ham radio frequency bands.

**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



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

79



### Autoren/innen/Authors

Daniel Gröger OE7DDI, Lucas Speckbacher OE2LSP  
Österreichischer Versuchssenderverband

### Ansprechpartner/in/Contact Person

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

## OGN\_SBO Station Sonnblick Observatorium

80



Standort Empfangsantenne  
Location Receiving antenna  
Quelle/Source: E. Ludewig@GEOSPHERE-AUSTRIA-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 abzuschirmen. 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



ÖSTERREICHISCHER  
AERO-CLUB

### Autoren/innen/Authors

Elke Ludewig<sup>1)</sup>

1) GeoSphere Austria

### Ansprechpartner/in/Contact Person

**Österreichischen Aeroclub**  
 Prinz-Eugen-Straße 12  
 1040 Wien



### 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

## Alterung textiler Materialien im Bergsport

82



Links: Probenauslagerung am Sonnblick Observatorium

Left: Samples at Sonnblick Observatory

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 sowie Bruchdehnung der Proben bestimmt.

### Erste Ergebnisse

Im Rahmen der ersten Zugversuche nach ein, bzw. zwei Jahren Expositionszeit zeigt sich vor allem bei Dyneema, Polyester und Aramid bereits ein früher deutlicher Festigkeitsverlust, der nach weiteren 2 Jahren nur wenig sinkt. Polyamid verzeichnet einen Anfangs geringeren, aber kontinuierlichen Festigkeitsverlust durch die Bewitterung.

## Aging of textile

### 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 and strain.

### Preliminary results

The first tensile tests after 1 and 2 years already unveil that dyneema, polyester and aramid suffer from fast environmental aging processes. After two more years the further reduction in breaking strength is less noticeable whereas tests of the polyamid material show a smaller, but continual reduction in breaking strength over the years.

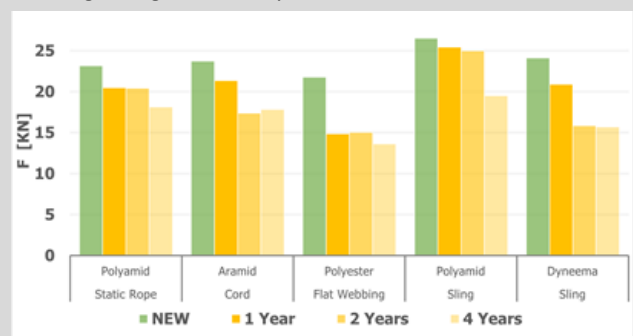


Abb.1: Maximale Bruchlast im Zugversuch

Fig.1: Maximum breaking load in tensile test

Quelle/Source: DAV Sicherheitsforschung



### Autoren/innen/Authors

Julia Janotte , Lorenz Hüper

### Ansprechpartner/in/Contact Person

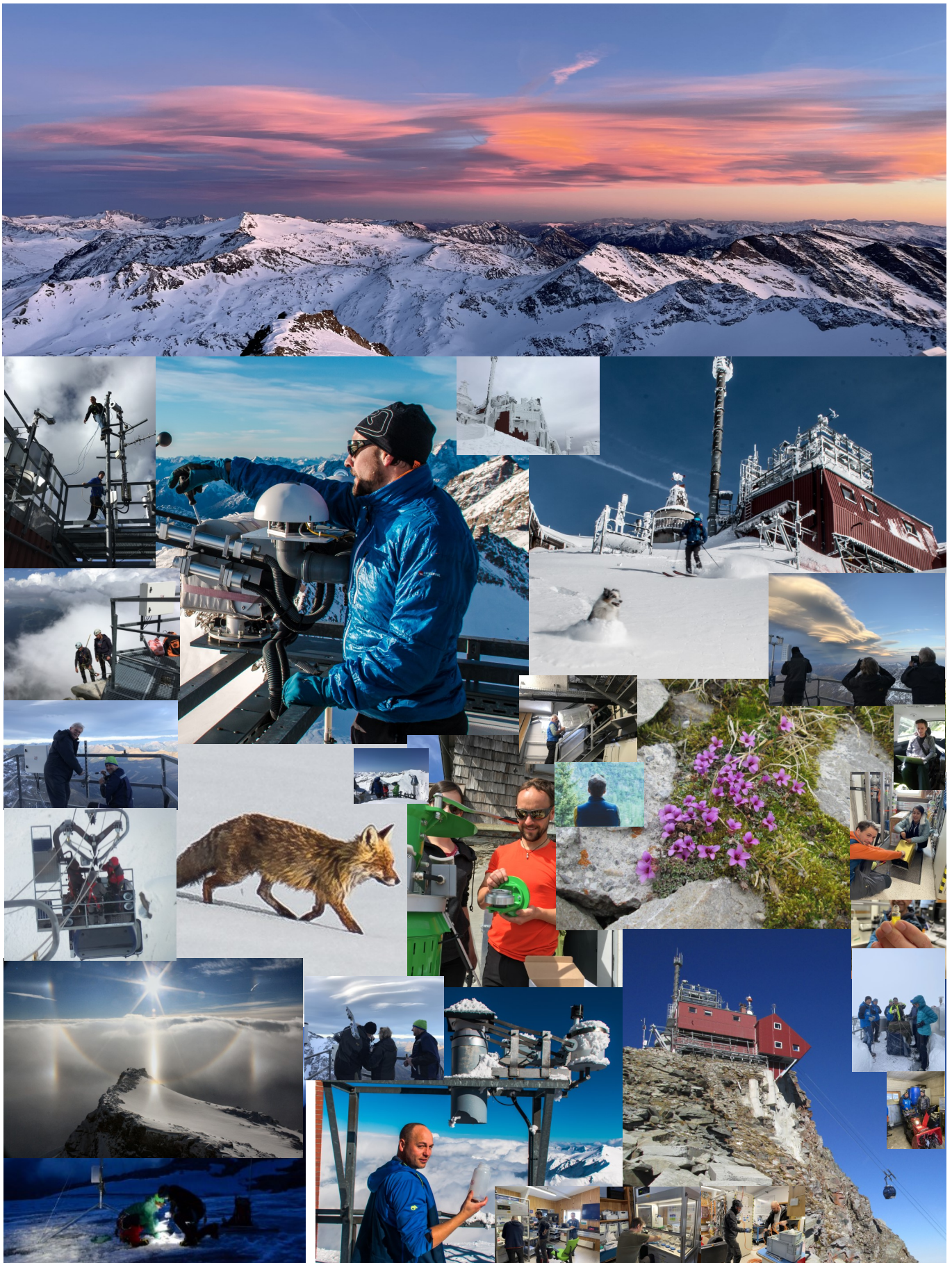
Lorenz Hüper

Institut/e: DAV Sicherheitsforschung

Email: sicherheitsforschung@alpenverein.de

Webseite/webpage: alpenverein.de/sicherheit

# Impressionen Impressions



Sonnblick Observatorium 1886

Sonnblick Observatory 1886



**Sonnblick Observatorium**

**Sonnblick Observatory**

