

JAHRESBERICHT 2019
ANNUAL REPORT

2019



ZAMG

ZENTRALANSTALT FÜR
METEOROLOGIE UND
GEODYNAMIK

EINE FORSCHUNGSEINRICHTUNG
DES BMBWF

 Bundesministerium
Bildung, Wissenschaft
und Forschung

DIE ZAMG VEREINT EINE GROSSE TRADITION MIT DER STÄNDIGEN WEITERENTWICKLUNG AUF DEM NEUESTEN STAND DER WISSENSCHAFT. SIE SPIELT IN DER WELTORGANISATION FÜR METEOROLOGIE EINE WICHTIGE ROLLE BEIM WELTWEITEN AUSTAUSCH VON ANWENDUNGEN ZUR VORHERSAGE UND WARNUNG.

ZAMG COMBINES LONG-STANDING TRADITION WITH CONSTANT DEVELOPMENT BASED ON THE MOST CURRENT SCIENTIFIC FINDINGS. IT PLAYS AN IMPORTANT ROLE IN THE WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION IN THE GLOBAL EXCHANGE OF WARNING AND FORECASTING APPLICATIONS.

PETTERI TAALAS

GENERALSEKRETÄR DER WELTORGANISATION FÜR METEOROLOGIE (WMO)
SECRETARY-GENERAL OF WORLD METEOROLOGICAL ORGANISATION (WMO)

2019

INHALT CONTENT

Vorwort <i>Preface</i>	4
 WETTER <i>WEATHER</i>	6
 KLIMA <i>CLIMATE</i>	16
 UMWELT <i>ENVIRONMENT</i>	26
 GEOPHYSIK <i>GEOPHYSICS</i>	36
Observatorien <i>Observatories</i>	46
Klimarückblick 2019 <i>2019 Climate in Review</i>	54
Erdbebenrückblick 2019 <i>2019 Earthquakes in Review</i>	56
ZAMG Service und Kontakt <i>ZAMG Service and contact</i>	58

VORWORT FOREWORD



Die Ansprüche an einen nationalen meteorologischen und geophysikalischen Dienst steigen ständig. Die ZAMG zeigt, wie durch engagierte und innovative Arbeit und durch Kooperationen mit anderen Fachbereichen und anderen Ländern hervorragende Leistungen in unterschiedlichsten Bereichen möglich sind: Die Vorhersagen, Warnungen und Analysen für das staatliche Krisen- und Katastrophenmanagement, für die Öffentlichkeit und für Unternehmen der Wirtschaft gehören genauso dazu wie wissenschaftliche Arbeiten im Bereich der Klimaforschung, Seismologie und Geomagnetik – um hier nur ein paar Beispiele zu nennen. Wichtig ist auch, neue Entwicklungen frühzeitig zu erkennen und in die Arbeit einzubinden, wie das an der ZAMG beispielsweise im Bereich der künstlichen Intelligenz getan wird.

Ebenso wichtig ist, dass sich diese Arbeit nicht hinter verschlossenen Türen abspielt, sondern die Wissenschaft aktiv mit den Bürgerinnen und Bürgern in Kontakt tritt. Die ZAMG hat hier eine große Tradition mit verschiedensten Citizen-Science-Projekten und pflegt die Zusammenarbeit mit der Öffentlichkeit Jahr für Jahr. Das zeigen 2019 zum Beispiel die zahlreichen öffentlichen Vorträge in ganz Österreich, die unter anderem bei Schulen sehr gefragten Führungen in Wien, Salzburg, Innsbruck, Graz und Klagenfurt sowie die Mitorganisation an großen Veranstaltungen wie dem 3. Internationalen Lawinensymposium.

Ein herzliches Dankeschön an alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der ZAMG für ihre erfolgreiche Arbeit im Jahr 2019 und weiterhin alles Gute!

The demands on a national meteorological and geophysical service are constantly increasing. ZAMG shows how outstanding performance in a wide range of areas is possible through committed and innovative work and through cooperation with other departments and other countries: Forecasts, warnings and analyses for government crisis and disaster management, for the public and for companies in the economy are just as much a part of this as scientific work in the fields of climate research, seismology and geomagnetics – to name just a few examples. It is also important to recognise new developments at an early stage and to integrate them into the work – as is done at ZAMG, for example, in the field of artificial intelligence.

It is equally important that this work does not take place behind closed doors, and that science actively engages with citizens. ZAMG has a strong tradition in this respect with various Citizen Science projects, and nurtures cooperation with the public year after year. In 2019 this was demonstrated, for example, by the numerous public talks held throughout Austria, the guided tours in Vienna, Salzburg, Innsbruck, Graz and Klagenfurt, which are very popular with schools, and the co-organisation of major events such as the 3rd International Avalanche Symposium.

I offer many thanks to all ZAMG employees for their successful work in 2019 and may they enjoy continued success in the future!

Univ.-Prof. Dr. Heinz Faßmann

Bundesminister für Bildung, Wissenschaft und Forschung
Federal Minister for Education, Science and Research

VORWORT FOREWORD



Auch 2019 brachte in Österreich extreme Wetterlagen, wie die enormen Schneemengen im Jänner sowie den starken Regen und Schneefall im November. Hier bewährte sich unsere langjährige konsequente Zusammenarbeit mit staatlichen Institutionen und privaten Unternehmen. Je besser die Prognose- und Warnsysteme geplant und auf den jeweiligen Bedarf zugeschnitten sind, desto besser und effektiver sind die Möglichkeiten, im Ernstfall die Bevölkerung und die Infrastruktur zu schützen.

Für die ZAMG ist auch wichtig, zusätzlich zur direkten Zusammenarbeit mit den einzelnen Organisationen, Möglichkeiten für einen breiten Informationsaustausch zu bieten. Dazu gehörte 2019 zum Beispiel die Tagung „Understanding Risk: Starkregen“ mit rund 100 Teilnehmerinnen und Teilnehmern von Bund, Ländern und Einsatzkräften sowie aus Wirtschaft, Wissenschaft und aus den Gemeinden.

Die aktive Zusammenarbeit mit anderen Fachbereichen ist auch ein wichtiger internationaler Aspekt unserer Arbeit. Für Meteorologie und Geophysik ist ein intensiver weltweiter Austausch ganz elementar. Wir sind stolz, hier ein gefragte Rolle zu spielen, zum Beispiel in Entwicklungsprojekten für Warnsysteme für die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) in Europa, Afrika und Asien oder in der Grundlagenforschung, wie bei den Vorarbeiten für die erste Mission der Europäischen Weltraumorganisation ESA ins äußere Sonnensystem.

Vielen Dank an alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie an alle Partnerorganisationen und Nutzer für die engagierte Zusammenarbeit!

2019 once again saw extreme weather conditions in Austria, such as the enormous amounts of snow in January and the heavy rain and snowfall in November. In these situations, we were greatly aided by our many years of consistent cooperation with various state institutions and private companies. The better the forecasting and warning systems are planned and tailored to the respective needs, the better and more effective the possibilities for protecting the population and infrastructure in case of an emergency.

At Central Institute for Meteorology and Geodynamics, it is also important for us – in addition to direct cooperation with the individual organisations – to offer opportunities for a broad exchange of information. In 2019, these included, for example, the conference “Understanding risk: torrential rain” with around 100 participants from the Federal Government, the States and emergency services as well as from industry, science and the municipalities.

Active cooperation with other departments is also an important international aspect of our work. For meteorology and geophysics, intensive global exchange is fundamental. We are proud to play a key role in, for example development projects for warning systems for the World Meteorological Organization (WMO) in Europe, Africa and Asia, and in basic research, such as the preparatory work for the European Space Agency’s (ESA) first mission to the outer solar system.

I wish to thank all our employees as well as our partner organisations and users for their committed cooperation!

Dr. Michael Staudinger

Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Director of the Central Institute for Meteorology and Geodynamics

2019 WETTER

NEUE MODELLE FÜR VORHERSAGE UND WARNUNG

Die Entwicklung von Vorhersagemodellen hat derzeit zwei Schwerpunkte. Erstens: das Gelände noch genauer zu erfassen und mehr physikalische Prozesse und Messdaten zu berücksichtigen. Zweitens: Aussagen über die Eintreffwahrscheinlichkeit verschiedener Szenarien zu ermitteln, um zum Beispiel die wahrscheinlichsten oder die im Extremfall möglichen Regenmengen zu berechnen.

Für beide Bereiche laufen an der ZAMG seit 2019 neue Vorhersagesysteme, wie sie in dieser Qualität nur bei wenigen Wetterdiensten existieren. AROME-RUC liefert 24 Mal am Tag Kurzfristprognosen für die nächsten zwölf Stunden in Österreich mit einer Auflösung von 1,2 Kilometer. C-LAEF liefert sehr kleinräumige Informationen der Eintreffwahrscheinlichkeit von bestimmten Wetterereignissen.

Die an der ZAMG entwickelten neuen Vorhersagesysteme eröffnen viele neue Möglichkeiten für die Vorhersage heftiger, aber kleinräumiger Phänomene, wie beispielsweise Gewitter. Die Quantifizierung der Eintreffwahrscheinlichkeit der Prognose ist dabei entscheidend.

NEW FORECASTING AND WARNING MODELS

Currently, there are two main foci when it comes to the development of forecasting models: First, to capture the terrain more precisely and take more physical processes and measurement data into account. Second, to make informed statements on the probability of occurrence of various scenarios – for example, in order to calculate the most likely or the most extreme possible rainfall amounts.

Since 2019, new forecasting systems for both areas of focus have been running at ZAMG, the quality of which is matched by few other weather services. AROME-RUC provides 24 short-term forecasts daily for the coming 12 hours in Austria with a resolution of 1.2 kilometres. C-LAEF provides very small-scale information on the probability of occurrence of certain weather events.

The new forecasting systems developed at ZAMG open up many new possibilities for the prediction of violent but small-scale phenomena, such as thunderstorms. The quantification of the forecast accuracy is crucial.

VERBESSERTE WARNUNG VOR HAGEL IMPROVED HAIL WARNING

Hagel verursacht große Schäden, ist aber extrem schwierig vorhersehbar, weil er ein relativ kleinräumiges und meist nur kurz andauerndes, aber intensives Phänomen ist. Im Projekt HY-MID wird eine Methode entwickelt, um aus Daten des Wetterradars automatisch Regen, Schneefall und Hagel zu unterscheiden. Ein Schwerpunkt liegt in der Erkennung der Größe von Hagelkörnern, um die Warnungen vor Hagel zu verbessern. In der Gewittersaison 2019 wurden zwei unterschiedliche Algorithmen getestet. Das Projekt der Forschungsförderungsgesellschaft ist eine Kooperation von ZAMG (Leitung), Austro Control, Österreichischer Hagelversicherung und Oberösterreichischer Versicherung.

Hail causes great damage but is extremely difficult to predict because it is a relatively small-scale and usually short-lived but intense phenomenon. The HY-MID project is developing a method for automatically distinguishing rain, snowfall and hail from weather radar data. One focus is on detecting the size of hailstones to improve hail warnings. In the 2019 thunderstorm season, two different algorithms were tested. The project of the Research Promotion Agency is a cooperation between ZAMG (management), Austro Control, and insurance companies Österreichische Hagelversicherung and Oberösterreichische Versicherung.



Hagel verursacht jedes Jahr große Schäden.
Hail causes great damage every year.

WETTERDIENSTE AUS ZENTRALASIEN AN DER ZAMG INNSBRUCK WEATHER SERVICES FROM CENTRAL ASIA AT ZAMG INNSBRUCK

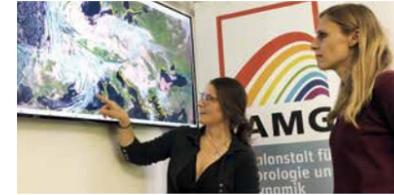


Ein besonderes Interesse galt den Warnsystemen und der Kommunikation mit den Behörden im Warnfall.
Particular interest was shown in warning systems and communication with the authorities in the event of a warning.

Im Mai 2019 besuchte eine meteorologische Delegation aus Kasachstan, Tadschikistan, Kirgistan und Usbekistan die ZAMG Innsbruck. Themen waren maßgeschneiderte Vorhersageprodukte für unterschiedliche Anwender und Prognosen für sehr gebirgige Regionen.

In May 2019, meteorological delegations from Kazakhstan, Tajikistan, Kyrgyzstan and Uzbekistan visited ZAMG Innsbruck. Area of interest were how forecasting products are tailored for different users and methods for very mountainous regions.

INTERNATIONALES ONLINE-TRAINING FÜR GEWITTERVORHERSAGE INTERNATIONAL ONLINE TRAINING FOR THUNDERSTORM FORECASTING



Yasmin Markl und Liliane Hofer von der ZAMG Salzburg organisierten das Training.
Yasmin Markl and Liliane Hofer from ZAMG Salzburg organised the training.

Im Mai 2019 veranstaltete die ZAMG ein Online-Vorhersage-Training zu den Themen Gewitter, Hagel und Tornados. Rund 100 Meteorologinnen und Meteorologen nahmen teil, vor allem aus Europa. Die Fortbildung lief im Rahmen von EUMeTrain, dem größten internationalen Trainingsprogramm von EUMETSAT, der Europäischen Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten.

In May 2019, ZAMG organised online forecast training on thunderstorms, hail and tornadoes. Around 100 meteorologists participated, most of them from Europe. The training was conducted as part of EUMeTrain, the largest international training programme of EUMETSAT, the European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites.

2019 wurde die höchste Warnstufe „Rot“ acht Mal ausgegeben. Die ZAMG verschickte 1.877.278 SMS mit Wetterwarnungen an Kunden und Partnerorganisationen.

In 2019, the highest warning level "Red" was issued eight times. ZAMG sent 1,877,278 SMS messages with weather warnings to customers and partner organisations.

KLEINRÄUMIGE HOCHWASSERVORHERSAGEN SMALL-SCALE FLOOD FORECASTING



Berechnungen, welche Flächen überflutet werden und wie hoch das Wasser steht.
Calculations, which areas will be flooded and how high the water is.

Im Jänner 2019 fand in Altenberg an der Rax (Steiermark) ein Workshop des von der ZAMG geleiteten Projekts EFFORS für das Pilotgebiet Mürztal statt. Für EFFORS wurde ein System entwickelt, das unter anderem Vorhersagen von Starkregen, Durchflüssen und Wasserständen in kritischen Überflutungsgebieten liefert. Die Nutzer erhalten dabei beispielsweise für einzel-

ne Gebäude oder Infrastrukturanlagen detaillierte Hochwasservorhersagen. Grundlage sind Satellitentechnik, geographische Informationssysteme sowie meteorologische und hydrologische Modelle.

Die innovative hydrodynamische Berechnung der Überflutungen erfolgt dabei zweidimensional und in Echtzeit.

In January 2019, a workshop of the ZAMG-led project EFFORS for the Mürztal pilot area took place in Altenberg an der Rax (Styria). A system was developed for EFFORS which, among other things, provides forecasts of heavy rainfall, flows and water levels in critical flood areas. Users receive detailed flood forecasts for individual buildings or infrastructure facilities, for example. It is based on satellite technology, geographical information systems and meteorological and hydrological models. The innovative, hydrodynamic calculation of the flooding is carried out two-dimensionally and in real time.

TAGUNG ZUM THEMA STARKREGEN CONFERENCE ON THE SUBJECT OF HEAVY RAIN



Die Tagung „Understanding Risk: Starkregen“ behandelte im Oktober 2019 unter anderem Vorsorgemaßnahmen und die Zusammenarbeit im Ernstfall. Organisationen von Bund und Ländern, Einsatzkräfte, Wirtschaft, Wissenschaft und die Verantwortlichen der Gemeinden erörterten Handlungsfelder und erarbeiteten kurz- bis mittelfristig umsetzbare Lösungsvorschläge. Knapp 100 Expertinnen und Experten beteiligten sich an den Vorträgen, Diskussionen und Workshops. Ein Ergebnis war der Wunsch aller Beteiligten, derartige Veranstaltungen künftig auch auf regionaler Ebene durchzuführen, um konkrete Fragestellungen von und in einzelnen Gemeinden und Regionen zu bearbeiten und deren Anforderungen und Probleme sichtbar zu machen.

In October 2019, the conference “Understanding Risk: Torrential Rain” covered topics including precautionary measures and cooperation in case of emergency. Federal and state organisations, emergency services, industry, science and the responsible persons in the municipalities discussed fields of action and worked out proposals for solutions that could be implemented in the short to medium term. Almost 100 experts participated in the talks, discussions and workshops. One result was the expressed wish of all those involved to in the future hold such events regionally as well, in order to deal with concrete questions from and in individual communities and regions and to make their requirements and problems more visible.

Nach einem Starkregen in Wien
After torrential rain in Vienna



Die ZAMG veranstaltete 2019 **Lawinenfortbildungen** für über 100 Mitglieder von Lawinen- und Blaulichtorganisationen sowie mit den Naturfreunden Österreich ein Lawinensymposium mit mehr als 500 Teilnehmern und anschließende Praxistage mit 40 Personen.
In 2019, ZAMG organised avalanche training courses for more than 100 members of avalanche and blue-light organisations as well as an avalanche symposium with more than 500 participants and subsequent practice days with 40 people in cooperation with Friends of Nature Austria.

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IN DER METEOROLOGIE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN METEOROLOGY



Künstliche Intelligenz erkennt Strukturen in großen Datenmengen und kann Wetterprognosen verbessern.
Artificial intelligence recognises patterns in large quantities of data and can improve weather forecasts.

Die ZAMG testet Möglichkeiten, künstliche Intelligenz für Wettervorhersagen zu nutzen. Dabei geht es um Modelle, die sich selbstlernend weiterentwickeln. Das Programm lernt mit Daten aus der Vergangenheit und verbessert sich mit aktuellen Daten – ohne Physik, rein durch das Erkennen bestimmter Muster. 2019 brachte beispielsweise ein Projekt für Vorhersagen in Wind- und Solarparks, das physikalische Modelle mit Methoden der künstlichen Intelligenz verknüpfte, vielversprechende Ergebnisse. Weiters wurde ein Projekt für kleinräumige Niederschlagsprognosen gestartet.

ZAMG is testing possibilities for using artificial intelligence for weather forecasts, including models that use self-learning to improve independently. The programme learns using data from the past and improves using current data – without physics, and purely by recognising certain patterns. In 2019, for example, a project for predictions in wind and solar parks, which combined physical models with artificial intelligence methods, produced promising results. A project for small-scale precipitation forecasts was also launched.

Die von der ZAMG koordinierte europäische Plattform für Wetterwarnungen www.meteoalarm.eu umfasst 37 Länder.

The European platform for weather warnings www.meteoalarm.eu coordinated by ZAMG covers 37 countries.

ALPENVEREIN ERWEITERT WETTER-SERVICE ALPINE CLUB EXPANDS WEATHER SERVICE



Die Alpenvereine und die ZAMG arbeiten seit über 30 Jahren erfolgreich zusammen.
The Alpine Clubs and ZAMG have been working together successfully for over 30 years.

Die beliebten Wetterseiten auf www.alpenverein.at und www.alpenverein.de bieten seit dem Sommer 2019 zahlreiche neue Prognosedaten und eine neue Aufteilung der Regionalprognosen. Die neuen Wetterseiten enthalten zum Beispiel für 17 Regionen im gesamten Alpenraum von bergerfahre-

nen Meteorologinnen und Meteorologen verfasste Textprognosen. Begleitet werden diese Texte von Symbolen, Punktprognosen und Wetterkarten. Die neue Aufteilung der Regionalprognosen erfolgt nach markanten Watterscheiden, wie Gebirgsketten und Tälern. Die Bergsportlerinnen und

Bergsportler erhalten somit noch übersichtlichere und noch genauere Prognosen für die jeweilige Region.

Since the summer of 2019, the popular weather pages at www.alpenverein.at and www.alpenverein.de have offered numerous new types of forecast data and a new breakdown of regional forecasts. The new weather pages contain, for example, text forecasts for 17 regions in the entire Alpine region, written by meteorologists with knowledge of mountainous regions. The texts are accompanied by symbols, point forecasts and weather charts. The new division of regional forecasts is based on striking weather differences, such as mountain ranges and valleys, giving mountaineers even clearer and more accurate forecasts for the region in question.



Désirée Schweitzer
Leiterin der Sektion für Entwicklungszusammenarbeit im Bundesministerium für europäische und internationale Angelegenheiten
Désirée Schweitzer
Head of the Department of Development Cooperation in the Federal Ministry for European and International Affairs



Was bedeutet Entwicklungszusammenarbeit und welche Rolle spielt Österreich in der weltweiten Entwicklungszusammenarbeit?

Entwicklungszusammenarbeit ist ein Ausdruck internationaler Solidarität und trägt dazu bei, die Lebensbedingungen von Menschen zu verbessern und damit Perspektiven für ein selbstbestimmtes Leben zu eröffnen. In unseren Partnerländern setzen wir uns aktiv für diese Ziele ein. Österreichs Beitrag zur weltweiten Entwicklungszusammenarbeit wird zum überwiegenden Teil im Zusammenwirken mit der Europäischen Union und mit Internationalen Organisationen, wie VN und Weltbank, erbracht. Als Mitglied der EU, die global mehr als die Hälfte aller EZA-Mittel aufbringt, ist Österreich Teil der weltweit größten Gebergruppe. In der direkten bilateralen Zusammenarbeit konzentrieren wir uns auf jene Bereiche, in denen Österreich spezifische Expertise anbieten und einen besonders wichtigen Beitrag im Kampf gegen Armut leisten kann. Nicht zuletzt gilt dies für den Umgang mit unserer Umwelt und den natürlichen Ressourcen.

Welche Rolle spielt speziell die ZAMG?

Die offensichtlichsten absehbaren Folgen des Klimawandels betreffen die Häufigkeit und Intensität von Naturkatastrophen sowie deren Folgeschäden, speziell in der Landwirtschaft. Katastrophenvorsorge und -prävention werden in ihrer Bedeutung, auch in der EZA, immer zentraler. Frühwarnsysteme für Klima- und Umweltgefahren sind eine logische Antwort auf diese Herausforderungen. Die österreichische EZA fördert seit mehr als einem Jahrzehnt entsprechende Projekte – z. B. in Bhutan, wo aufgrund der Gletscherschmelze eingela-

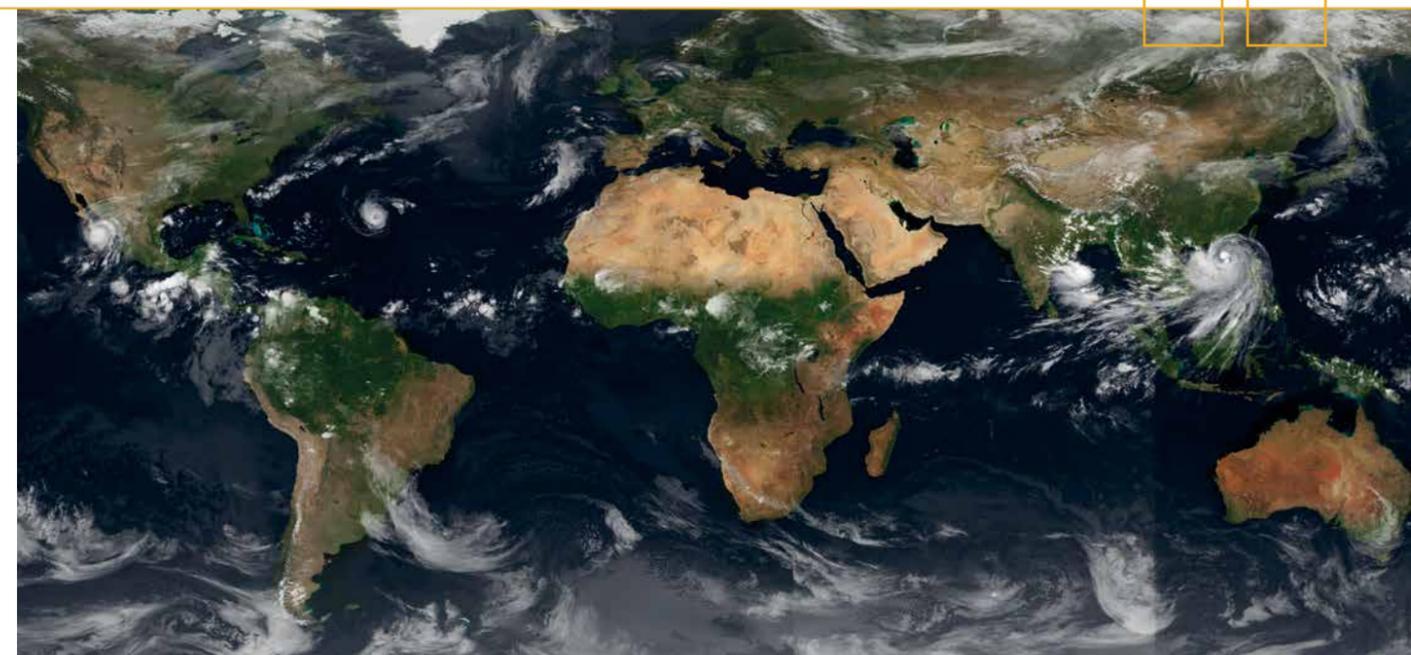
gerte Gletscherseen ausbrechen und im Tal zu Überflutungen führen können, oder in Afrika, wo verbreitet Maßnahmen zur Anpassung an Dürrekatastrophen getroffen werden müssen.

Wo sehen Sie noch Potenzial in den nächsten Jahren? Was ist die mittelfristige/langfristige Strategie in der österr. Entwicklungszusammenarbeit?

Die Agenda 2030 stellt einen Wendepunkt im Entwicklungsdenken dar durch die Einsicht, dass ‚alles mit allem zusammenhängt‘ und entwicklungspolitische Fragen nicht isoliert betrachtet werden können. Das aktuelle Regierungsprogramm gibt der Entwicklungszusammenarbeit und humanitären Hilfe sowie den auch für diese Bereiche äußerst relevanten Herausforderungen des Klimawandels breiten Raum. Auch unsere EZA-Strategie wird bestimmt durch die Vorgaben der Agenda 2030, dem globalen Aktionsplan für die Transformation unserer Welt, den es mit unterschiedlichsten Akteuren umzusetzen gilt.

In vielen Bereichen ist die Situation sehr ernst – was sind für Sie Gründe, trotzdem optimistisch in die Zukunft zu blicken?

In den vergangenen Jahren konnte schon sehr viel erreicht werden, einzelne Entwicklungsindikatoren zeigen weltweit bzw. in einzelnen Ländern nach oben. Es bleiben enorme, teilweise neue Herausforderungen. Die Leistungen der weltweiten Ökosysteme, beispielsweise in der Bereitstellung von sauberem Wasser oder der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, wurden bis vor nicht allzu langer Zeit als gegeben angenommen. Dass dem nicht so ist, dringt mittlerweile in das Bewusstsein immer breiterer Schichten der Gesellschaft, die nunmehr auch laut politische Antworten auf ihre Fragen verlangt.



What does development cooperation mean and what role does Austria play in global development cooperation? Development cooperation is an expression of international solidarity. It contributes to improving the living conditions of people and thus opening up prospects for a self-determined life. In our partner countries we are actively committed to these goals. Austria's contribution to global development cooperation is mainly made through cooperation with the European Union and international organisations such as the UN and the World Bank. As a member of the EU, which provides more than half of all global development cooperation funds, Austria is part of the world's largest donor group. In direct bilateral cooperation we focus on those areas in which Austria can offer specific expertise and make a particularly important contribution to the fight against poverty. Last but not least, it encompasses the way we treat our environment and natural resources.

What is the specific role of ZAMG? The most obvious, foreseeable conse-

quences of climate change concern the frequency and intensity of natural disasters and their consequential damage, especially in agriculture. Disaster prevention and mitigation are becoming increasingly important, including in development cooperation. Early warning systems for climate and environmental hazards are a logical response to these challenges. Austrian development cooperation has been supporting the kinds of projects for more than a decade – for example in Bhutan, where glacial lakes can burst due to glacial melting causing flooding in the valleys; or in Africa, where large-scale measures need to be taken in response to drought disasters.

Where do you see potential in the next few years? What is the medium/long-term strategy for Austrian development cooperation? Agenda 2030 marks a turning point in development thinking by recognising that 'everything is connected' and that issues of development policy cannot be considered in isolation. The current government programme

gives broad scope to development cooperation and humanitarian aid as well as to the challenges of climate change, which are also extremely relevant to these areas. Our development cooperation strategy is also determined by the requirements of Agenda 2030, the global action plan for the transformation of our world, which needs to be implemented together with a wide range of stakeholders.

In many areas, the situation is dire. Why do you think we should still be optimistic about the future? A great deal has already been achieved in recent years, with individual development indicators pointing upwards globally as well as in individual countries. Enormous, and some new, challenges remain, however. The services provided by global ecosystems, for example in the provision of clean water or the maintenance of soil fertility, were taken for granted until not so long ago. The fact that this is no longer the case is something of which more and more people are becoming conscious. So now, they are also loudly demanding political answers to their questions.



KURZBEZEICHNUNG	KURZBESCHREIBUNG	LEAD PARTNER	PARTNER	FÖRDERSTELLE	ZAMG ANSPRECHPERSON
APP4AQ Phase 2	Beurteilung von Luftqualität und Emissionskatastern mithilfe moderner Satelliteninstrumente	ZAMG	AIT, SISTEMA, EOX, EODC, TUG	FFG ASAP	Marcus Hirtl
ALARM_2	Schutz der Infrastruktur sowie der Verkehrs- und Transportwege im alpinen Bereich	ZAMG	Bundesländer/Dafne	Bundesländer/Dafne	Arnold Studeregger
AROSA	Assimilation of radio occultation from commercial satellites over Austria	ZAMG	Wegener Center für Klima und Globalen Wandel	FFG ASAP	Stefan Schneider
ASTRID	Assimilation von Bodentemperaturen in AROME und Entwicklung eines INCA-Bodentemperaturproduktes	ZAMG		FFG ASAP 12	Stefan Schneider
AWAKE	Development of a machine learning based forecasting framework suitable for short to medium-range forecasts	ZAMG	TU Wien, ZHAW	FFG	Irene Schicker
Bmon	Development of a cloud-based system for real-time monitoring of soil moisture conditions over Austria	TU Wien	TU Wien, BMLFUW, BOKU, EODC, BMLVS, ms-gis	FFG ASAP 14	Stefan Schneider
CONFIRM	Development of a high-resolution forest fire danger system (IFDS) for Austria and neighbouring regions	TU Wien	ZAMG, BOKU, Land Steiermark, Land Tirol, ÖBFV, Stadt Graz, Stadt Innsbruck	FFG ASAP 15	Alexander Beck
CROSSRISK	Öffentliche Warnungen - Verminderung von Risiken in Zusammenhang mit Regen und Schnee	ZAMG	Land Stmk., FH Joanneum, Agencija Republike Slovenije za okolje, Univerza v Mariboru, Research Centre of the Slovenian Academy of Sciences and Arts, LWD Kärnten	EU Interreg SI-AT	Andreas Gobiet
E-NWC	Kooperation zwischen Nowcasting-Experten, Aufgreifen aktueller Themen in Nowcasting-Entwicklungen	ZAMG		EUMETNET	Franziska Schmid
EHRISOMA	Assimilation of soil moisture data in the high-resolution numerical weather prediction model AROME	ZAMG		EUMETSAT	Stefan Schneider
EMMA	Standardisierung der Wetterwarnungen der europäischen Nationalen Wetterdienste (www.meteoalarm.eu)	ZAMG	Wetterdienste Europas	EUMETNET	Andreas Schaffhauser
EMMA V	Harmonisierung und Standardisierung von Warnungen, Implementierung auswirkungsorientierter Warnungen	ZAMG		EUMETNET Programme	Andreas Schaffhauser
EUMETNET OPERA 5	Generierung qualitätskontrollierter Volumendaten und Erstellung von Niederschlags-Europa-Composites	FMI	ZAMG, Meteo-France, SMHI, KNMI, DWD, DHMZ	EUMETNET	Lukas Tüchler
EUMETNET OPERA OD20	Europäische Plattform zum Austausch von Wetterradar-Angelegenheiten.	FMI	Wetterdienste Europas	EUMETNET	Lukas Tüchler
Eumetrain Phase 3E	Provision of online training material and training courses complementing EUMETSAT's satellite programmes	ZAMG	IPMA, DHMZ, DWD, FMI, OMSZ	EUMETSAT	Andreas Wirth
EUMeTrain Phase IV	Provision of online training material and training courses complementing EUMETSAT's satellite programmes	ZAMG	IPMA, DHMZ, DWD, FMI, OMSZ	EUMETSAT	Andreas Wirth
GNSSnow	Anwendbarkeitserhöhung von GNSS basierten Feuchtemesswerten durch Prozessierung/Verwendung von GNSS STD Daten	TU Wien	ETH Zürich	BMVIT, FFG ASAP 14	Christoph Wittmann
Hydrologie-SAF 2017+	Ableitung von Niederschlags-, Bodenfeuchte- und Schneeprodukten aus europäischen Satellitendaten	ZAMG	ZAMG, TU Wien, FMI, TSMS, IMGW	EUMETSAT	Apostolos Giannakos
HYENA	Niederschlagsnowcasting-Entwicklung für hydrologische Anwendungen, das NWP, Big Data und KI kombiniert	ZAMG	Verbund Trading GmbH	FFG bmvit - BRIDGE 1 (29. Ausschreibung)	Alexander Kann
HYMID	Unterscheidung der Niederschlagsart aus Radardaten	ZAMG	Austro Control GmbH	FFG	Lukas Tüchler
ICE CONTROL	Prognosen-Verbesserung bezüglich Vereisung von Windkraftanlagen durch Assimilation zusätzlicher Daten	ZAMG	IMGW, Meteo-Test, Verbund	FFG (eMISSION)	Alexander Beck
INADEF	GIS-Frühwarnsystem für Auslösung von Muren	Università di Padova	ZAMG	EU - INTERREG V-A Italien, Österreich	Christoph Zingerle
Nowcasting-SAF 2017+	Ableitung von Produkten aus europäischen Satellitendaten, die für Kurzfristvorhersagen nützlich sind	AeMet	Meteo-France, SMHI	EUMETSAT	Alexander Jann
reclip:convex	Untersuchung von konvektiven Ereignissen in regionalen Klimasimulationen in hoher Auflösung	ZAMG		KLIEN/ACRP	Ivonne Anders
STORM	Safeguarding Cultural Heritage through Technical and Organisational Resources Management	ENGINEERING IN- GEGNERIA INFOR- MATICA SPA	INOV INESC INOVACAO, Foundation for Research and Technology Hellas, Technological Educational Institute of Piraeus, RESILTECH SRL, KPEOPLE, LTD, Uni Stuttgart, University of Salford	H2020-DRS-2015	Rosmarie de Wit
TINIA	Verbesserung der grenzüberschreitenden Wetterprognosen und Tool-Entwicklung zur Erstellung von Text-Prognosen	EVTZ	ZAMG	EU - INTERREG V-A Italien Österreich	Harald Schellander
VIeSion	Entwicklung von neuen AROME Varianten (1km - 500m) mit Rücksichtnahme auf Flugwettervorhersagefragen	ZAMG	Austro Control GmbH	FFG/BMVIT, Bridge 1	Christoph Wittmann
WINDSOR	Entwicklung eines seamless Prognosesystems, das NWP und Machine Learning Algorithmen kombiniert	ZAMG	Austrian Power Grid (APG), Netz Burgenland	FFG/BMVIT, Bridge 1	Alexander Kann

2019 KLIMA

WETTERSYSTEME MIT HOCHWASSERPOTENZIAL

Ziehen Tiefdruckgebiete vom westlichen Mittelmeer über Italien, Österreich und Ungarn nach Polen, spricht man von einer Vb-Wetterlage („Fünf b“). Sie bringen sehr viel Niederschlag und können Hochwasser verursachen, wie an der Donau in den Jahren 2002 und 2013.

Ein Forschungsteam von ZAMG und TU Wien veröffentlichte im März 2019 die erste umfassende Untersuchung von 557 Vb-Tiefs der letzten 60 Jahre. Die Häufigkeit dieser Tiefdruckgebiete schwankt deutlich, zeigt aber keine langfristige Zu- oder Abnahme im Klimawandel der letzten Jahrzehnte. Interessant ist: Oft entstehen in kurzer Abfolge mehrere Vb-Tiefs hintereinander, wodurch die Hochwassergefahr steigt. Die Studie zeigt auch erstmals einen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit von Vb-Tiefs und den großräumigen Wettersystemen der Nordhalbkugel. In einer vorhergehenden Untersuchung wurde gezeigt, dass die Niederschlagsmenge bei Vb-Tiefs stark von der Lufttemperatur abhängt und im Klimawandel der nächsten Jahrzehnte um 15 bis 25 Prozent mehr Niederschlag zu erwarten sind.

WEATHER SYSTEMS WITH FLOOD POTENTIAL

If low pressure systems move from the western Mediterranean across Italy, Austria and Hungary to Poland, this is called a Vb („five-b“) weather situation. They are accompanied by a lot of precipitation and can cause flooding, as happened along the Danube in 2002 and 2013.

In March 2019, a research team from ZAMG and TU Vienna published the first comprehensive study into 557 Vb lows of the last 60 years. The frequency of these low-pressure systems varies considerably, but there is no evidence of a long-term increase or decrease during the climate change of the past few decades. What is interesting is that often several Vb-lows occur in short succession, thereby increasing the risk of flooding. The study is also the first to show a correlation between the frequency of Vb lows and the large-scale weather systems of the Northern Hemisphere. In a previous study it was shown that the amount of precipitation with Vb lows is strongly dependent on air temperature and that 15 to 25 percent more precipitation is to be expected in the climate change of the coming decades.

NEUE SCHADENS DATENBANK NEW LOSS DATABASE



Die Auswirkungen von extremen Wetterereignissen wurden in den letzten Jahrzehnten von unterschiedlichen Organisationen nach unterschiedlichen Kriterien erhoben. Im November 2019 startete die ZAMG zusammen mit fünf österreichischen Partnern aus der Forschung, der ETH Zürich und dem Bundesministerium für Inneres sowie dem Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus das

Projekt CESARE zur Erstellung einer österreichweiten Ereignis- und Schadensdatenbank. Damit können künftig Zusammenhänge zwischen Extremwetter und seinen Auswirkungen sowie Trends besser analysiert werden.

The effects of extreme weather events have been surveyed in recent decades by different organisations according to different criteria. In November 2019,

Daten über Wetterschäden von Bund, Ländern, Blaublichtorganisationen sowie von Organisationen wie der ZAMG, der Wildbach- und Lawinerverbauung (WLV) und der Geologischen Bundesanstalt (GBA) werden in einer Datenbank zusammengeführt.

Data on weather damage from the federal government, the federal states, blue-light organisations and organisations such as ZAMG, Flood and Avalanche Protection Barriers (Wildbach- und Lawinerverbauung (WLV)) and the Federal Geological Office (Geologische Bundesanstalt (GBA)) are compiled in a database.

ZAMG launched the CESARE project together with five Austrian partners from research, ETH Zurich and the Federal Ministry of the Interior as well as the Federal Ministry for Agriculture, Regions and Tourism to create an Austria-wide event and damage database. This will make it possible to better analyse the interrelationships between extreme weather and its effects as well as trends.

POSITIONSPAPIER ZU KLIMAWANDEL UND WINTERSPORT POSITION PAPER ON CLIMATE CHANGE AND WINTER SPORTS



Positionspapier als Basis für eine sachliche Diskussion
Position paper as the basis for an objective discussion

Ein Expertenteam von 14 Forschungseinrichtungen aus den Bereichen Klima und Sport aus Deutschland, Österreich und der Schweiz veröffentlichte im Februar 2019 die erste Zusammenfassung des aktuellen Forschungsstands zum Thema „Wintersport und Klimawandel“. Das Positionspapier de-

finierte Erkenntnisse und Wissensdefizite und enthielt Vorschläge für strategische Handlungsansätze. Die Herausforderungen des Klimawandels für den Wintersport erfordern eine fachübergreifende Zusammenarbeit, um für Natur, Mensch und Wirtschaft langfristig optimale Maßnahmen zu treffen.

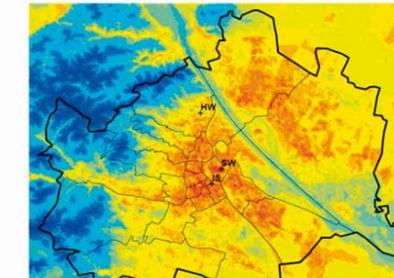
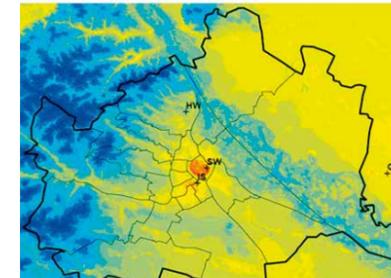
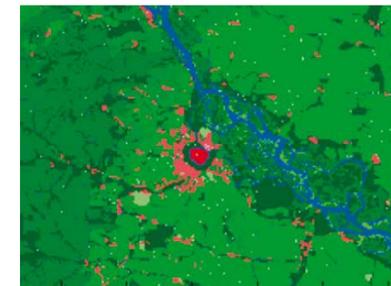
In February 2019, a team of experts from 14 climate and sports research institutions in Germany, Austria and Switzerland published the first summary of the current state of research on the topic of “winter sports and climate change”. The position paper defined secured findings and knowledge deficits and contained proposals for strategic approaches. The challenges of climate change for winter sports require interdisciplinary cooperation in order to take optimal long-term measures for nature, people and the economy.



Seit dem Jahr 2019 veröffentlicht die ZAMG auf der Website regelmäßig das **Österreichische Klimabulletin**. Es ist der nationale Klimastatusbericht, beschreibt den Zustand des Klimas im vergangenen Jahr und seine Einordnung in der Geschichte der Klimamessung.

Starting in 2019, ZAMG will regularly publish the Austrian Climate Bulletin on its website. It is the national climate status report, and describes the state of the climate in the past year and its classification in the history of climate recording.

DAS STADTKLIMA ANALYSIEREN UND VERBESSERN ANALYSING AND IMPROVING THE URBAN CLIMATE



Stadtklimamodelle ermöglichen, die Auswirkungen von unterschiedlichen Maßnahmen im Detail zu berechnen.
City climate models allow the effects of different measures to be calculated in detail.

Zur Bewältigung der Herausforderungen von klimatischen Änderungen in Städten sind klar definierte Aussagen zu Auswirkungen des Klimawandels nötig. Die ZAMG untersucht in nationalen und internationalen Projekten den städtischen Wärmeinseleffekt und die Effizienz von Maßnahmen, wie die Beschattung, Begrünung und Änderung der Reflektivität von Dächern, und berät Stadtverwaltungen und Stadtplanung. Im Jahr 2019 wurde das neue deutsche Stadtklimamodell PALM-4U an der ZAMG in Betrieb genommen

und am Beispiel von Wien getestet. Es kann ganze Großstädte in einer hohen räumlichen Auflösung abbilden und ermöglicht auch die Untersuchung von (bio-)klimatologischen und umweltmeteorologischen Fragestellungen. Die Evaluierung anhand traditioneller Messungen und alternativer Datenquellen sowie die Praxistauglichkeit werden in der nächsten Phase geprüft.

Clearly defined statements on climate change impacts are necessary to meet the challenges of climate change in urban areas. In national and international projects, ZAMG is investigating the urban heat island effect as well as the efficiency of different countermeasures, such as shading, greening and changing the reflectivity of roofs, and advising city administrations and urban planning departments with regard to climate adaptation. In 2019, the new German urban climate model PALM-4U, was put into operation at ZAMG and tested on Vienna test-case examples. It is able to map entire cities, simultaneously provide high spatial resolution and can be used for (bio-)climatological and environmental meteorological questions. Evaluation using traditional measurements and alternative data sources as well as practical suitability will be examined in the next phase.

Die ZAMG betreibt das Datenzentrum des Österreichischen Klimaforschungsnetzwerks (Climate Change Centre Austria, CCCA).
ZAMG operates the data centre of the Austrian climate research network (Climate Change Centre Austria, CCCA).

DURCHSCHNITTLICHES SCHMELZEN DER GLETSCHER AVERAGE MELTING OF THE GLACIERS



Die rund 40 Pegel zur Massenbestimmung der Gletscher am Sonnblick müssen alle zwei bis drei Jahre neu gebohrt werden.
The approximately 40 gauges used to determine the mass of the glaciers on Sonnblick have to be redrilled every two to three years.

Obwohl der Sommer 2019 extrem warm war, lagen die Schmelzraten der von der ZAMG vermessenen Gletscher im Bereich des langjährigen Durchschnitts. Ein Grund war der Neuschnee im Frühling, der auch im sehr heißen Juni noch lange als schützende Schicht auf dem Eis lag. In der Sonnblick-Region verlor das Kleinfleißkees im abgelaufenen Gletscherjahr eine Masse, die einer Änderung von 0,7 Meter Wasserhöhe entspricht, am Goldbergkees waren es rund 0,8 Meter. Im Rahmen des Gletschermonitorings wird auch die chemische Zusammensetzung der Schneedecke analysiert. Dabei

ist in der Sonnblick-Region die weltweit längste Messreihe für Schneechemie entstanden. Sie umfasst mittlerweile 30 Jahre und erlaubt Aussagen über Langzeittrends sowie detaillierte Auswertungen von außergewöhnlichen Ablagerungen aus Ferntransport, wie zum Beispiel Saharastaub.

Although the summer of 2019 was extremely warm, the melting rates of the glaciers surveyed by ZAMG were in the range of the long-term average. One reason for this was the fresh snow in spring, which even in the very hot month of June remained as a protective layer

on the ice for a long time. In the Sonnblick region, the Kleinfleißkees lost a mass corresponding to a change of 0.7 metres in water level in the past glacier year, while the Goldbergkees lost around 0.8 metres.

The chemical composition of the snow cover is also analysed as part of glacier monitoring. The Sonnblick region has produced the longest series of measurements for snow chemistry in the world. It now covers 30 years and allows for statements on long-term trends as well as detailed analyses of unusual deposits from long-distance transport such as Sahara dust.



2019 übernahm Marion Greilinger an der ZAMG die **Leitung der Fachabteilung Klimamonitoring und Kryosphäre**. Die Meteorologin und Atmosphärenchemikerin arbeitet seit vielen Jahren in der Gletscherforschung und erforschte als Spezialistin für Schneechemie auch den Einfluss von Luftschadstoffen, insbesondere den Einfluss von Saharastaub.

In 2019, Marion Greilinger took over as Head of the Climate Monitoring and Cryosphere Department at ZAMG. The meteorologist and atmospheric chemist has worked for many years in glacier research. As a specialist in snow chemistry, she has also researched the influence of air pollutants, especially the effects of Saharan dust.

ERFOLGREICHE APP „ZAMG NATURKALENDER“ SUCCESSFUL „ZAMG NATURE CALENDAR“ APP



Der Flieder im phänologischen Garten der ZAMG blühte 2019 um mehr als eine Woche früher als in einem durchschnittlichen Frühling.
In 2019, the lilac in ZAMG's phenological garden blossomed more than one week earlier than in an average spring.

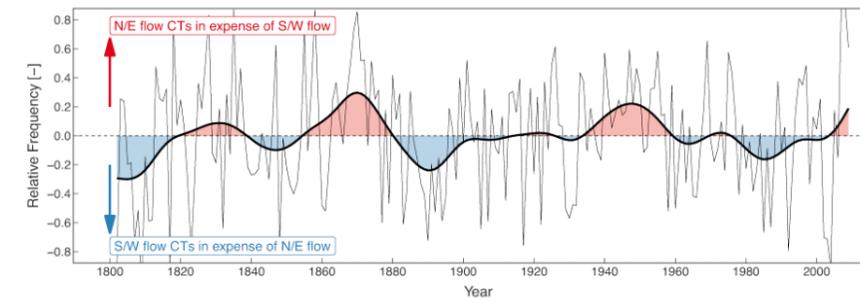
2019 war die kostenlose App „ZAMG Naturkalender“ das zweite Jahr im Einsatz. Die Nutzerinnen und Nutzer meldeten bereits rund 40.000 Beobachtungen zu Entwicklungsphasen von Pflanzen in den Jahreszeiten. Mit der App können alle Interessierten ihre Beobachtungen einfach und schnell gleich direkt in der Natur festhalten, etwa bei einem Spaziergang, einer Wanderung oder im eigenen Garten. Damit unterstützt man die Wissenschaft und lernt selbst etwas über den Lauf der Jahreszeiten, ihre Besonderheiten und ihre Änderungen dazu

In 2019, the free-of-charge app "ZAMG Naturkalender" was in use for the second year. Users have already made around 40,000 observations on the different developmental phases of the plants during the seasons. With the app, all interested parties can easily and quickly record their observations directly – for example during a walk, while hiking or in their own gardens. In this way, they are supporting science and learning about the course of the seasons, seasonal characteristics and seasonal changes.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der ZAMG veröffentlichten 2019 rund 200 wissenschaftliche Arbeiten.

In 2019, ZAMG staff published around 200 scientific papers.

ANALYSE VON DÜRREN DER LETZTEN 200 JAHRE ANALYSIS OF THE DROUGHTS OF THE LAST 200 YEARS



Trockenperioden durch stabile Wetterlagen (rote Flächen) haben eine starke natürliche Schwankung. Dry periods due to stable weather conditions (red areas) have a strong natural fluctuation.

Die letzten Jahre brachten immer wieder lange Dürreperioden in Österreich, die sich unter anderem stark auf die Land- und Forstwirtschaft und auf das Grundwasser auswirkten. Eine 2019 veröffentlichte Studie der ZAMG untersuchte die Mechanismen derartiger Trockenperioden in den letzten 200 Jahren. Die Studie zeigte unter anderem, dass ein trockenes Frühjahr die Dürresituation im Sommer

deutlich verschärfen kann. Denn fehlt die Bodenfeuchte, bilden sich bei ruhigem Hochdruckwetter im Sommer deutlich weniger Regenschauer und Gewitter. Die Zahl der Dürren zeigt eine starke natürliche Schwankung. Die Erwärmung des Klimas fördert aber trockene Phasen, da die warme Luft die Verdunstung verstärkt und die frühere Entwicklung der Pflanzen mehr Wasser verbraucht.

Recent years have repeatedly brought long periods of drought to Austria, which have had a strong impact on agriculture, forestry and groundwater. A study published by ZAMG in 2019 investigated the mechanisms of such droughts over the last 200 years. Among other things, the study showed that a dry spring can significantly aggravate the drought situation in the summer. This is because, if the soil moisture is missing, considerably fewer rain showers and thunderstorms form in calm high-pressure weather in the summer. The number of droughts shows a strong natural fluctuation. However, global warming is promoting dry phases, as the warm air increases evaporation and the earlier development of the plants consumes more water.



Manfred Perterer
Chefredakteur der Salzburger Nachrichten
Manfred Perterer
Editor in Chief of the Salzburger Nachrichten



Die Salzburger Nachrichten berichten seit vielen Jahren über Klimaforschung. Wie kam es dazu?

Vor rund 15 Jahren haben wir als eine der ersten österreichischen Tageszeitungen begonnen, regelmäßig eine Seite der Klimaforschung zu widmen. Zum einen haben wir das als österreichweite Qualitätszeitung immer als wichtiges Thema gesehen. Zum anderen haben wir in Salzburg natürlich einen sehr direkten Bezug zu den Auswirkungen von Klimaänderungen, unter anderem durch die wichtige Rolle des Tourismus, ganz besonders im Winter. Wir schätzen dabei die ZAMG als kompetente Ansprechstelle zu Fragen neuester Forschungsergebnisse und auch für die Einordnung von aktuellen Wetterereignissen. Wir möchten unseren Leserinnen und Lesern fundiert erklären können, wie weit zum Beispiel Hochwasser, Stürme oder ein Mangel an Schnee „normales“ Wetter sind oder durch den Klimawandel begünstigt werden.

Wie weit haben sich Medienberichte zu ungewöhnlichen Wetterereignissen in den letzten Jahren geändert?

Die Zahl der Medien ist stark gestiegen, angefangen von den klassischen Medien bis hin zum mittlerweile sehr großen Bereich von Social Media. Im Kampf um die Aufmerksamkeit des Publikums kommt es daher gelegentlich zu Übertreibungen. Wir machen da nicht mit. Denn das birgt die Gefahr, dass das Publikum abstumpft und wirklich wichtige Warnungen nicht

mehr ernst nimmt. Wir verfolgen eine klare, sachliche Linie und wollen nichts aufbauschen, aber auch nichts kleinreden. Die unaufgeregte Art der Kolleginnen und Kollegen der ZAMG hilft uns hier bei der Einordnung von aktuellen Ereignissen und beim Informieren über bevorstehende extreme Wetterereignisse.

Salzburg ist auch ein Standort für hochwertige Forschung, wie etwa am Sonnblick-Observatorium.

Für unsere mediale Arbeit ist natürlich sehr spannend, dass im eigenen Bundesland regelmäßig international beachtete Projekte laufen, noch dazu auf einem so spektakulären Standort wie am Gipfel des Sonnblicks. Wir nutzen das auch immer wieder, um unseren Leserinnen und Lesern in Berichten und Reportagen zu zeigen, wie Forschung und konkrete Anwendungen zusammenhängen. So wird Wissenschaft verständlicher und der Nutzen im Alltag klarer.

The Salzburger Nachrichten has been reporting on climate research for many years. How did this come about?

Around 15 years ago, we were one of the first Austrian daily newspapers to regularly dedicate a page to climate research. On the one hand, as a quality national newspaper we always considered it an important issue. On the other, we in Salzburg are naturally directly impacted by the effects of climate change, not least due to the important role of tourism here, especially in winter. We appreciate ZAMG as a competent con-



tact point for questions concerning the latest research results and also for the classification of current weather events. We want to be able to explain to our readers in a sound manner how far, for example, floods, storms or a lack of snow are “normal” weather or are being accentuated by climate change.

To what extent have media reports on unusual weather events changed in recent years?

The number of media has increased dramatically, starting with the traditional media and ending with the now very

large field of social media. In the battle for the audience’s attention, there is a tendency towards exaggeration. This is something we deliberately avoid, because it carries the risk that the audience will become desensitised and no longer take truly important warnings seriously. We follow a clear, factual line and do not wish to exaggerate anything. At the same time, we also do not want to play anything down. The calm, reasoned manner in which ZAMG employees carry out their work helps us classify current events and inform others about upcoming extreme weather events.

Salzburg is also a location for high-quality research, such as at the Sonnblick Observatory.

For our media work, it’s naturally very exciting that there are internationally renowned projects regularly being carried out in our own state. And not to mention the spectacular location: the summit of Sonnblick. We also repeatedly take advantage of this fact to show our readers in reports and features how research and practical applications are connected. This in turn makes science more understandable and highlights the benefits for everyday life.



KURZBEZEICHNUNG	KURZBESCHREIBUNG	LEAD PARTNER	PARTNER	FÖRDERSTELLE	ZAMG ANSPRECHPERSON
ADAPT-UHI	Urban Climate Change Adaptation for Austrian Cities: Urban Heat Islands	BOKU	UBA	Klima- und Energiefonds / ACRP 10	Maja Zuvela-Aloise
ADO	Set up of an Alpine Drought Observatory, development of guidelines for an efficient drought management	EURAC Research	ZAMG	EU - Interreg Alpine Space	Klaus Haslinger
AGROFORECAST	IFS-Saisonalprognosen-Downscaling für Erstellung von saisonalen Ertragsprognosen zur Klimawandelanpassung	BOKU	ZAMG	Klima- und Energiefonds - ACRP	Stefan Schneider
Cesare	Erstellung einer nationalen Ereignis-/Schadensdatenbank als teilautomatisiertes, geschlossenes System	ZAMG	GBA, Joanneum Research, Spatial Services, BMI, BMNT, Uni Salzburg, ETH Zürich, KfV, VVÖ	FFG - KIRAS	Matthias Themessl
CLAIMES	Depiction of how ongoing climate change affects alpine lakes and in turn ecosystem services	ZAMG	ZAMG, Uni Innsbruck	ÖAW - ESS „Water in Mountain Regions“	Christoph Matulla
CLARITY	Integrated Climate Adaptation Service Tools for Improving Resilience Measure Efficiency	AIT	ATOS, cismet GmbH, PLINIVS, SMHI	EU-H2O20	Maja Zuvela-Aloise
clim_ect	Erarbeitung von Maßnahmenvorschlägen zur Klimawandelanpassung entlang der ÖBB-Bahnstrecken	TU Wien	ZAMG, TU Wien, BOKU	FFG (ÖBB, BMVIT, ASFINAG)	Christoph Matulla
DUSTFALL	Influence of Sahara dust events on air quality in Austria (industriennahe Dissertationen)	ZAMG	TU-Wien	FFG	Marion Greilinger
EUMETNET	Vernetzung zwischen nationalen Wetterdiensten und zu europäischen klimabezogenen Organisationen	ZAMG	DHZ, OMSZ	EUMETNET	Barbara Chimani
EXTRIG	Understanding of extreme climatological impacts in populated Alpine areas_x005F_x000D_of hydrogeological processes	GBA	ZAMG, WLW	ÖAW	Angelika Höfler
Flood Risk 7000	Calculating flood risk with 7000 years flood frequency data and highly damage relevant cyclone tracks	JR	AWI, ZAMG	BM ACRP	Michael Hofstätter
FUSE-AT	Delivery of user-tailored scenarios of future snow cover and related hydrological quantities	ZAMG	Uni Innsbruck	ACRP	Andreas Gobiet
FUSE-HD_Tirol	Analysen von Langzeit-Schneemessreihen des HD Tirol in Vergangenheit und Zukunft	ZAMG		Land Tirol	Marc Olefs
GCW-Glaciers	Monitoring von Gletscherentwicklung, Gletschermassenbilanz und Schneechemie am Sonnblick und auf der Pasterze	ZAMG		BMNT	Anton Neureiter
GCW-Permafrost-Monitoring	Sonnblick als Supersite im GCW-Netzwerk stärken und ausbauen	ZAMG	TU Wien, Georesearch	BMNT	Stefan Reisenhofer
Globpermafrost	Definiton, demonstration and validation of permafrost monitoring products from local to large scale	ZAMG	Uni Oslo, AWI, Gamma, H2O Geomatics, DLR, Uni Lisbon	ESA	Robert Goler
Green&Resilient City	„Grüne und resiliente Stadt“: Steuerungs- und Planungsinstrumente für eine klimasensible Stadtentwicklung	BOKU	AIT, Green4Cities	FFG Stadt der Zukunft	Astrid Kainz
KLAR! 2019	Unterstützung einreichender Gemeindeverbände bei Entwicklung lokaler Anpassungsmaßnahmen an Klimawandel	UBA	ZAMG	KLIEN/BMNT - KLAR!	Annemarie Lexer
LUCRETIA	The role of Land Use Changes on the development of intra-urban heat islands	ZAMG		Klima- und Energiefonds / ACRP 11	Maja Zuvela-Aloise
NH3-Vorstudie	Untersuchung, wie gut ERA5 jährliche Schwankungen und klimatologische Trends im Osten Österreichs abbildet	ZAMG	VetUni Wien	Steir., Oö, Nö, Bgld. Landesregierungen	Barbara Scherllin-Pirscher
Perma_HT	Permafrostmonitoring Nationalpark Hohe Tauern eines Blockgletschers und eines Bergsturzgebietes	Uni Graz	ZAMG, Uni Graz	Nationalpark Hohe Tauern	Michael Avian
PhenoObserv	Aufbereitung von Sentinel 2 und 3 Vegetationsbeobachtungen zur Berechnung von Vegetationsparametern	ZAMG	Joanneum Graz, Catalysts	FFG - ASAP 15	Helfried Scheifinger
SNOWLEDGE	wissenschaftlich-technischer und praktisch orientierter Umgang mit der Materie Schnee in Zielgruppe Wintertourismus	Uni Innsbruck	ZAMG	FFG - Forschungskompetenzen für die Wirtschaft	Michael Butschek
SPIRIT 2019	climate modellers, meteorologists and climate service providers address key questions concerning precipitation extremes	Uni Graz	ZAMG	Klima- und Energiefonds, - ACRP	Andreas Gobiet
SR Health	APCC Special Report: Health, demography and climate change	Alpen Adria Univ.	Diverse CCCA-Partner	KLIEN ACRP	Christoph Matulla
SR Tourism	ZAMG-Beitrag zum "APCC Special Report on tourism, large culture and sport events and climate"	BOKU	JR, ZAMG	Klima- und Energiefond, ACRP10	Marc Olefs
Starc-Impact	Climate Change Projections for Climate Impactstudies to support the Austrian Research Community	Wegener Center	ZAMG, BOKU-Met	ACRP	Michael Hofstätter
VerBewing	Entwicklung von Methoden zur verformungsbasierten Beurteilung von Ingenieurtragwerken	AIT	ZAMG, Schimetta Consult ZT, 4D-IT GmbH	FFG	Matthias Schlögl
WETRAX PLUS	Handlungsempfehlungen für die Entwicklung der Klimawandelanpassungsstrategie für die Wasserwirtschaft	TU-Wien/ZAMG	TU Wien, BMLFUW, BOKU, EODC, BfW	BMLFUW	Klaus Haslinger

ENVIRONMENT 2019 UMWELT

FÜR EINE SICHERE UND EFFIZIENTE LUFTFAHRT

Das Projekt EUNADICS-AV entwickelt Methoden und Systeme, die im Falle von Naturkatastrophen und nuklearen Zwischenfällen einen sicheren Luftverkehr mit möglichst geringen wirtschaftlichen Auswirkungen gewährleisten.

Im März 2019 fand dazu in der Schwarzenberg-Kaserne in Salzburg eine Übung statt. Das erste Szenario betraf einen hypothetischen Ausbruch des Ätnas auf Sizilien mit anschließender Ausbreitung der Aschewolke über ganz

Europa. Der zweite Fall war ein fiktiver Terroranschlag mit radioaktivem Material, das sich über Mitteleuropa ausbreitet. Mit meteorologischen Ausbreitungsrechnungen und Flugverkehrsmanagement-Software wurden die sichersten und wirtschaftlich günstigsten alternativen Flugrouten ermittelt. Eingebunden waren unter anderem Flugsicherung, Wettervorhersage, Wissenschaft und Flugsimulatoren.

EUNADICS-AV wird von der ZAMG geleitet und gemeinsam mit 20 internationalen Partnern durchgeführt. Aus Österreich sind das Bundesministerium für Landesverteidigung, die Universität Salzburg, das Unternehmen Flightkeys und die Austrocontrol beteiligt.

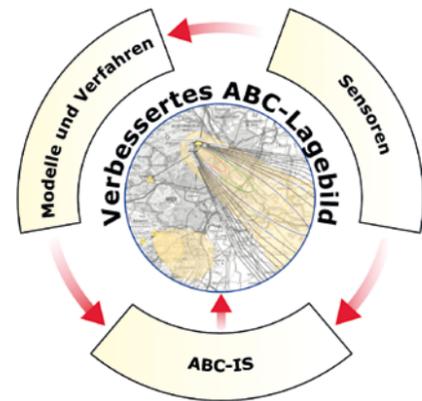
FOR SAFE AND EFFICIENT AVIATION

The EUNADICS-AV project develops methods and systems that ensure safe air transport with the least possible economic impact in the event of natural disasters and nuclear incidents. In March 2019, an exercise was held in the Schwarzenberg Barracks in Salzburg. The first scenario concerned a hypothetical eruption of Etna on Sicily with subsequent spreading of the ash cloud over the whole of Europe. The second case was a fictitious terrorist attack with radioactive material that spread over Central Europe. Meteorological dispersion calculations and air traffic management software were used to determine the safest and most commercially favourable alternative flight routes. Air traffic control, weather forecasting, science, flight simulators, and other elements were all included.

EUNADICS-AV is managed by ZAMG and implemented together with 20 international partners. From Austria the Federal Ministry of Defence, the University of Salzburg, Flightkeys and Austrocontrol are involved.



START DES FORSCHUNGSPROJEKTES ABC-MAUS START OF THE ABC-MAUS RESEARCH PROJECT



Im Oktober 2019 startete das Projekt „Modellierung der atmosphärischen Ausbreitung von ABC-Kampfmitteln und Lagebildverbesserung durch Sensordatennutzung (ABC-MAUS)“. Geleitet von JOANNEUM RESEARCH, werden unter anderem mit dem Österreichischen Bundesheer Methoden zur Lageerkennung nach Einsatz nuklearer Waffen oder chemischer Kampfstoffe entwi-

ckelt. Sie helfen Entscheidungsträgern bei der Abschätzung von Gefahrenbereichen und der Festlegung von Maßnahmen für Truppen und Bevölkerung. Die ZAMG unterstützt das Projekt mit Auswertungen von Erdbebedaten und Infraschall-Messungen nach Nukleardetonationen sowie Berechnungen der Ausbreitung von gefährlichen Substanzen in der Atmosphäre.

Wissenschaft und Praxis im Dienste der Sicherheit
Science and practice in the interest of safety

In October 2019, the project “Modelling of atmospheric dispersion of NBC warfare agents and situation picture improvement through sensor data use (ABC-MAUS)” started. Under the leadership of JOANNEUM RESEARCH, methods for situation recognition after the deployment of nuclear weapons or chemical warfare agents are being developed with, among others, the Austrian Armed Forces. In the future, they will help decision-makers assess risk areas and define measures for troops and the civilian population. ZAMG is supporting the project with evaluations of earthquake data and infrasound measurements after nuclear detonations and calculations of the dispersion of hazardous substances in the atmosphere.

WEISSRUSSLAND: AUSBREITUNGSRECHNUNGEN UND WARNUNGEN BELARUS: PROPAGATION CALCULATIONS AND WARNINGS



Besprechung im Operations-Center des Wetterdienstes in Weißrussland
Meeting at the Operations Center of the Weather Service in Belarus

2019 leitete die Weltbank ein Projekt in Weißrussland, an dem die ZAMG sowie Organisationen aus Italien, Deutschland und der Schweiz mitarbeiteten. Eine Aufgabe war, das Warnsystem des weißrussischen Wetterdienstes nach internationalen Kriterien aufzubauen. Ein weiterer Schwerpunkt lag in der Überwachung und Vorhersage von Radioaktivität in der Luft. Im Südosten von Weißrussland sind Gebiete immer noch durch den Unfall in Tschernobyl radioaktiv verstrahlt. Bei Flur- und Waldbränden können hier radioaktive Teilchen ins Umland gelangen. Außerdem wurde im Bereich eines Atomkraftwerks das Messnetz zur Überwachung der Radioaktivität verdichtet, um bei einer Freisetzung genaue Daten für Ausbreitungsprognosen zu haben.

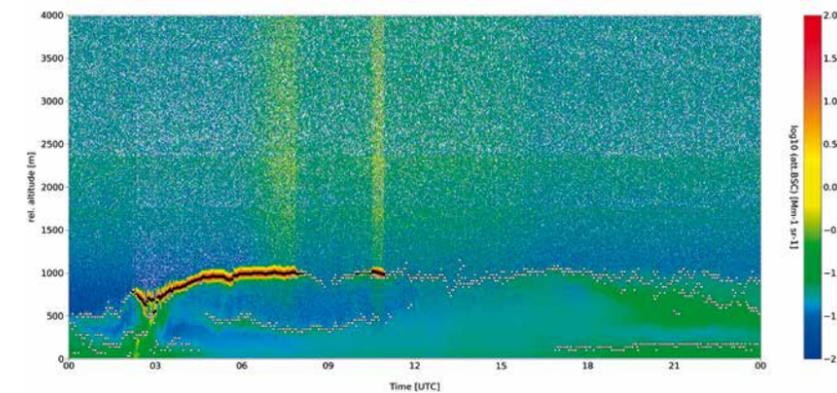
In 2019, the World Bank led a project in Belarus in which ZAMG and organisations from Italy, Germany and Switzerland participated. One task was to set up a warning system for the Belarusian weather service according to international criteria. The second focus was on monitoring and predicting airborne radioactivity. Areas in the south-east of Belarus are still contaminated by radioactivity from the Chernobyl disaster. In the event of field and forest fires, radioactive particles could escape into the surrounding area. In the area surrounding a nuclear power plant, the density of the measuring network for monitoring radioactivity was increased in order to have precise data for dispersion forecasts in the event of a release.



Die ZAMG erstellte 2019 **mehr als 100 Umweltgutachten** zu den Themen Schadstoff- und Geruchsausbreitung und erneuerbare Energien. Windparks, Wasserkraftwerke und Solarkraftwerke erhalten auch regelmäßig Spezialprognosen.
In 2019, ZAMG prepared more than 100 environmental reports on the topics of pollutant and odour propagation and renewable energies. Wind farms, hydropower plants and solar power plants also regularly receive special forecasts.

Die Ausbreitungsmodelle der ZAMG berechnen Krisenfälle in Städten, komplexem Gelände und für weltweite Anforderungen.
The ZAMG dissemination models are available for emergencies in cities, complex terrain and worldwide requirements.

VERMESSUNG VON LUFTSCHICHTEN IM GAILTAL MEASUREMENT OF AIR LAYERS IN THE GAIL VALLEY



Zeit-Höhen-Diagramm: Schwarze Punkte kennzeichnen Wolkenschichten, weiße Punkte Aerosolschichten. Blau: sehr aerosolarme Luft. Türkis und Grün: Reflexionen an Aerosolen.
Time-altitude diagram: Black dots mark cloud layers, white dots aerosol layers. Blue: very low aerosol air. Turquoise and green: reflections from aerosols.

In Tälern können die Luftschichtungen sehr komplex sein. Besonders im Winter bildet sich nachts oft eine bodennahe Schicht mit hohem Aerosolgehalt. Tagsüber wird die Durchmischung meist besser. Von 2014 bis 2019 untersuchte die ZAMG im Gailtal in Kärnten mit einem Ceilometer die Wolkenhöhen und die vertikale Aerosolverteilung. So wurde ermittelt, ob hohe Aerosolkonzentrationen auf Bergen (wie der Villacher Alpe) von den Tälern zu den Gipfeln heraufgemischt wurden oder ob es sich um Ferntransport handelte, zum Beispiel von Staub aus der Sahara.

In valleys, air layers can be very complex. Particularly in winter, a ground-level layer with a high aerosol content often forms at night. During the day the mixing is usually better. From 2014 to 2019, ZAMG investigated cloud heights and vertical aerosol distribution in the Gail valley in Carinthia with a ceilometer. In this way it was determined whether high aerosol concentrations on mountains (such as in the Villacher Alps) were mixed on the way up from the valleys to the summits or whether they were transported long distances, for example in the form of dust from the Sahara.

HOCHLEISTUNGSRECHNER FÜR WARNUNG UND KRISE HIGH-PERFORMANCE WARNING AND CRISIS COMPUTER



Der Hochleistungsrechner ist auch Teil des wöchentlich geübten Alarmplans für den Fall des Austritts einer radioaktiven Wolke aus einem europäischen Atomkraftwerk.
The high-performance computer is also part of the weekly rehearsed alarm plan for the event of a radioactive cloud escaping from a European nuclear power plant.

Viele Anwendungen der Meteorologie und Geophysik benötigen sehr schnelle und sehr leistungsfähige Computer. Der High Performance Computer der ZAMG leistet bis zu 550 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde und ist unter anderem im Einsatz für die staatliche Krisenvorsorge, für Wettervorhersagen und -warnungen sowie für die Modellierung von Klimaszenarien und Spezialprognosen für erneuerbare Energieformen. Die ZAMG liefert in einem Ernstfall für

das Staatliche Krisen- und Katastrophenschutzmanagement Vorhersagen für die nächsten Stunden und Tage, wie beispielsweise 2010 beim Ausbruch des isländischen Vulkans Eyjafjallajökull und 2011 bei der Nuklearkatastrophe von Fukushima.

Many applications in meteorology and geophysics require very fast and very powerful computers. ZAMG's high-performance computer performs up to 550 trillion calculations per second and

is used, among other things, for government crisis prevention, weather forecasts and warnings, as well as for modelling climate scenarios and special forecasts for renewable forms of energy.

In an emergency, ZAMG provides the State Crisis and Disaster Management with forecasts for the next hours and days, such as for example in 2010 for the eruption of the Icelandic volcano Eyjafjallajökull and in 2011 for the nuclear disaster in Fukushima.



Die ZAMG veranstaltet regelmäßig Informationstage zu **Fragestellungen der Umweltmeteorologie**, wie im Herbst 2019 in Linz und Innsbruck für Landesbehörden und Feuerwehren. Methoden zur Berechnung der Ausbreitung von gefährlichen Stoffen waren ebenso Thema wie Analysen von Schadstoffen.
ZAMG regularly organises information days on environmental meteorology issues, such as in autumn 2019 in Linz and Innsbruck for state authorities and fire brigades. Topics included methods for calculating the dispersion of hazardous substances and the analyses of pollutants.

KLIMAWANDEL UND TIERHALTUNG CLIMATE CHANGE AND ANIMAL HUSBANDRY



Untersucht wurde auch, wie sich die notwendigen Schutzabstände zwischen Stallungen und Wohnbevölkerung zur Vermeidung von Geruchsbelästigungen aufgrund der globalen Erwärmung ändern.
The study also examined how the required protective distances between farm buildings and resident populations are changing in order to avoid odour nuisance caused by global warming.

Die Universitäten für Veterinärmedizin und für Bodenkultur in Wien untersuchten mit der ZAMG im Projekt PiPoCool die Auswirkungen der globalen Erwärmung auf die Stallhaltung von Schweinen und Hühnern. Im Vordergrund standen unter anderem der Hitzestress der Tiere und dessen Auswirkungen auf die Gesundheit, das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit der Tiere. Neben den derzeitigen Haltungsverfahren wurden auch Adaptationsmaßnahmen untersucht, die den zunehmenden Hitzestress der Tiere reduzieren. Dazu gehören energie-sparende Luftaufbereitungssysteme, die Verringerung der Tierdichte im Stall und Anpassungsmaßnahmen der lüftungstechnischen Anlage.

In the PiPoCool project, the Universities of Veterinary Medicine and Natural Resources and Applied Life Sciences in Vienna and ZAMG investigated the effects of global warming on the housing of pigs and chickens. Among other things, the focus was on the heat stress of the animals and its effects on their health, well-being and performance. Besides current husbandry practices, adaptation measures that reduce the increasing heat stress of the animals were also investigated. These include energy-saving air treatment systems, the reduction of animal density in barns and adjustment measures for ventilation systems.

Die ZAMG trägt mit ihren Arbeiten wesentlich zu den 17 nachhaltigen Entwicklungszielen „Sustainable Development Goals“ der Vereinten Nationen bei, zu deren Bearbeitung sich alle 193 UNO-Staaten verpflichtet haben.

Nearly all ZAMG projects can be assigned to one of the 17 areas of the United Nations' Sustainable Development Goals, which all 193 countries have committed themselves to.

WETTERTREFF UND FÜHRUNGEN: MITMACHEN UND MITREDEN WEATHER MEETING AND GUIDED TOURS: TAKE PART AND HAVE YOUR SAY



Informationen direkt von den Expertinnen und Experten der ZAMG
Information directly from ZAMG's experts

„Wie kommt Saharastaub zu uns?“ war 2019 eines der vielen Themen bei den Wettertreffs an der ZAMG in Salzburg Freisaal und auf der Hohen Warte in Wien. Jeden ersten Mittwoch im Monat berichtet bei freiem Eintritt eine Expertin oder ein Experte über ein bestimmtes Thema und steht für Fragen und Diskussionen zur Verfügung. Die aktuellen Termine finden Sie auf der Website der ZAMG. Weiters bietet die ZAMG an allen Standorten Führungen an. Auch thematische Schwerpunkte aus den Bereichen Wetter, Klima, Umwelt und Geophysik können bei der Anmeldung gebucht werden. Weitere Infos auf www.zamg.at/fuehrungen.

“How does Sahara dust reach us?” was one of the many questions asked at the ZAMG 2019 Weather Meetings in the Salzburg Freisaal and at the Hohe Warte in Vienna. Every first Wednesday of the month, an expert gives a talk on a specific topic and is available for questions and discussions. The current dates can be found on the ZAMG website. ZAMG also offers guided tours at all its locations. Thematic focuses from the areas of weather, climate, environment and geophysics can also be booked on registration. For further information please visit www.zamg.at/fuehrungen.



Robert Stocker
Leiter Abteilung II/13 (SKKM, Staatliches
Krisen- und Katastrophenmanagement und
Koordination Zivile Sicherheit) im Bundes-
ministerium für Inneres
Robert Stocker
Head of Department II/13 (SKKM - State Crisis
and Disaster Management and Civil Security
Coordination) in the Federal Ministry of the
Interior



Was sind die Aufgaben des Staatlichen Krisen- und Katastrophenschutzmanagements (SKKM)?

Besonders bei Krisen und Katastrophen, die mehrere Regionen oder unterschiedliche Bereiche von Infrastruktur betreffen, besteht erhöhter Koordinationsbedarf, der in Österreich durch das SKKM gewährleistet wird. Das gilt zum Beispiel für die effektive und effiziente Zusammenarbeit aller zuständigen Stellen des Bundes mit den Katastrophenschutzbehörden der Länder sowie den Hilfs- und Rettungsorganisationen. Auch die internationale Koordination von Hilfsmaßnahmen ist Teil davon. Die Flutkatastrophe in Mitteleuropa 2002, das Hochwasser in Österreich 2013 und die enormen Schneemengen in den Alpen im Jänner 2019 sind nur ein paar Beispiele dafür.

Welche Schnittstellen bestehen zur ZAMG?

Das betrifft viele Bereiche und geht von Wetterwarnungen über die Berechnung von Schadstoffausbreitungen bis zu Erdbebeninformationen. Nicht nur Warnungen im Anlassfall sind hier wichtig, sondern auch die langfristige Planung, etwa in der Prävention, zum Beispiel bei Fragen wie: Ändern sich extreme Ereignisse und wenn ja, in welchem Ausmaß? Werden zum Beispiel Überschwemmungen durch Starkregen häufiger oder Felsstürze durch das Auftauen des Permafrosts? Welche Änderungen bei Bauten und bei industriellen Prozessen könnten künftig notwendig sein? Wichtig ist auch, auf die Kombination von Ereignissen vorbereitet zu sein, etwa bei Stromausfall durch extremes Wetter.

Wo liegen die Herausforderungen der nächsten Jahre?

Wir nutzen natürlich intensiv Produkte der Wissenschaft, wie die immer genaueren Warnungen, und andere technologische Entwicklungen. Zum Beispiel ermöglichen die neuen Kommunikationsmittel eine sofortige Erreichbarkeit und eine schnelle Koordination im Ernstfall. Ein Thema ist aber auch die stärkere Verwundbarkeit durch den technologischen Fortschritt. Essenziell sind für uns daher zum Beispiel die Sicherheit und die Belastbarkeit von Infrastruktur, etwa das Stromnetz. Das ist auch Teil unserer großen Übungen, wie 2019 bei „Helios“ mit dem Szenario einer europaweiten Strom-Mangellage und einem Blackout. Wichtig sind langfristig auch Fragen, wie weit bestimmte Schutzmaßnahmen vom Staat vorgeschrieben werden sollen oder in der Eigenverantwortung von Firmen und Privatpersonen liegen.

What are the tasks of the State Crisis and Disaster Management (Staatliches Krisen- und Katastrophenschutzmanagement (SKKM))?

Especially when crises and disasters affect several regions or different infrastructure areas, there is an increased need for coordination, which in Austria is ensured by SKKM. This concerns, for example, the effective and efficient cooperation of all responsible federal authorities with the disaster control authorities of the individual federal states and the relief and rescue organisations. The international coordination of aid measures is also part of this. The flood disaster in Central Europe in 2002 and



Erdbeben-Katastrophenschutzübung in Niederösterreich
Earthquake emergency management exercise in Lower Austria

in Austria in 2013, and the enormous amounts of snow in the Alps in January 2019 are just some examples of this.

Which interfaces exist to ZAMG?

This affects many areas and ranges from weather warnings to the calculation of pollutant dispersal and earthquake information. Not only warnings in case of an emergency are important here, but also long-term planning, for example in prevention work. Questions like: Are extreme events changing, and if so, to what extent? For example, will floods due to heavy rainfall become more fre-

quent or will rockfalls due to the thawing of permafrost occur? What changes to buildings and industrial processes could be necessary in the future? It is also important to be prepared for a combination of events, such as power failures in extreme weather.

What are the challenges of the next few years?

We naturally make intensive use of scientific outcomes, such as the increasingly accurate warnings, and other technological developments. For example, the new means of communication enable

immediate availability and rapid coordination in the event of an emergency. Another issue is the increased vulnerability due to technological progress. So, for us, the safety and resilience of infrastructure such as the power grid is essential. This is also part of our major exercises, such as “Helios” in 2019, with the scenario of a Europe-wide electricity shortage and a blackout. Questions as to how far certain protective measures should be prescribed by the state or how far they are the responsibility of companies and private individuals will also be important in the long term.



KURZBEZEICHNUNG	KURZBESCHREIBUNG	LEAD PARTNER	PARTNER	FÖRDERSTELLE	ZAMG-ANSPRECHPERSON
ABC-MAUS	Modellierung atmosphärischer Ausbreitung nach Einsatz von ABC-Kampfmitteln unter Nutzung von diversen Sensordaten für Lagebeurteilung	Joanneum Research	ZAMG	FFG - FORTE	Christian Maurer
Amida	Atmospheric Mission Data Packaging: Kombination verschiedener Satellitenprodukte	SISTEMA	Sistema, EOX, Catalysts, EODC, ENVEO, Uni Innsbruck	ESA	Marcus Hirtl
ARISTOTLE	24/7 Expertenberatung für ERCC für Krisensituationen in den Bereichen Erdbeben, Wetter, Vulkanausbrüche	INGV	ZAMG	EC - DG-ECHO / ERCC	Marcus Hirtl
Belarus	Consulting Services for the Modernization of Radiological Services in Belarus	ZAMG		World Bank Group - TOR	Kathrin Baumann-Stanzer
CTBTO-2019	Provision of Software Engineering Services for Atmospheric Transport Modelling, Data Acquisition, Processing and Dissemination	ZAMG		CTBTO	Christian Maurer
DMA	The data services ecosystem Austria realises an important part of the Austrian digital infrastructure	Research Studios Austria Forschungsgesellschaft mbH	Semantic Web Community, AIT, Donau Uni Krems, EODC, Know-Center Research Center f. Data-Driven B, Compass-Verlag, JR, Catalysts, Lefkopoulos, INITS, T-Mobile Austria, T-Systems Austria, Wikimedia Austria, Siemens	FFG (IKT der Zukunft)	Günther Tschabuschnig
EO4SD-DRR	Carry out demonstrations of the benefit and utility of Earth Observation (EO), based information in support of international development projects and activities in the thematic domain of Disaster Risk Reduction	INDRA	ZAMG, GISAT, Plantek, Argans, nazka, OHB-LuxSpace	ESA-EO4SD	Michael Avian
EUNADICS-AV	Systementwicklung zur Bereitstellung von Infos bei Naturereignissen, die den Flugverkehr beeinflussen	ZAMG	Eumetnet, CNR, DLR, IASB-BIRA, BRIMATECH, PLUS, INGV, ECMWF, UPC, STUK, ULB, ACG, BMLVS, FLIGHTKEYS	EU (H2020)	Gerhard Wotawa
Geruchsmodell-Vergleich	Verwendung eines Datensatzes des Arbeitskreises "Forum Geruch", um Qualität von Ausbreitungsmodellen zu testen	VetMed Wien	ZAMG	FWF - Lise Maitner programm	Martin Piringer
INTERACT II	Building capacities for identifying, understanding, predicting and responding to environmental changes	University Lund	44 Research stations	EU (H2020)	Elke Ludewig
Operationelle Ozonprognosen	Bereitstellung von Ozon-Prognosen sowie Evaluierung der Vorhersagen mit Messdaten	ZAMG		MA22, Land NÖ, Land Burgenland	Marcus Hirtl
Small Wind Power	Untersuchung von Strömungsbedingungen für geplante Kleinwindkraftanlagen in Wien-Floridsdorf	Technikum Wien GmbH	ZAMG, AEE NÖ-Wien, AIT, CleanVerTec, Energiewerkstatt, Solveto, BOKU	FFG	Kathrin Baumann-Stanzer
smart(D)ER	Identifizierung und Bearbeitung zukunftsrelevanter Themen wie Kleinwindkraftanlagen und Solarenergie	FH Technikum Wien	AEE NÖ, Solvento, EWS, AIT, OFI, E-Control, Avantsmart	FFG (BMFWF; Innovationslehrgänge)	Kathrin Baumann-Stanzer
TOP	Einbindung von Endnutzern zur Verwendung der Datenmanagementplattform TAMP	SISTEMA	ZAMG, EOX	ESA	Marcus Hirtl

2019 GEOPHYSIK

NEUE STATIONEN ZUR MESSUNG VON ERDBEBEN

Die ZAMG erweiterte 2019 das seismologische Messnetz. Neue Stationen zur Erfassung von Erdbeben wurden unter anderem in St.Veit/Glan und in Kötschach (beide Kärnten), in Hall in Tirol, in Unterstinkenbrunn (Niederösterreich) und am Sonnblick (Salzburg) installiert. Die neuen Stationen helfen, auch schwache Erdbeben sehr exakt zu lokalisieren. So können Zusammenhänge zwischen Bewegungen in der Erdkruste und den Auswirkungen an der Erdoberfläche noch besser erfasst werden. Die typische Herdtiefe von Erdbeben in Österreich liegt bei sechs bis zwölf Kilometer. Die Daten aller Bebenstationen werden laufend an den Österreichischen Erdbebendienst der ZAMG-Zentrale in Wien übertragen. Sie werden sofort nach einem Beben gemeinsam mit den Wahrnehmungsberichten aus der Bevölkerung ausgewertet und eine erste Einschätzung der möglichen Auswirkungen geht unter anderem an die Landeswarnzentralen. Langfristig gehen die Daten und Auswertungen auch in die Beurteilung der Erdbebengefährdung einer Region oder eines Standortes ein, die unter anderem für die Planung des Katastrophenschutzes und in Baunormen eine wichtige Rolle spielt.

NEW STATIONS FOR MEASURING EARTHQUAKES

In 2019, ZAMG extended its seismological measurement network. New stations for recording earthquakes were installed in St. Veit/Glan and Kötschach (both in Carinthia), in Hall in Tyrol, in Unterstinkenbrunn (Lower Austria) and on Sonnblick (Salzburg). The new stations help to locate even weak earthquakes very precisely. In this way, relationships between movements in the Earth's crust and the effects of earthquakes on the Earth's surface can be better understood. The typical focal depth of earthquakes in Austria is six to twelve kilometres. The data from all the earthquake stations is continuously transmitted to the Austrian Seismological Service at ZAMG's headquarters in Vienna. It is evaluated immediately after an earthquake together with the perception reports from the population, and an initial assessment of the quake and its possible effects is sent to among others the national warning centres. In the long term, the data and evaluations also factor into the assessment of the earthquake hazard of a region or site, which plays an important role in issues such as disaster control, planning and building standards.



ÖSTERREICH'S STÄRKSTE BEBEN 2019 AUSTRIA'S STRONGEST EARTHQUAKE IN 2019

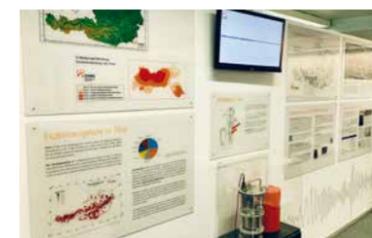


Auswertungen im Erdbebendienst der ZAMG
Analysis at ZAMG's Austrian Earthquake Service

Im Raum Kufstein (Tirol) bebte am 23. Oktober um 01:35 Uhr MESZ die Erde (Magnitude 3,9) und war im Umkreis bis etwa 35 Kilometer spürbar. Zahlreiche Personen erschrocken oder wurden durch die Erschütterungen aus dem Schlaf geweckt. Starke Bewegungen des gesamten Gebäudes und der Einrichtungsgegenstände wurden beobachtet. Im Bereich des Epizentrums stürzten Gegenstände um und in höheren Stockwerken fielen Bücher aus den Regalen. Einige Verputzrisse wurden gemeldet. Im Raum Tulln (Niederösterreich) bebte am 16. April um 11:51 Uhr die Erde (Magnitude 3,1). Die Erschütterungen wurden stark wahrgenommen und viele Menschen erschrocken, einige flüchteten ins Freie. Gegenstände fielen um und Möbel bewegten sich deutlich. Das Beben war im Umkreis von 20 bis 30 Kilometer spürbar.

On 23 October at 01:35 CEST in the Kufstein (Tyrol) area, the earth shook (magnitude 3.9) and was felt in a radius of up to around 35 kilometres. Numerous people were frightened or woken from their sleep by the tremors. Strong movements of entire buildings and furnishings were observed. In the area of the epicentre, objects fell over and on higher floors books were knocked from shelves. Some plaster cracks were reported.

On 16 April at 11:51 the earth shook (magnitude 3.1) in the Tulln (Lower Austria) area. The shocks were strongly felt and many people were frightened, with some fleeing into the open air. Objects fell over and furniture was visibly shaken. The quake was felt within a radius of 20 to 30 kilometres.



Im Mai 2019 wurde eine permanente museale Ausstellung am Institut für Geologie der Universität Innsbruck eröffnet. Zum Thema Erdbeben entwickelte man in Zusammenarbeit mit dem Erdbebendienst der ZAMG eine Schauwand. Die Bodenbewegungen des vor Ort aufgestellten Seismometers werden live visualisiert. In May 2019 a permanent museum exhibition was opened at the Institute of Geology at the University of Innsbruck. In cooperation with the ZAMG Earthquake Service, a display wall was created on the subject of earthquakes. The ground movements of the seismometer installed on site are visualized live.

VIRTUELLER KONTROLLRAUM FÜR WELTWEITE NATURKATASTROPHEN VIRTUAL CONTROL ROOM FOR WORLDWIDE NATURAL DISASTERS



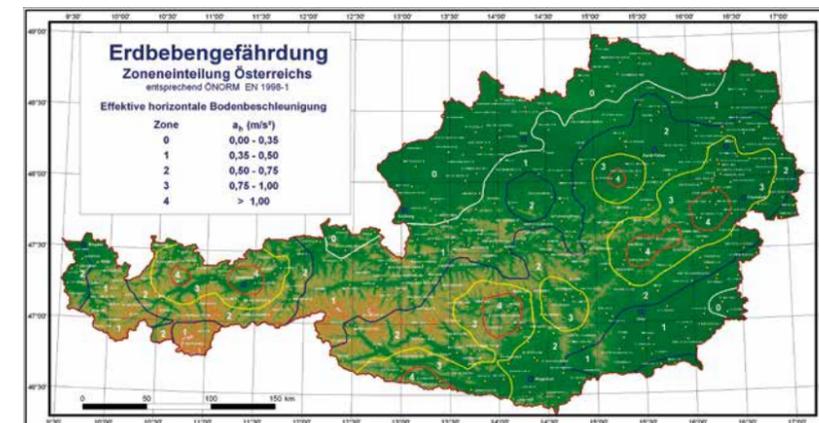
Schnelle Hilfe der EU nach dem Erdbeben 2019 in Albanien mit 51 Toten, mehr als 2000 Verletzten und schweren Schäden. Rapid EU assistance following the 2019 earthquake in Albania, which caused 51 deaths, more than 2000 injuries and serious damage.

Das EU-Projekt ARISTOTLE von 15 staatlichen Organisationen ging 2019 in den operationellen Betrieb. Ein virtueller Kontrollraum für weltweite Naturkatastrophen (Erdbeben, Vulkanausbrüche, Tsunamis, Überschwemmungen und Extremwetter) dient der europäischen Behörde für Humanitäre Hilfe und Katastrophenschutz, um in den ersten drei Stunden nach einer Naturkatastrophe abzuschätzen, in welchem Ausmaß internationale Hilfskräfte mobilisiert werden müssen. Die ZAMG übernimmt als Hazard Leader regelmäßig Dienste zur weltweiten Einschätzung der Auswirkungen von aktuellen Beben auf Menschen und Infrastruktur.

The EU project ARISTOTLE, run by 15 governmental organisations, went into operation in 2019. A virtual control room for global natural disasters (earthquakes, volcanic eruptions, tsunamis, floods and extreme weather events) is used by the European Humanitarian Aid and Civil Protection Authority to assess the need to mobilise international assistance in the first three hours after a natural disaster. As Hazard Leader, ZAMG regularly provides services for the global assessment of the effects of current quakes on people and infrastructure.

Die Bevölkerung unterstützte die ZAMG 2019 mit rund 1.600 Wahrnehmungsberichten nach Erdbeben über das Online-Formular auf www.zamg.at/erdbeben. In 2019, the population supplied ZAMG with around 1,600 post-earthquake perception reports via the online form at www.zamg.at/erdbeben.

MINIMALE BEWEGUNGEN DER ERDKRUSTE MESSEN MEASURING MINIMAL MOVEMENTS OF THE EARTH'S CRUST



Österreichs Erdbebenzonen der Baunorm ÖNORM EN 1998-1
Austria's earthquake zones according to the ÖNORM EN 1998-1

Hochsensible Neigungsmesser registrieren kleinste Änderungen in der Neigung der Erdplatten. Das ungarische geodätische und geophysikalische Forschungsinstitut und die ZAMG messen mit derartigen Sensoren Änderungen der Erdkruste im Bereich der Mürztal-Störung. Die Un-

tersuchungen helfen, Bewegungen der Erdkruste zu erfassen und somit eine sich entwickelnde Erdbebengefahr zu verifizieren. Einer der Neigungsmesser steht im Conrad-Observatorium der ZAMG und misst Änderungen der Erdplattenneigungen auf 10^{-7} Winkelsekunden genau.

Highly sensitive inclinometers register even the slightest changes in the inclination of the tectonic plates. The Hungarian Geodetic and Geophysical Research Institute and ZAMG use these sensors to measure changes in the earth's crust in the area of the Mürztal fault. These investigations help detect movements of the earth's crust and thus verify a developing earthquake risk. One of the inclinometers is located in ZAMG's Conrad Observatory and measures changes in the inclination of the tectonic plates with an accuracy of 10^{-7} arc seconds.

SCHIFFSGRAB IN NORWEGEN SHIP BURIAL IN NORWAY



Archäologie ohne Ausgrabungen: ZAMG-Georadar vor der Edøy-Kirche in Norwegen
Archaeology without excavations: ZAMG georadar in front of Edøy Church in Norway

Using a high-resolution georadar system, an archaeology team from the Norwegian Institute for Cultural Heritage Research (NIKU) discovered traces of a ship burial site and a settlement near Edøy in Møre and Romsdal County in Norway. The used georadar system was developed by LBI ArchPro in cooperation with ZAMG.

As with the find at Gjellestad (2018), the remains of the ship are located just below the topsoil in an area where there had previously been a burial mound. The tumulus appears in the georadar data as a marked circle with a diameter of around 18 metres. In the middle of the hill, there is a 13-metre-long keel. The length of the keel indicates that the ship could be 16 to 17 metres long in total. The ship probably dates back to Merovingian or Viking times and is therefore likely over 1,000 years old.

Mit Hilfe eines hochauflösenden Georadarsystems entdeckte ein archäologisches Team des Norwegian Institute for Cultural Heritage Research (NIKU) Spuren einer Schiffsgrabstätte und einer Siedlung bei Edøy in Møre und Romsdal County in Norwegen. Das verwendete Georadarsystem wurde vom LBI ArchPro in Zusammenarbeit mit der ZAMG entwickelt. Wie beim Fund in Gjellestad (2018) befinden sich die Überreste des Schiffes knapp unter dem Oberboden in ei-

nem Bereich, in dem sich zuvor ein Grabhügel befand. Der Grabhügel erscheint in den Georadardaten als markierter Kreis mit einem Durchmesser von etwa 18 Metern. In der Mitte des Hügels zeigen die Auswertungen einen 13 Meter langen Kiel. Die Länge des Kiels zeigt an, dass das Schiff insgesamt 16 bis 17 Meter lang sein kann. Das Schiff dürfte aus der Zeit der Merowinger oder der Wikinger stammen und damit mehr als 1.000 Jahre alt sein.

UNTERSUCHUNG VON DÄMMEN INVESTIGATION OF DAMS



Das motorisierte Georadar ermöglicht detaillierte Analysen der Dämme entlang der Gail in Kärnten.
The motorised georadar enables detailed analyses of the dams along the Gail river in Carinthia.

Im Auftrag des Landes Kärnten untersuchte die ZAMG im Sommer 2019 Dämme entlang der Gail mit geophysikalischen Methoden. Nach dem Hochwasser vom Oktober 2018 sollte der Zustand der Gaildämme geprüft werden. Die Messungen wurden mittels Georadar und Elektromagnetischer Induktion (EMI) durchgeführt. Georadarmessungen zeigen, wo Schichten im Damm gestört sind oder etwa durch Tierbauten und Wurzeln Schwachstellen entstehen können. Mittels EMI werden größere Störungen und Wasserwegigkeiten im Dammkörper erkannt. Die Ergebnisse der Untersuchungen geben den Behörden wichtige Hilfestellung bei der Sanierung von Dämmen und erhöhen die Sicherheit der Bevölkerung.

In summer 2019, the ZAMG Department of Applied Geophysics investigated dams along the Gail river using geophysical methods on behalf of the State of Carinthia. After the flood of October 2018, the condition of the Gail dams was to be examined. The measurements were carried out using georadar and electromagnetic induction (EMI). The georadar measurements show where layers in the dam are disturbed or where possible weak points could be created by factors such as animal structures and roots. EMI can be used to detect major disturbances and waterways in the dam body. The results of the investigations are of significant help to the authorities in restoring dams and increase the safety of the population.

Im Jahr 2019 arbeiteten an der ZAMG 106 Mitarbeiterinnen und 227 Mitarbeiter. Das Durchschnittsalter lag bei 39,7 bzw. 47,1 Jahren.
In 2019, ZAMG employed 106 women and 227 men. The average age was 39.7 and 47.1 years respectively.

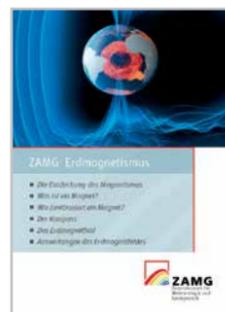


Die Position des magnetischen Nordpols verändert sich derzeit um rund 55 Kilometer pro Jahr. The position of the magnetic north pole is hanging currently by around 55 kilometres per year.

DIE MÖGLICHKEIT EINES POLSPRUNGS THE POSSIBILITY OF A POLE JUMP

Das Magnetfeld entsteht durch Dynamo-Prozesse im Erdkern und bildet einen Schutzschirm gegen Strahlung aus dem Weltall. Es schwankt in Skalen von Sekunden bis Jahrtausenden. Eine Umkehrung des Magnetfeldes (Polsprung) reduziert die Feldstärke um über 90 Prozent und lässt sehr komplexe Feldzustände auftreten, wie zuletzt vor 774.000 Jahren. Der Abfall der Magnetfeldstärke um mehr als zehn Prozent seit dem 18. Jh. könnte auf einen bevorstehenden Polsprung hindeuten. Die ZAMG ist Teil von Forschungsprojekten, die Polsprünge untersuchen – dabei werden Gesteine in verschiedenen Regionen analysiert, wie im steirischen Vulkanland. Wenn nach Vulkanausbrüchen die Lava erstarrt, prägt sich im Gestein das vorherrschende aktuelle Magnetfeld ein.

The magnetic field is created by dynamo processes in the earth's core and forms a protective shield against radiation from outer space. The magnetic field fluctuates on scales from seconds to millions of years. A reversal of the Earth's magnetic field (pole shift) reduces the field strength by more than 90 percent, temporarily causing very complex field states to occur, as was last the case 774,000 years ago. The drop in magnetic field strength by more than 10 percent since the 18th century could indicate an imminent pole jump. ZAMG is part of research projects investigating pole jumps – rocks in different regions are being analysed, including in the Vulkanland in Styria. When lava solidifies after volcanic eruptions, the prevailing current magnetic field is imprinted.



2019 veröffentlichte die ZAMG die **Broschüre Erdmagnetismus**. Sie soll besonders Kindern und Jugendlichen das Erdmagnetfeld sowie seine Funktionen für das Leben auf der Erde in einfacher, verständlicher Form näherbringen. Kostenloser Download auf www.zamg.at.

In 2019, ZAMG published the **Geomagnetism Brochure**. It is intended to introduce children and young people in particular to the Earth's magnetic field and its effects on life on Earth in a simple, understandable way. Free-of-charge download at www.zamg.at.



Georg Achleitner,
Teamleiter Schutztechnik, Austrian Power
Grid AG

Georg Achleitner,
Team Leader – Protection Technology, Austri-
an Power Grid AG



Warum engagiert sich der Energieversorger APG in der Erforschung des Erdmagnetfelds?

Sonnenstürme und Schwankungen im Erdmagnetfeld können zu Gleichströmen im Stromübertragungsnetz führen. Im Extremfall werden dabei sogar Transformatoren beschädigt und der Strom fällt aus, wie das vereinzelt in den letzten Jahrzehnten schon der Fall war, zum Beispiel in Kanada. Unser Stromnetz ist zwar so aufgebaut, dass der Ausfall von einem Transformator in der Regel keine weitreichenden Folgen hat, trotzdem wollen wir natürlich möglichst genau wissen: Welche Schwankungen im Erdmagnetfeld sind zu erwarten, wie wirkt sich das auf unser Stromnetz aus und welche Vorkehrungen sind sinnvoll?

Welche Maßnahmen sind möglich?

Wir arbeiten unter anderem mit der ZAMG an einem Warnsystem für magnetische Ströme in Österreich und der Ermittlung des Gefährdungspotenzials. Je genauer wir wissen, welche Störungen prinzipiell möglich sind und je früher wir von einem aktuellen Sonnensturm wissen, desto besser können wir in unseren Sicherheitsvorkehrungen darauf reagieren. Wir haben sehr hohe Ansprüche an die Sicherung unserer Hochspannungsleitungen und damit auch an die Versorgungssicherheit Österreichs. Vom Erkennen eines Fehlers bis zum Abschalten betroffener Bereiche sollen maximal 100 bis 150 Millisekunden vergehen.

Wie weit beschäftigt das Thema auch weltweit Energieversorger?

Es gab in den letzten Jahren zwar international nur wenige Zwischenfälle, trotzdem wollen natürlich alle bestmöglich vorbereitet sein. Mögliche Probleme im Stromnetz durch Schwankungen des Erdmagnetfelds sind daher weltweit ein Thema. Das betrifft aber nicht nur die Energieversorger. Je mehr unsere Gesellschaft von Strom, Satelliten und Navigationssystemen abhängt, desto stärker wirken sich Störungen aus. Bei den internationalen Tagungen sind daher viele Länder auch durch die jeweiligen Innenministerien vertreten. Der Schutz vor kleinen und großen Störungen, bis hin zum Extremfall eines kompletten Stromausfalls, ist zum Beispiel auch in Österreich Teil des staatlichen Krisen- und Katastrophenschutzmanagements.

Why is energy supplier APG involved in research into the Earth's magnetic field? Solar storms and fluctuations in the Earth's magnetic field can lead to direct currents in the power transmission system. In extreme cases, even transformers are damaged by these and the power supply fails – as has been the case in isolated cases in recent decades in Canada, for example. Although our electricity grid is designed in such a way that a transformer failure usually has no extensive consequences, we naturally still want to know: What fluctuations in the Earth's magnetic field can be expected, how will this affect our power grid, and what precautions are sensible?



Die Steuerzentrale der APG überwacht 6.971 Kilometer Hochspannungsleitungen in Österreich.
The APG control centre monitors 6,971 kilometres of high-voltage lines in Austria.

Which measures are possible?
Among other things, we're working with ZAMG on a warning system for magnetic currents in Austria and the determination of the potential danger. The more precisely we know which disturbances are possible in principle, and the earlier we know about a current solar storm, the better we can react to it in terms of our safety precautions. We have very high standards when it comes to the protection of our high-voltage lines: A maximum of 100 to 150 milliseconds

should elapse between the detection of an error and the switching off of the affected areas.

To what extent is the topic also of concern to international energy suppliers?

Although there have been very few incidents world-wide in recent years, naturally everyone wants to be as well prepared as possible. Possible problems in the power grid due to fluctuations in the Earth's magnetic field are therefore a

global issue. However, this doesn't just affect the energy suppliers. The more our society depends on electricity, satellites and navigation systems, the greater the impact of any disruption. Many countries are therefore also represented at international conferences by their respective interior ministries. In Austria, for example, protection against small and large disturbances, up to the extreme case of a complete power failure, is also part of state crisis and disaster management.

KURZBEZEICHNUNG	KURZBESCHREIBUNG	LEAD PARTNER	PARTNER	FÖRDERSTELLE	ZAMG-ANSPRECHPERSON
Armonia / EFRE Interreg V	Erfassung von Erdbebenauswirkungen und grenzüberschreitende makroseismische Datenerfassung und Szenarienerstellung	OGS Udine	University Udine, University Trieste, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Protezione civile della Regione, Regione del Veneto - Direzione Protezione Civile e Polizia Locale, Uni Innsbruck	EFRE, Interreg V	Stefan Weginger
Geodynamic Tilt Monitor	Improvement of hydrostatic tilt sensors and their application to monitor multiscale geodynamical processes	CGI Sopron	CGI Sopron, Uni Wien, Finnish Geodetic Institute	OTKA (HU)	Roman Leonhardt
Geomagnetic Field Record in Volcanic Glass	Bestimmung hochpräziser Magnetfeldwerte aus vulkanischen Gläsern	LMU München	ZAMG, University Lancaster	DFG	Roman Leonhardt
Geomagnetic Field Reversal	Projektschwerpunkt ist die Erforschung von Polumkehrungen, deren Ursachen und Konsequenzen	ZAMG	Montanuni Leoben, NGU, Uni Montpellier, Joanneum	FWF	Roman Leonhardt
Geomagnetic storm prediction	Predicting geomagnetic storms and the position of the auroral oval position with enhanced lead time	Space Research Institute (IWF) Graz		FWF	Roman Leonhardt
GeoTief EXPLORE	Integrative Maßnahmen zur systematischen Erkundung/Nutzbarmachung der Tiefengeothermie im Wiener Becken	Wien Energie	ZAMG	FFG (klima+energie fonds)	Marie-Theresia Apoloner
Histor. Erdbebenforschung	Historische und rezente Erdbebentätigkeit in Tirol – Quellen, Daten, seismologische Analyse	ZAMG		Land Tirol, ASFINAG, VERBUND, Fachgruppe der Seilbahnen Tirol, TIWAG, ÖBB	Christa Hammerl
HTPO	Untersuchung des Ursprungs des Thermalwasservorkommens im Bereich Laa/Thaya-Pasohlávky	Masaryk Universität, Brno	Geologische Bundesanstalt (GBA)	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung	Fee Rodler
Quake SAR	Detektion von Oberflächendeformation durch Erdbeben und Identifikation von aktiven Störungen im Wr. Becken	GBA	ZAMG	FFG - ASAP	Yan Jia
SafeDeepMining	Erstellung eines Trainingsprogramms für Tätigkeiten im tieferen Bergbau zur Sicherheit der Bergleute	Montanuniversität Leoben	Sanire, Univ. of Queensland, Geodata group, Clausenthal Univ., KGHM Cuprum Ltd., Wolfram Bergbau und Hütten AG, TU Bergakademie Freiberg, Politechnika Slaska	EIT	Wolfgang Lenhardt
SCI-BIM	Urban Mining nutzt Materialbestand in Infrastrukturen, um den Verbrauch von Primärressourcen zu minimieren	TU Wien	TU Wien, Vermessung Meixner UTC Umwelttechnik und Geoconsulting ZT GmbH	FFG Stadt der Zukunft	Ingrid Schlögel
SeisRockHT	Seismic Rockfall Monitoring der Region Hohe Tauern	ZAMG	Uni Salzburg, Mertl Research GmbH, TU Graz, alpS	ÖAW	Wolfgang Lenhardt
SpaceWeatherPortal	Darstellung des State of the Art bei Weltraumwetter und Aktualisierung aktueller Forschungsfragen	BRIMATECH Services GmbH	ZAMG, Seibersdorf Labor GmbH, Karl-Franzens-Uni Graz, Austrian Power Grid AG, Austro Control, Spacekeys GmbH	FFG - ASAP Sondierungsprojekt	Roman Leonhardt
TUNNEL	Finden eines neuen Maßstabs zur Vorauserkundung im maschinellen und konventionellen Tunnelvortrieb	Montanuniversität Leoben	Montanuniversität Leoben	FFG BRIDGE 1	Ingrid Schlögel

2019 CONRAD OBSERVATORIUM

WARNUNGEN VOR SONNENSTÜRMEN

Am Conrad-Observatorium, rund 50 Kilometer südwestlich von Wien, garantiert die abgeschiedene und unterirdische Lage störungsfreie Bedingungen bei konstanter Temperatur. Es dient unter anderem der Messung und Erforschung von Erdbeben, Erdschwere, Erdmasse, Magnetfeld, geodätischen Parametern und atmosphärischen Wellen.

Am Conrad-Observatorium werden auch Mess- und Warnsysteme für Sonnenstürme entwickelt. Magnetische Stürme auf der Sonne können zu starken Variationen im Erdmagnetfeld führen und im Extremfall zu Störungen und Ausfällen in Stromnetzen und Navigations- und Satellitensystemen.

2019 startete das Projekt PREDSTORM des Instituts für Weltraumforschung in Graz und der ZAMG. Es untersucht Möglichkeiten, die Vorlaufzeit für Warnungen vor Sonnenstürmen von einigen Minuten und Stunden auf Tage auszuweiten. Dafür werden unter anderem Daten der STEREO-Raumsonden der ESA verwendet. Sie sind vor und hinter der Erde so positioniert, dass sie von der Seite auf das System Sonne-Erde blicken. In einem weiteren Schritt ist die Entwicklung von Warnsystemen für Anwender wie Energieversorger geplant.

SOLAR STORM WARNINGS

At the Conrad Observatory around 50 kilometres south-west of Vienna, the remote and underground location guarantees unimpaired conditions at a constant temperature. It is used, among other things, for the measurement and investigation of earthquakes, earth gravity, earth mass, magnetic field, geodetic parameters and atmospheric waves. The Conrad Observatory also develops measuring and warning systems for solar storms. Magnetic storms on the sun can lead to strong variations in the Earth's magnetic field and in extreme cases to disturbances and failures in power grids and navigation and satellite systems.

In 2019, the PREDSTORM project of the Institute for Space Research in Graz and ZAMG was launched. It is looking into ways of extending the lead time for solar storm warnings from a few minutes and hours to days. To this end, it is using data from ESA's two space probes, STEREO A and B. They are positioned in front of and behind the Earth in such a way that they look down on the Sun-Earth system from the side. The development of warning systems for users such as energy suppliers is planned as a future step.



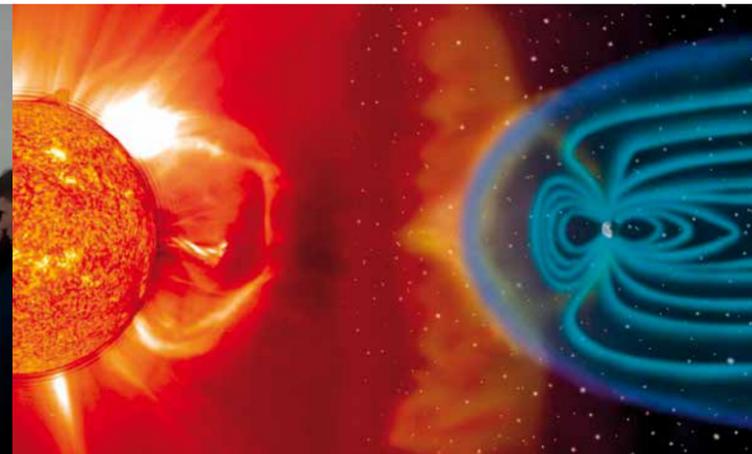
FORSCHUNG UND ANWENDUNG RESEARCH AND APPLICATION



Testbereich für hochsensible Magnetfeld-Messgeräte
Test area for highly sensitive magnetic field measuring devices



Präsentation des Weltraummagnetometers für die JUICE-Mission
Presentation of the space magnetometer for the JUICE mission



Sonnenstürme beeinflussen das Magnetfeld der Erde
Solar storms influence the magnetic field of the earth



Störungsfreie Messungen unter der Erde
Interference-free measurements underground

Österreichs Beitrag zur ESA-Mission zum Jupiter

Am Conrad-Observatorium präsentierten im November 2019 Wissenschaftsministerin Iris Rauskala, die ZAMG und das Institut für Weltraumforschung der Akademie der Wissenschaften den neuen Bereich zum Kalibrieren und Testen von hochsensiblen Magnetfeld-Messgeräten, die im Weltraum zum Einsatz kommen. Eines der geeigneten Weltraummagnetometer ist ab 2022

Teil von JUICE, der ersten europäischen Satellitenmission ins äußere Sonnensystem, um das Magnetfeld des Jupiters und seiner Monde zu erforschen.

Tests für den Einsatz am Äquator

Das Deutsche GeoForschungsZentrum (GFZ) Potsdam nutzte 2019 die besonderen Messbedingungen am Conrad-Observatorium, um Magnetometer für den Einsatz im Bereich des Äquators

zu testen. Besonders im Bereich der Südatlantischen Magnetischen Anomalie vor der Küste Brasiliens werden sehr niedrige Felder gemessen, die die Messgrenze handelsüblicher Systeme erreicht. Das GFZ betreibt in dieser Region auf der Insel Tristan da Cunha ein wichtiges geomagnetisches Observatorium.

Austria's contribution to the ESA mission to Jupiter

At the Conrad Observatory in November 2019, Minister of Science Iris Rauskala, ZAMG and the Institute of Space Research of the Academy of Sciences presented the new area for the calibration and testing of highly-sensitive magnetic field measuring instruments used in space. One of the space magnetometers on display will from 2022 onwards be part of JUICE, the first European satellite

mission to the outer solar system to explore the magnetic field of Jupiter and its moons.

Tests for use at the equator

In 2019, the GFZ German Research Centre for Geosciences in Potsdam took advantage of the special measuring conditions at the Conrad Observatory to test magnetometers for use in the equatorial region. Here, measurement inaccuracies in commercially-available equipment

and satellite interference are often observed, especially in the area of the South Atlantic Anomaly off the coast of Brazil. The GFZ runs an important geomagnetic observatory in this region on the island of Tristan da Cunha.



2019 liefen am Conrad-Observatorium 39 nationale und internationale Projekte.

In 2019, 39 national and international projects took place at the Conrad Observatory.

2019 SONNBLICK OBSERVATORIUM

HOHER BESUCH

Im September 2019 besuchte Petteri Taalas, Generalsekretär der Weltorganisation für Meteorologie (WMO), das Observatorium der ZAMG am Sonnblick in 3100 Meter Seehöhe. Das Observatorium ist Teil von jährlich rund 40 Forschungsprojekten sowie gefragter Partner in hochwertigen internationalen Netzwerken zur Überwachung des Zustandes von Atmosphäre, Eis und Erdboden. Seit 1886 wird hier durchgehend gemessen. Es wurde von der WMO in den Kreis der weltweit rund 120 Jahrhundert-Wetterstationen aufgenommen.

„Die hochwertigen Messungen hier in nahezu freier Atmosphäre zeigen den enormen Anstieg des CO₂-Gehalts“, sagte Taalas bei seinem Besuch. „Sie decken sich mit Messungen aus allen Regionen der Erde. Wir sehen hier, wie dringend notwendig weltweite Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen sind.“

Seit 1999 misst das Umweltbundesamt am Sonnblick das klimawirksame Spurengas Kohlendioxid. Aufgrund der exponierten Lage kann aus diesen Messungen auf die großräumige Veränderung der Konzentration geschlossen werden. Die CO₂-Konzentration stieg seit Messbeginn von ca. 370 ppm auf derzeit ca. 410 ppm (ppm = parts per million).

AN IMPORTANT VISITOR

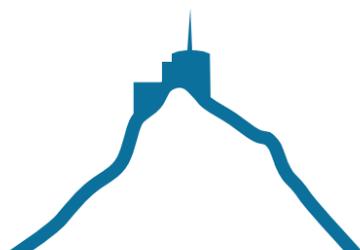
In September 2019, Petteri Taalas, Secretary General of the World Meteorological Organization (WMO), visited the ZAMG observatory at Sonnblick, 3100 metres above sea level. The observatory is part of around 40 research projects each year, and is a sought-after partner in high-quality international networks for monitoring the state of the atmosphere, ice and the ground. Continuous measurements have been carried out here since 1886, and it has been included by the WMO in the circle of around 120 Centennial Observing Stations worldwide.

„The high-quality measurements here in an almost free atmosphere show the enormous increase in CO₂ content“, Taalas told the media during his visit, „and they are consistent with measurements from all regions of the earth.“

We see here how urgently we need global measures to reduce greenhouse gases.“

Since 1999, the Federal Environment Agency has been measuring the climate-impacting trace gas carbon dioxide on Sonnblick. Due to the exposed location, these measurements can be used to draw conclusions about the large-scale change in concentration. The CO₂ concentration has risen from approx. 370 ppm to currently approx.

410 ppm (ppm=parts per million) since the beginning of the measurement.



FORSCHUNG UND ANWENDUNG RESEARCH AND APPLICATION



Umwelt-Verdienstzeichen für Gerhard Schauer
Environmental Merit Award for Gerhard Schauer



Sonnblick-Leiterin Elke Ludewig, WMO-Generalsekretär Petteri Taalas, ZAMG-Direktor Michael Staudinger
Sonnblick Director Elke Ludewig, WMO Secretary General Petteri Taalas, ZAMG Director Michael Staudinger



Das Team des Sonnblick-Observatoriums
The team of the Sonnblick Observatory



Observatorium (rechts) und Zittelhaus (links)
Observatory (right) and Zittelhaus (left)

Neues europäisches Mess-Netzwerk
2019 liefen Vorbereitungen für den Aufbau von ACTRIS, einer europäischen Infrastruktur zur Beobachtung von Aerosolen, Wolken und Spurengasen, die auch weltweit eine führende Rolle einnehmen wird. Das Sonnblick-Observatorium wird bei ACTRIS eine Referenzstation sein, an der zum Beispiel neue Geräte zur Messung von kleinsten Wolkentröpfchen, -kristallen und -teilchen getestet werden. Der

operationelle Betrieb ist ab 2025 geplant.

Auszeichnung für Sonnblick-Mitarbeiter
Im Oktober 2019 erhielt der ZAMG-Mitarbeiter Gerhard Schauer das Umwelt-Verdienstzeichen des Landes Salzburg (Kategorie Klima- und Umweltschutz), überreicht von Landesrätin Maria Hutter. Schauer ist erfahrener System-Engineer des Sonnblick-Observatoriums und hat das internati-

onale Messprogramm Global Atmosphere Watch (GAW) der Weltmeteorologischen Organisation (WMO) maßgebend im letzten Jahrzehnt geprägt und mitgestaltet. Seit über zehn Jahren betreut Gerhard Schauer speziell die Messungen von Kleinstpartikeln (Aerosole), die auch als Feinstaub bekannt sind.

New European measurement network
In 2019, preparations were underway for the establishment of ACTRIS, a European infrastructure for the observation of aerosols, clouds and trace gases, which will also play a leading role worldwide. The Sonnblick observatory will be a reference station for ACTRIS, and used, for example, to test new devices for measuring miniscule cloud droplets, crystals and particles. ACTRIS is set to become operational in 2025.

Award for Sonnblick employee
In October 2019, ZAMG employee Gerhard Schauer received the State of Salzburg's Environmental Merit Award (category: Climate and Environmental Protection) from Regional Minister Maria Hutter. Schauer is an experienced systems engineer at the Sonnblick Observatory, and over the last decade has played a decisive role in shaping the international Global Atmosphere Watch (GAW) measuring programme of the

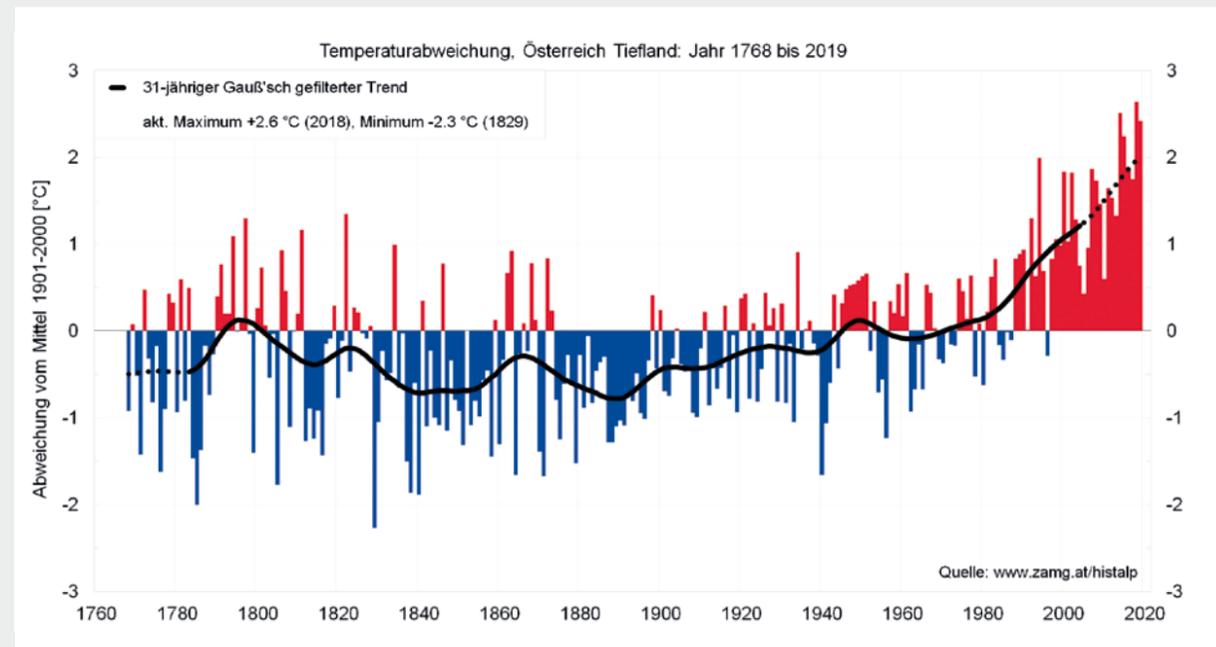
World Meteorological Organisation (WMO). For more than ten years, Gerhard Schauer has been specifically in charge of measurements of very small particles (aerosols), also known as particulates.



Jeweils zwei Techniker sind durchgehend 14 Tage am Sonnblick-Observatorium im Dienst.

Two technicians are on constant duty at the Sonnblick Observatory for 14 days at a time.

DRITTWÄRMSTES JAHR DER MESSGESCHICHTE THIRD-WARMEST YEAR ON RECORD



Klimaerwärmung in Österreich: Dargestellt ist die Abweichung der Temperatur seit 1768 im Vergleich zum Klimamittel des 20. Jahrhunderts, basierend auf HISTALP-Daten. Die gemittelte Linie (schwarz) zeigt das in den letzten Jahren sehr hohe Temperaturniveau.

Climate warming in Austria: Shown here is the deviation in temperature since 1768 compared to the climate average of the 20th century, based on HISTALP data. The averaged line (black) shows the very high temperature level in recent years.

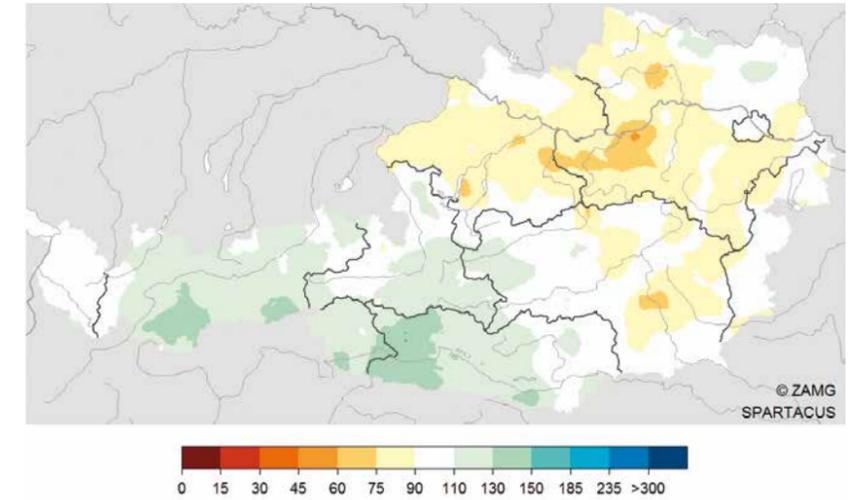
Extremwerte 2019 Extreme values for 2019

- Höchste Temperatur:** 38,8 °C in Krems (Niederösterreich, 203 m) am 1. Juli
- Tiefste Temperatur:** -25,5 °C am Brunnenkogel (Tirol, 3437 m) am 11. Jänner
- Tiefste Temperatur unter 1000 m Seehöhe:** -20,8 °C in Radstadt (Salzburg, 835 m) am 30. Jänner
- Meister Niederschlag:** Loibl (Kärnten, 1097 m) mit 2.683 Millimeter
- Wenigster Niederschlag:** Podersdorf (Burgenland, 116 m) mit 448 Millimeter
- Sonnigster Ort:** Güssing (Burgenland, 215 m) mit 2.284 Sonnenstunden

Highest temperature: 38.8 °C in Krems (Lower Austria, 203 m) on 1 July
Lowest temperature: -25.5 °C at Brunnenkogel (Tyrol, 3437 m) on 11 January
Lowest temperature below 1000 m above sea level: -20.8 °C in Radstadt (Salzburg, 835 m) on 30 January
Most precipitation: Loibl (Carinthia, 1097 m) at 2,683 mm
Least precipitation: Podersdorf (Burgenland, 116 m) at 448 mm
Sunniest place: Güssing (Burgenland, 215 m) with 2,284 hours of sunshine

NIEDERSCHLAG 2019: TEILS TROCKEN, TEILS NASS 2019 PRECIPITATION: PARTLY DRY, PARTLY WET

Im Westen und Süden war es 2019 um 5 bis 25 Prozent feuchter als in einem durchschnittlichen Jahr, in Oberkärnten und Teilen Tirols stellenweise um bis zu 40 Prozent. In der Osthälfte Österreichs war es um 25 bis 40 Prozent zu trocken.



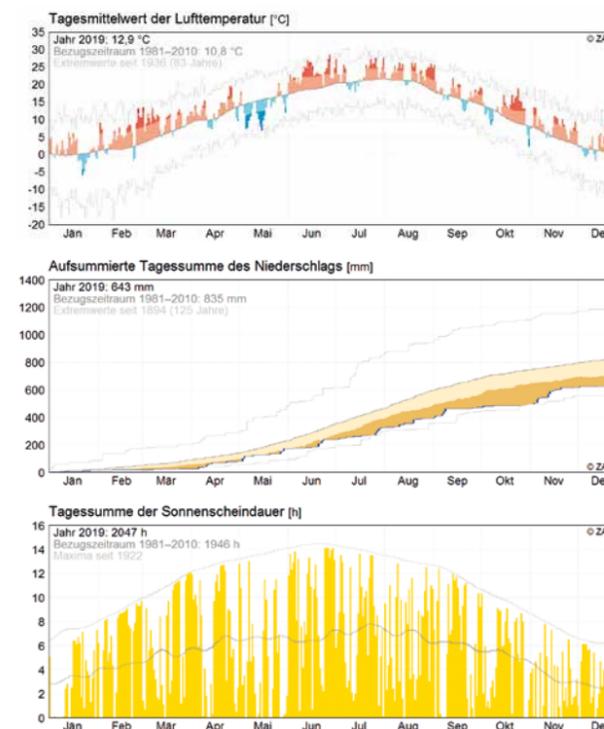
In the west and south 2019 was 5 to 25 percent wetter than an average year. In Upper Carinthia and parts of Tyrol, it was up to 40 percent wetter in some places. In contrast, the eastern half of Austria was 25 to 40 percent too dry.



Die 15 wärmsten Jahre der Messgeschichte: 2018, 2014, 2019, 2015, 1994, 2007, 2016, 2000, 2002, 2008, 2017, 2011, 2012, 2009, 1822

The 15 warmest years since measurements began: 2018, 2014, 2019, 2015, 1994, 2007, 2016, 2000, 2002, 2008, 2017, 2011, 2012, 2009, 1822

Regionale Zeitreihen Regional time series



Wärmstes Jahr der Messgeschichte in Eisenstadt: Tagesmitteltemperatur 2019 in Eisenstadt im Vergleich zum Klimamittel 1981–2010.

Warmest year on record in Eisenstadt: 2019 daily mean temperature in Eisenstadt compared to the 1981-2010 climate mean.

In Graz 23 Prozent weniger Niederschlag als im Mittel:

Summierte Tagessumme des Niederschlags 2019 im Vergleich zum Klimamittel 1981–2010.
23 percent less precipitation in Graz than in an average year: Accumulated daily amount of precipitation compared to the 1981-2010 climate average..

In Innsbruck 5 Prozent mehr Sonnenstunden als im Mittel:

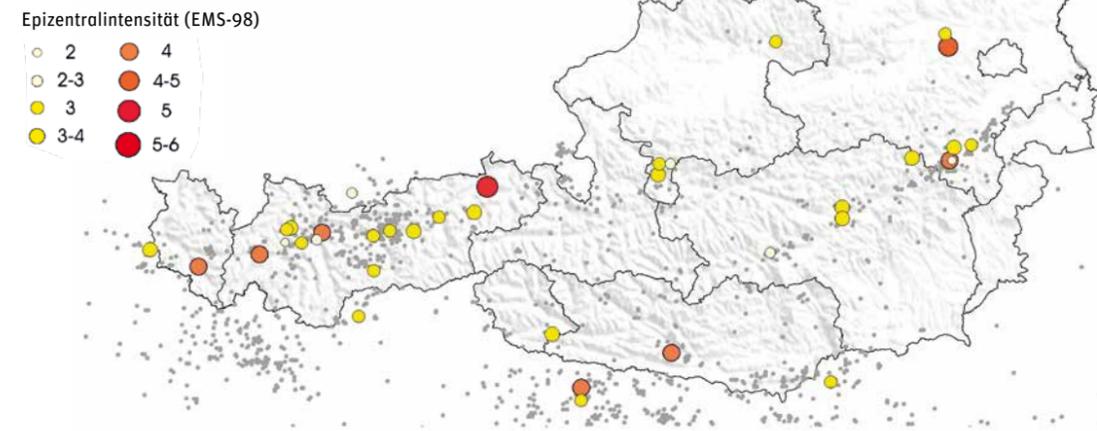
Tägliche Sonnenscheindauer 2019 im Vergleich zum Klimamittel 1981–2010.
5 percent more sunshine in Innsbruck than in an average year: Daily sunshine duration in 2019 compared to the 1981-2010 climate average.

41 IN ÖSTERREICH SPÜRBARE ERDBEBEN 41 EARTHQUAKES PERCEPTIBLE IN AUSTRIA

Im Jahr 2019 wurden mit dem Stationsnetz des Österreichischen Erdbebendienstes der ZAMG weltweit rund 9.400 seismische Ereignisse registriert. 953 Erdbeben wurden in Österreich lokalisiert, davon wurden 32 von der Bevölkerung verspürt. Außerdem wurden neun Erdbeben aus den Nachbarländern Italien, Deutschland, Slowenien und Liechtenstein in Österreich wahrgenommen.

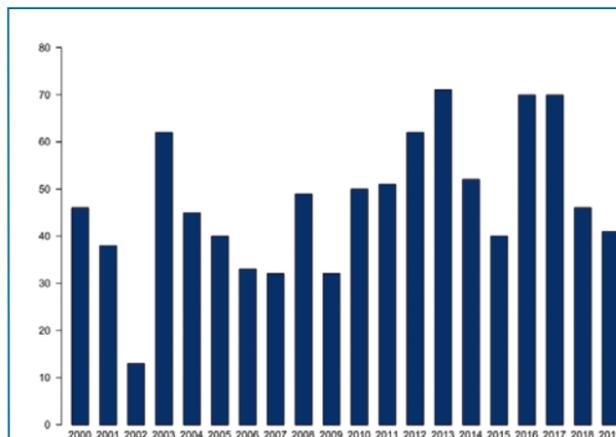
In 2019, ZAMG's Austrian Earthquake Service station network recorded around 9,400 seismic events worldwide. 953 earthquakes were located in Austria, 32 of which were felt by the population. In addition, nine earthquakes from the neighbouring countries of Italy, Germany, Slovenia and Liechtenstein were perceived in Austria.

Verspürte Erdbeben in Österreich im Jahr 2019
Earthquakes felt in Austria in 2019



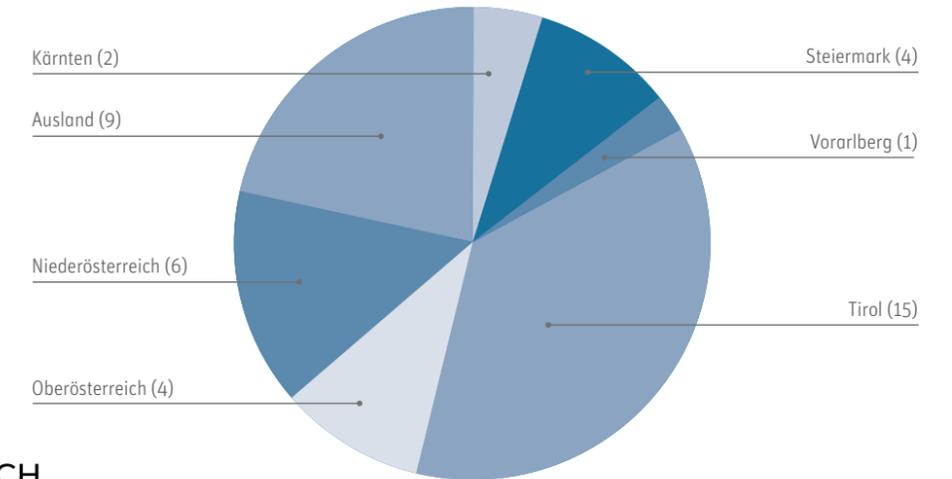
Erdbeben 2019: Epizentralintensität (maximale Stärke der Fühlbarkeit) aller von der Bevölkerung verspürten Beben. Bei Erdbeben mit Epizentrum im Ausland wird die in Österreich maximal erreichte Intensität angegeben. Zusätzlich markieren die grauen Punkte die instrumentell registrierten Beben.

2019 earthquakes: Epicentral intensity (maximum strength of the perceptibility) of all earthquakes felt by the population. For earthquakes with an epicentre abroad, the maximum intensity reached in Austria is given. In addition, the grey dots mark the earthquakes registered by instruments.



Spürbare Beben der letzten Jahre. Die Zahl der spürbaren Beben pro Jahr liegt im vieljährigen Durchschnitt bei 47. Ein Trend zu weniger oder mehr Beben ist nicht zu beobachten. Der höchste Wert war 2013 mit 71 verspürten Erdbeben, der geringste 2002 mit 13.

Perceptible earthquakes in recent years. The long-term average of is around 47 per year. There is no observable trend towards fewer or more quakes. The highest number was in 2013 with 71 earthquakes, and the lowest in 2002 with 13.



BUNDESLANDVERGLEICH COMPARING THE FEDERAL STATES

Die Grafik zeigt, wie viele verspürte Erdbeben sich in den einzelnen Bundesländern und im angrenzenden Ausland im Jahr 2019 ereignet haben.

The figure shows how many perceived earthquakes occurred in the individual federal states and neighbouring countries in 2019.



KNAPP 1.600 WAHRNEHMUNGSBERICHTE AUS DER BEVÖLKERUNG NEARLY 1,600 PERCEPTION REPORTS FROM THE POPULATION

Aus der Bevölkerung erreichten die ZAMG 2019 mehr als 1.600 Wahrnehmungsberichte über das Eingabeformular auf der Website.

In 2019, ZAMG received more than 1,600 perception reports from the population via the entry form on the website.

DIE STÄRKSTEN ERDBEBEN IN ÖSTERREICH IM JAHR 2019 THE STRONGEST EARTHQUAKES IN AUSTRIA IN 2019

Tullnerfeld (N), 16. April 2019 (Magnitude 3,1 / Intensität 4–5°)

Epizentrum 9 Kilometer südwestlich von Tulln. Viele Menschen erschrocken, einige flüchteten ins Freie. Gegenstände fielen um und Möbel bewegten sich. Rund 250 Wahrnehmungsberichte. Im Umkreis von 20 bis 30 Kilometern spürbar.

Leoben (ST), 21. Juni 2019 (Magnitude 2,6 / Intensität 3–4°)

Deutlich fühlbar, vor allem in Leoben, St. Michael, Trofaiach und Niklasdorf.

Bad Bleiberg (K), 5. August 2019 (Magnitude 2,9 / Intensität 4°)

Weckte viele Menschen aus dem Schlaf. Epizentrum bei Bad Bleiberg. Vereinzelt bis Feldkirchen und Bad Kleinkirchheim und im Raum Hermagor wahrgenommen.

Schruns (V), 29. August 2019 (Magnitude 1,9 / Intensität 4°)

Trotz der relativ kleinen Magnitude deutlich fühlbar, da die Herdtiefe gering war. Besonders im Epizentrum bei Schruns wurden die Erschütterungen teilweise als stark und erschreckend beschrieben. 100 Wahrnehmungsberichte.

Tolmezzo (Italien), 22. September 2019 (Magnitude 4,0 / Intensität 4°)

Das am stärksten verspürte Beben aus dem Ausland. Die Erschütterungen wurden von vielen Personen in Kärnten und in Osttirol deutlich verspürt.

Kufstein (T), 23. Oktober 2019 (Magnitude 3,1 / Intensität 4–5°)

Zahlreiche Personen erschrocken oder wurden aus dem Schlaf geweckt. Starke Bewegungen des gesamten Gebäudes und der Einrichtungsgegenstände wurden beobachtet. Im Epizentralbereich sind Gegenstände umgestürzt und in höheren Stockwerken Bücher aus Regalen gefallen. Einige Verputzrisse. Im Umkreis von etwa 35 Kilometern verspürt.

Silz (T), 4. Dezember 2019 (Magnitude 3,1 / Intensität 4–5°)

Mehr als 60 Wahrnehmungsberichte. Im Oberinntal zwischen Telfs und Roppen, in Mieming, Nassereith und in Teilen des Ötztals deutlich verspürt.

Tullnerfeld (N), 16 April 2019 (magnitude 3.1 / intensity 4-5°)

Epicentre 9 kilometres southwest of Tulln. Many people were frightened, some fled into the open. Objects fell over and furniture was visibly shaken. Around 250 perception reports. Perceptible within a radius of 20 to 30 km.

Leoben (ST), 21 June 2019 (magnitude 2.6 / intensity 3-4°)

Clearly perceptible, especially in Leoben, St. Michael, Trofaiach and Niklasdorf.

Bad Bleiberg (K), 5 August 2019 (magnitude 2.9 / intensity 4°)

Woke many people from their sleep. The epicentre was near Bad Bleiberg. There were individual reports of the quake being felt as far away as Feldkirchen and Bad Kleinkirchheim and in the Hermagor area.

Schruns (V), 29 August 2019 (magnitude 1.9 / intensity 4°)

In spite of the relatively small magnitude, this was clearly perceptible because the depth of focus was low. Especially in the epicentre near Schruns, the tremors were described by some as strong and frightening. 100 perception reports.

Tolmezzo (Italy), 22 September 2019 (magnitude 4.0 / intensity 4°)

The earthquake from abroad felt most strongly The shocks were clearly felt by many people in Carinthia and East Tyrol.

Kufstein (T), 23 October 2019 (magnitude 3.1 / intensity 4-5°)

Numerous people were frightened by it or awakened from their sleep. In many cases, strong movement of entire buildings and of furnishings was observed. Objects fell over and on higher floors books even fell from shelves. Some plaster cracks were reported. Felt within a radius of around 35 kilometres.

Silz (T), 4 December 2019 (magnitude 3.1 / intensity 4-5°)

More than 60 perception reports. Clearly felt in the Upper Inn Valley between Telfs and Roppen, in Mieming, Nassereith and in parts of the Ötz Valley.



www.zamg.at | Website ZAMG

www.facebook.com/zamg.at | ZAMG bei Facebook

www.twitter.com/ZAMG_AT | ZAMG bei Twitter

www.flickr.com/zamg | ZAMG bei Flickr

www.sonnblick.net | Sonnblick-Observatorium

www.conrad-observatory.at | Conrad-Observatorium

www.meteoalarm.eu | Wetterwarnungen für Europa

www.meteopics.eu | Fotos hochladen

DIE ZAMG – IN GANZ ÖSTERREICH FÜR SIE DA
ZAMG – THERE FOR YOU THROUGHOUT AUSTRIA

Kundenservice *Customer service*

Kundenservice Wien, Niederösterreich, Burgenland

1190 Wien, Hohe Warte 38
+43 (0)1 36026 2303
dion@zamg.ac.at

Kundenservice Salzburg und Oberösterreich

5020 Salzburg, Freisaalweg 16
+43 (0)662 626301
salzburg@zamg.ac.at

Kundenservice Tirol und Vorarlberg

6020 Innsbruck, Fürstenweg 180
+43 (0)512 285598
innsbruck@zamg.ac.at

Kundenservice Steiermark

8053 Graz, Klusemannstraße 21
+43 (0)316 242200
graz@zamg.ac.at

Kundenservice Kärnten

9020 Klagenfurt, Flughafenstraße 60
+43 (0)463 41443
klagenfurt@zamg.ac.at

Telefonische Wetterauskünfte

Weather information by telephone

(max. 3,634 Euro pro Minute / max. EUR 3,634 per minute)

Österreich gesamt sowie W, NÖ, B: ____ 0900 566 566 1

Salzburg, Oberösterreich: _____ 0900 566 566 5

Tirol: _____ 0900 566 566 6

Kärnten: _____ 0900 566 566 7

Steiermark: _____ 0900 566 566 8

Vorarlberg: _____ 0900 566 566 9



Impressum

Herausgeber: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
1190 Wien, Hohe Warte 38
Tel.: +43 (0)1/36026-0, Fax: +43 (0)1/369 1233
E-Mail: dion@zamg.ac.at, Web: www.zamg.at
Konzept & Redaktion: Thomas Wostal
Design: Martho Ploder
Producer: Georg Ihm, IHM & IHM GmbH & Co KG
Lektorat: Margit Kupsa
Übersetzung: GlobalSprachTeam Berlin
Druck: Robert Winter, PRINT & SMILE Agentur für Printconsulting OG

Fotos und Grafiken: ZAMG/Weyss (S.1), ZAMG/Baumgartner (S.2), Martin Lusser (S. 4), ZAMG (S. 5, 8, 9, 10, 16, 18, 19, 20, 21, 28, 29, 30, 31, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 46, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58), Georg Pistotnik (S. 6), Hagelversicherung (S.8), Daniel Rauter (S. 10), IG Windkraft Sibylle Maus (S. 11), Alpenverein.at (S. 11), BMEIA (S. 12), EUMETSAT (S. 13), meteopics/Michaela Kern, Salzburger Nachrichten (S. 22), Land Salzburg/Melanie Hutter (S. 23), NASA (S. 26), Naturstrom AG (S. 29), Wikimedia Adrian Michael (S. 31), BMI (S. 32), Land Niederösterreich (S. 33), European Union/Mrinë-Godanca (S. 39), NIKU (S. 40), NASA (S. 41, 49), Martin Kronabitter/APG (S. 42), APG (S. 43), ZAMG/Hyneck (S. 50), Land Salzburg/ Neumayr Leopold (S. 52)





ZAMG

ZENTRALANSTALT FÜR
METEOROLOGIE UND
GEODYNAMIK

EINE FORSCHUNGSEINRICHTUNG
DES BMBWF

 **Bundesministerium**
Bildung, Wissenschaft
und Forschung